



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51996 (13) U  
(51) МПК (2009)  
B01D 63/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) МОДУЛЬНИЙ БЛОК МЕМБРАННОЇ УСТАНОВКИ

1

2

(21) u201001319

(22) 08.02.2010

(24) 10.08.2010

(46) 10.08.2010, Бюл.№ 15, 2010 р.

(72) ЧЕБАН ВІКТОР ГРИГОРОВИЧ

(73) ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Модульний блок мембранної установки, що утримує ряд однотипних і однакової технічної характеристики мембранних модулів, які з однаковою кількістю об'єднані у секції, що паралельно з'єднані гідравлічно з лінією рідини, обладнаною насосом на вході, лінією концентрату з дроселем на виході і лінією фільтрату з накопичувальною ємністю, яка циклічно виконує і роль лінії промивного фільтрату, який **відрізняється** тим, що модульний блок додатково обладнаний окремою лінією промивного фільтрату з насосом зворотної промивки, з'єднаною з накопичувальною ємністю лінії

фільтрату, кожна секція модулів у місці приєднання до лінії рідини обладнана додатково відсічним клапаном з електроприводом, а у місці приєднання до лінії фільтрату і промивного фільтрату - розподільним клапаном, який сполучає секцію модулів з цими лініями по чергово за допомогою електроприводу, що разом з електроприводом відсічного клапана лінії рідини електрично з'єднані з системою управління.

2. Мембранний блок за п. 1, який **відрізняється** тим, що відсічний і розподільний клапани кожної секції виконані у вигляді розподільно-відсічного клапана з загальним електроприводом.

3. Мембранний блок за пп. 1 і 2, який **відрізняється** тим, що лінія промивного фільтрату додатково обладнана циркуляційним трубопроводом, з'єднаним її з лінією фільтрату і/або з її накопичувальною ємністю через розподільний або перепускний клапани.

Корисна модель належить до конструкції блоків установок для процесів мембранного розділення рідини на фільтрат і концентрат і може бути використаним в установках ультрафільтрації, нанофільтрації та зворотного осмосу для отримання технічної, харчової і питної води в різних галузях господарства.

Відомий модульний блок мембранної установки, модулі якого гідравлічно з'єднані з лінією очищуваної води з насосом на вході, лінією фільтрату, лінією концентрату та лінією промивного фільтрату з ємністю, з'єднаною з можливістю тимчасового сполучення з лініями фільтрату і очищуваної рідини (Патент РФ №2046003, МПК6 B01D63/00, 65/06, опубл. 20.10.1995).

Передбачене корисною моделлю одночасне очищення всіх модулів за рахунок їх промивок фільтратом у напрямку, співпадаючому з напрямком очищуваної води, тобто у, так званому, прямому напрямку, без підвищення швидкості промивного фільтрату є найменш ефективним, тому і потребує більш ретельної хімічної регенерації мембран і збільшення витрат хімічних розчинів. Гідравлічна схема установки дає можливість підвищити швидкість промивного фільтрату в місцях найбільшого

засмічення мембран модулів за рахунок перекриття виходу фільтрату під час промивки, але описом цього не передбачено. Не передбачено описом і перекриття подачі проясненої води на час промивки модулів фільтратом, тому промивка здійснюється сумішшю фільтрату з проясненою водою, яка ще менш ефективна.

Якщо визнати, що у корисній моделі все ж таки передбачалось перекриття виходу фільтрату і проясненої води на час промивки модулів, то в такому випадку процес фільтрації води втрачає безперервність, проходить із значними коливаннями продуктивності по фільтрату і потребує акумулюючої ємності фільтрату, яка в відомій мембранній установці не передбачена, тому повинна бути у споживача, що при значній її ємності не всіх з них задовольняє. А перерви в потребі модульного блоку у проясненій воді ускладнюють узгодженість злагодженої і ефективної роботи обладнання системи мембранної фільтрації води і системи водопідготовки, що працює у безперервному режимі подання води до системи мембранної фільтрації.

Відомий модульний блок мембранної установки, модулі якого з'єднані гідравлічно з лінією очи-

(19) UA (11) 51996 (13) U

щуваної рідини з насосом на вході, лінією концентрату з дроселем на виході і лінією фільтрату з ємністю фільтрату, з'єднану з лінією очищеної рідини перед насосом циркуляційним трубопроводом промивного фільтрату з заслінкою (Патент РФ заявка № 94026933, МПК6, В01D63/00, опубл.26.07.1996).

Запропонована корисною моделлю регенерація модулів за рахунок промивки у прямому напрямку з проходженням промивного фільтрату крізь мембрани і уздовж них без значного збільшення швидкості останнього є малоефективним, збільшує час регенерації мембран і знижує продуктивність установки, а існуюча можливість збільшення кількості промивного фільтрату на 1-2 % не може забезпечити потрібну його швидкість для досягнення ефективної регенерації. Припинення подання фільтрату на час проведення регенерації модулів свідчить, що, як і у попередній корисній моделі, має місце циклічне отримання фільтрату з тими же наслідками.

Відомий також модульний блок промислової установки ультрафільтрації значного потоку води, що складається з трьох паралельно з'єднаних однакових за складом модульних блоків, кожний з яких утримує ряд мембранных модулів, що секціями з декількома з них з'єднані з лінією води з насосом на вході, лінією концентрату з дроселем на виході, лінією фільтрату з накопичувальною ємністю і через останню і відсічний електричний клапан з лінією промивного фільтрату з насосом зворотної промивки, приєднаної до накопичувальної ємності лінії фільтрату/[www.mediana-filter.ru/publication.html/](http://www.mediana-filter.ru/publication.html/).

Заслугує уваги застосування регенерації модулів за рахунок промивки їх фільтратом у зворотному напрямку, тобто, так званої, зворотної промивки, з застосуванням коагулянтів до промивки і хімічних розчинів у ході промивки, що забезпечило регенерацію 32-х модулів за 30-50 секунд при продуктивності модульного блоку по фільтрату щонайменше 90м<sup>3</sup>/годину, витратах промивного фільтрату 300м<sup>3</sup>/годину промивки і періодичності промивок 3-4 рази за годину.

Враховуючи значні розбіжності в тривалості промивок поряд з значними витратами промивного фільтрату поряд з застосуванням коагулянтів і хімічних розчинів, свідчить про недостатню якість роботи системи водопідготовки з отримання проясненої води для системи ультрафільтрації. Наявність відзначених розбіжностей і циклічного отримання фільтрату робить роботу установки недостатньо ефективною і впливає на ефективність роботи обладнання і системи водопідготовки. Це викликано коливаннями кількості отриманого фільтрату за рахунок циклічних його витрат саме на регенерацію одночасно всіх модулів і припинення отримання фільтрату на цей час. Крім того, циклічне отримання фільтрату пов'язане з циклічною потребою проясненої води від системи водопідготовки, у котрій, як правило, вона отримується безперервно, що ускладнює узгодженість роботи обладнання модульного блоку і системи водопідготовки та погіршує умови їх роботи. Наприклад, немає сенсу, а іноді і можливостей, виключати високо потужні напірні насоси на 30-50 секунд,

тому вони працюють в режимі під напором чи холостого ходу, що є неефективним і потребує додаткових заходів захисту. Це стосується і потужного насоса зворотної промивки і менш потужних двигунів електричних заслінок перед насосами проясненої води і фільтрату чи після них, але їх безперечно необхідно включати і через 30-50 секунд виключати, що знижує термін їх роботи і збільшує енерговитрати. Наявність потужного насоса зворотної промивки разом з наявністю його резерву збільшують установчу потужність блоку і/чи установок взагалі. Навіть, якщо врахувати наявність трьох блоків в установці, що дає можливість зменшити продуктивність насоса зворотної промивки в тричі за рахунок почергової регенерації блоків з циклом в тричі меншим, то поряд з цим виникає потреба у збільшенні в тричі і кількості включень і відключень цього і вхідного насосів, що погіршує умови їх роботи, збільшує енерговитрати і підвищує вплив системи ультрафільтрації на роботу обладнання системи водопідготовки.

Відомий також блок мембранных модулів, що міститься в установці мембранного розділення води на фільтрат і концентрат і утримує декілька окремих модульних блоків, послідовно з'єднаних між собою по концентрату, модулі у кожному з яких посекційно паралельно з'єднані з лініями води, фільтрату, концентрату і промивного фільтрату, обладнаними відповідно підвищувально-промивним, високонапірним і дозуючими насосами, мікрофільтром, баками інгібітору і промивки, захистами насосів по сухому ходу і трубопроводів по тиску /[www.mediana-filter.ru/articles/water\\_industry.html/](http://www.mediana-filter.ru/articles/water_industry.html/).

Із схеми установки зрозуміло, що отримання фільтрату має циклічний характер, пов'язаний з одночасною у всіх блоках регенерацією їх модулів, а про негаразди пов'язані з цим сказано вище. Існуючі схеми таких же установок, але з високонапірними насосами перед кожним модульним блоком і більшою кількістю останніх, наприклад наявність перед осмотичними модульними блоками модульних блоків ультрафільтрації чи/і нанофільтрації, і залежність ефективності роботи всього згаданого обладнання від циклічності чи безперервності отримання фільтрату у кожному блоці, є ще більш переконливим аргументом вище приведених недоліків, пов'язаних з конструкцією модульних блоків. До того ж, до вище сказаного слід додати, що наявність послідовно з'єднаних модульних блоків, ще більш загострює питання ефективності роботи установки, так як потребує узгодженості здійснення одночасних промивок модулів у всіх блоках і, якщо промивку здійснюють за інформацією модульного блоку з найменшою кількістю в ньому модулів, то при неузгодженості потреби в регенерації модульного блоку з найбільшою кількістю модулів, втрати промивного фільтрату будуть значними. Досягти же одночасного засмічення мембран в декількох послідовно з'єднаних модульних блоках до ефективного стану початку їх регенерації і її тривалості практично не можливо, що не виключає вплив одного модульного блоку на інший.

Відомий модульний блок станції очищення і опріснення води, що складається з ряду мембран-

них модулів, паралельно підключених гідравлічно до лінії води з напірним насосом на вході, лінії фільтрату і лінії концентрату з дроселем на виході, чотирьохходовим краном і циркуляційним насосом та циркуляційним трубопроводом, при цьому підключення кожного з модулів до лінії фільтрату здійснено через запірний клапан (Патент РФ № 2006490 МПК C02F9/00, БИ № 10, 2002, опубл. 10.04.2002).

Наявність запірного клапана на виході фільтрату кожного модуля забезпечує можливість регенерації одного або декількох з них в ході здійснення процесу очищення води в інших модулях, тобто - безперервне отримання фільтрату. Але наявність запірного клапана тільки на виході фільтрату кожного з модулів забезпечує проведення регенерації модулів тільки способом промивки їх мембран очищуваною водою і не дозволяє здійснювати більш ефективний для застосованих у модулях відомого блоку половолоконних мембран спосіб регенерації - спосіб зворотної промивки фільтратом, що знижує можливості використання корисної моделі.

Крім того, передбачене гідравлічною схемою з'єднання виходу циркуляційного насоса через чотирьохходовий кран з виходом вхідного колектора модулів, а не з його входом або з лінією очищуваної води перед ним, є високо неефективним чи помилковим, так як передбачає подання частки концентрату в цей колектор проти руху в ньому очищуваної води і означає, що, в залежності від тиску циркуляційного насоса, циркуляція концентрату буде мати місце тільки у найближчих до місця його подання модулів або її не буде взагалі. Як правило, подання частки концентрату на циркуляцію на вихід напірного насоса здійснюється за рахунок циркуляційного насоса підвищеного тиску, тоді в першому випадку один чи декілька модулів будуть працювати на очищення тільки концентрату, так як вода від напірного насоса до них взагалі не потрапить.

Згадувана у корисній моделі циркуляція суміші води з часткою концентрату у двох напрямках є не рівноцінною, так як в одному з них циркуляційний насос здійснює тільки подачу частки концентрату на циркуляцію, яку здійснює напірний насос, а у другому напрямку - циркуляцію суміші здійснює циркуляційний насос. При цьому в першому з них має місце злив тільки частки концентрату, а у іншому - злив частки суміші концентрату і води, що не є рівноцінним, а циркуляція більшого в декілька разів потоку суміші в другому напрямку потребує наявності двоступеневого більш потужного і продуктивного циркуляційного насоса, що вимагає підвищення енерговитрат і збільшення установчої енергетичної потужності.

Більш переконливим аргументом недосконалості запропонованої вище гідравлічної схеми з точки зору проведення циркуляції у двох напрямках є відомий модульний блок станції очищення води, описаний у патенті РФ № 2058272 (МПК C02F9/00. БИ №7, 2002, опубл.10.03.2002), але отримання фільтрату в ньому носить циклічний характер, про наслідки чого сказано вище.

Найбільш близьким за технічною сутністю є модульний блок мембранної установки, що утри-

мує ряд мембранних модулів, котрі секціями з декількох з них паралельно з'єднані гідравлічно з лінією рідини, обладнаною насосом на вході, лінією концентрату з дроселем на виході, лінією фільтрату з накопичувальною ємністю, що циклічно виконує роль лінії промивного фільтрату (Патент РФ № 2139755, МПК6, B01D63/00, опубл. 20.10.1999).

У відомому блоці заслуговує уваги здійснення регенерації модулів двома способами послідовно. А саме - способом гідродинамічної промивки у прямому напрямку з підвищеною витратою проясненої води при закритому виході фільтрату і способом зворотної промивки фільтратом. Але передбачене корисною моделлю здійснення останнього способу тільки за рахунок можливості утворення режиму осмотичного насоса є малоефективним і в даному випадку носить приватний характер. До того ж, обидва способи здійснюються одночасно в різних секціях, в одній з яких спосіб зворотної промивки може мати місце тільки при наявності способу промивки у прямому напрямку в другій секції. При цьому лінія фільтрату відіграє роль лінії промивного фільтрату, який для здійснення зворотної промивки рухається в ній і через секцію модулів у зворотному напрямку. Тому у відомому блоці має місце циклічне отримання фільтрату, що як показано вище, не сприяє ефективній роботі як системи мембранної фільтрації, так і установки взагалі. До того ж, одночасна регенерація модульних блоків системи мембранної фільтрації і мікрофільтра та піскового фільтра системи водопідготовки, ще більш загострює залежність згаданої роботи обладнання установки одного від іншого з відповідними негативними наслідками.

Зрозуміло, що використане у корисній моделі безперервне подання проясненої води до модульного блоку за рахунок наявності резервного обладнання у системі водопідготовки може бути найбільш ефективним при безперервному отриманні фільтрату у модульному блоці системи мембранної фільтрації. Для цього, по прикладу системи водопідготовки, система мембранної фільтрації повинна була б мати, що найменше один резервний модульний блок. Але це призводить до збільшення кількості модулів більш як на третину, що у сьогоденному випадку стримується їх дорожнечою, хоча для установок з незначною кількістю мембран вже зараз це можливо, а для мембранних установок зі значною кількістю мембран, як, наприклад, у третьому аналогу з 32 модулями у одному блоці, є недоцільним. Для останнього випадку прийнятним може бути модульний блок з одночасним проведенням процесів фільтрації рідини і регенерації його модулів, коли в ході здійснення останнього процесу передбачена регенерація тільки одного чи декількох модулів блоку, а у решти переважній їх більшості здійснюється процес фільтрації рідини, що, в порівнянні з резервним варіантом, значно зменшує кількість модулів у блоці.

Технічним завданням корисної моделі є удосконалення модульного блоку мембранної установки розділення рідини на фільтрат і концентрат, у якому, завдяки його конструктивним особливостям, досягається підвищення ефективності роботи

модульного блоку, що полягає у безперервному отриманні фільтрату і в свою чергу забезпечує підвищення продуктивності блоку по фільтрату, зниження коливань його отримання, покращення узгодженості роботи обладнання модульного блоку і системи підготовки рідини і підвищення терміну його роботи, багаторазове зниження продуктивності і зменшення потужності насоса зворотної промивки, покращення умов роботи обладнання блоку і системи підготовки рідини та розширення застосування корисної моделі за рахунок можливості здійснення регенерації модулів посекційно різними способами окремо і послідовно.

Поставлене завдання досягається тим, що у модульному блоку мембранної установки, що утримує ряд однотипних і однакової технічної характеристики мембранних модулів, які з однаковою кількістю об'єднані у секції, що паралельно з'єднані гідравлічно з лінією рідини, обладнаною насосом на вході, лінією концентрату з дроселем на виході і лінією фільтрату з накопичувальною ємністю, яка циклічно виконує і роль лінії промивного фільтрату, згідно з корисною моделлю, модульний блок додатково обладнаний окремою лінією промивного фільтрату з насосом зворотної промивки, з'єднаною з накопичувальною ємністю лінії фільтрату, кожна секція модулів у місці приєднання до лінії рідини обладнана додатково відсічним клапаном з електроприводом, а у місці приєднання до ліній фільтрату і промивного фільтрату - розподільним клапаном, який сполучає секцію модулів з цими лініями по чергово за допомогою електроприводу, що разом з електроприводом відсічного клапану лінії рідини електрично з'єднані з системою управління, при цьому відсічний і розподільний клапани кожної секції можуть бути виконані у вигляді розподільно-відсічного клапану з загальним електроприводом, а лінія промивного фільтрату додатково може бути обладнана циркуляційним трубопроводом, з'єднуючим її з лінією фільтрату і/або з її накопичувальною ємністю через розподільний або перепускний клапани.

На фіг.1 показана гідравлічна схема запропонованого модульного блоку у початковому стані, на фіг.2 - гідравлічна схема з'єднання модулів у секції, на фіг.3 - окремо винесений модуль.

Модульний блок мембранної установки розділення рідини на фільтрат і концентрат утримує ряд однотипних і однакової технічної характеристики мембранних модулів 1, кожний з яких обов'язково обладнаний на виході концентрату дроселями 2 (фіг.2), опломбованими після атестації в умовах фільтрації конкретної рідини. Мембранні модулі 1 з однаковою їх кількістю об'єднані у секції 3. На фіг.2 показані секції 3 з двома паралельно з'єднаними модулями 1 типу DIZZER 5000 компанії Inge AG, що утримують одну мембрану в корпусі, а в інших випадках в корпусах модулів 1 може бути їх декілька, але однаково у всіх корпусах модулів. Секції 3 паралельно з'єднані гідравлічно з лінією рідини 4 за допомогою відсічних клапанів 5, з лініями 6 і 7 фільтрату і промивного фільтрату, відповідно, за допомогою розподільних клапанів 8 і з лінією концентрату 9. При цьому лінія рідини 4 обладнана на вході насосом 10, лінія фільтрату 6 - накопичувальною ємністю 11, лінія промивного

фільтрату 7 - насосом 12 зворотної промивки і циркуляційним трубопроводом 13 з розподільним або перепускним клапаном 14 і з'єднана з ємністю 11, лінія концентрату 9 - дроселем 15 на виході і циркуляційним трубопроводом 16. Для зменшення кількості приводів клапани 5 і 8 кожної секції можуть бути виконані у вигляді одного розподільно-відсічного клапана з загальним електричним приводом 17. Всі електричні приводи обладнання і відповідна контрольно-вимірювальна апаратура блоку (не показана) електрично з'єднані з системою автоматичного управління, а обладнання, що підлягає заміні без зупинки блоку, додатково обладнане запірною арматурою (не показано).

Початковий стан обладнання блоку зображений на фіг.1, при якому починається регенерація першої від насоса 10 секції 3 і фільтрація рідини у всіх інших секціях. Для здійснення блоком цих функцій його система управління, при постійно відкритих дроселях 2 і 15, включає в роботу насос 10 і відкриває заслінку 18 лінії рідини 4 і, відразу чи з деяким запізненням, включає і електроприводи 17, що приводять клапани 5 і 8 першої секції в стан, зображений на фіг.1 і 2, при якому клапан 8 тимчасово закритий як для виходу фільтрату з першої секції, так і для подання на неї промивного фільтрату, а клапан 5 відкритий для подання рідини в цю ж секцію з лінії рідини 4, клапани 5 і 8 всіх інших секцій в стан, зображений на фіг.1 і 2, при якому всі вони, в порівнянні з першою секцією, через їх тимчасово відкриті для фільтрату клапани 8 і постійно відкриті при роботі блоку заслінку 19 додатково сполучаються з лінією фільтрату 6 і накопичувальною ємністю 11.

Передбачений системою управління початковий стан блоку (фіг.1) є обов'язковим у випадку початку роботи блоку з всіма очищеними секціями, наприклад після монтажу чи хімічної очистки всіх модулів одноразово з зупинкою фільтрації рідини. В такий же стан при нормальній роботі блоку система управління повертає його після завершення регенерації модулів останньої секції, включенням приводів 17 першої і останньої секцій для повороту пробок їх клапанів 5 і 8 на 180 град, проти ходу часової стрілки. В інших, не передбачених випадках зупинки блоку, відновлення роботи блоку обов'язково починається з секції, при якій мала місце змущена його зупинка.

Насосом 10 рідина під тиском подається в лінію рідини 4 і через відкриті клапани 5 поступає у всі секції 3 блоку, де рухається уздовж фільтруючих поверхонь мембран модулів 1, при цьому у першій секції при закритому для фільтрату клапані 8 рідина рухається з постійною і уздовж переважної більшості довжини поверхні, де засміченість мембран значно більша ніж на їх початку, але з підвищеною швидкістю в порівнянні зі швидкістю, що мала місце при засміченні поверхні, тобто при фільтрації. Підвищення швидкості рідини у першій секції обумовлено тим, що кількість зливної рідини при цьому збільшилась у декілька разів, в порівнянні з кількістю концентрату при її фільтрації. В усіх інших секціях рідина розділяється в модулях на концентрат і фільтрат, тобто здійснюється цикл фільтрації, при цьому фільтрат через відкриті для нього клапани 8 залишає секції де відбувається

фільтрація і по лінії фільтрату 6 при відкритті заслінці 19 потрапляє в ємність 11, концентрат же в суміші з промивною рідиною із першої секції через відкриті дроселі 2 по лінії концентрату 9 при її відкритому дроселі 15 теж залишає блок. При цьому у першій секції здійснюється перший спосіб регенерації її модулів, а саме спосіб промивки у прямому напрямку очищуваною рідиною при закритому виході фільтрату. Перший спосіб регенерації передбачає попереднє очищення поверхні мембран модулів від забруднень і більш ефективна при застосуванні коагулянтів при фільтрації, що покращує умови здійснення другого способу регенерації, а саме способу зворотної промивки фільтратом, і знижує витрати останнього.

За деякий проміжок часу до закінчення регенерації модулів в першій секції способом промивки у прямому напрямку, потрібний для встановлення стабільного режиму роботи насосу 12 зворотної промивки, система управління блоком включає насос 12 в роботу і потім відкриває кран 20 лінії промивного фільтрату 7. Поки клапани 8 всіх секцій закриті для промивного фільтрату, а насос 12 зворотної промивки почав працювати в стабільному режимі, для нормального його запуску і роботи здійснюється циркуляція промивного фільтрату по трубопроводу 13 через ємність 11 при відкритих перепускному клапані 14 і крані 22. Далі, для закінчення регенерації способом промивки у прямому напрямку, система управління включає привод 17 першої секції модулів, який, одночасним поворотом пробок клапанів 5 і 8 на 90 град, проти ходу часової стрілки, припиняє подання рідини у першу секцію закриттям її клапана 5 і відкриває її клапан 8 для подання в неї промивного фільтрату, тобто клапани 5 і 8 займають стан, зображений на фіг.2 і 3. В інших секціях блоку продовжується процес фільтрації і поступового засмічення модулів. В результаті фільтрат із ємності 11 у вигляді промивного фільтрату насосом 12 підвищеного тиску подається по лінії промивного фільтрату 7 до клапанів 8 всіх секцій 3. І, після згаданого вище відкриття клапану 8 для промивного фільтрату першої секції, останній під тиском потрапляє у її модулі 1 і, як наслідок, починається здійснення регенерації способом зворотної промивки фільтратом. Як правило, зворотна промивка фільтратом здійснюється зі швидкістю значно більшою за швидкість рідини при фільтрації. Зворотна промивка передбачає очищення як поверхні мембран, так і їх пор. Тривалість регенерації способом зворотної промивки фільтратом теж визначається досвідним шляхом, після закінчення якої перша секція умовно вважається очищеною від забруднень і здатна в подальшому до здійснення оптимальної фільтрації рідини. Тому, система управління знову включає привод 17 першої секції, який обертає пробки її клапанів 5 і 8 знову на 90 град, у тому ж напрямку, і вони займають стан, зображений на фіг.1 і 2 для всіх інших секцій, в яких здійснюється фільтрація рідини, тобто секція, що очищалась, перейшла в режим фільтрації рідини. Одночасно чи з деяким запізненням система управління включає привод 17 обов'язково наступної за раніш очищуваною секції, тобто другої, і поворотом у тому ж напрямку, що здійснювався у

попередній секції, на 180 град, приводить її клапани 5 і 8 в стан, при якому друга секція переводиться в режим початку комбінованої регенерації, що здійснювався у попередній секції і описаний вище, а у всіх інших секціях, в тому числі і у першій, здійснюється процес фільтрації рідини. Таким чином за проміжок часу, визначений на фільтрацію рідини, проходять регенерацію по одній і обов'язково послідовно всі секції 3 блоку, а фільтрація рідини проводиться в режимі безперервного отримання фільтрату в інших секціях. При цьому, коли перехід від закінчення регенерації способом зворотної промивки фільтратом однієї секції до її початку цим же способом в наступній відбувається з дуже незначним проміжком часу, то насос 12 зворотної промивки працює безперервно, як показано вище, без частих включень і відключень, що покращує умови його роботи, який, завдяки здійсненню регенерації тільки однієї секції у ході фільтрації рідини, має в десятки разів меншу, в порівнянні з відомими винаходами, продуктивність і потужність двигуна. Найкращі умови роботи насосу 12 зворотної промивки досягаються, коли завершення регенерації модулів в одній секції співпадає з початком її у наступній і у випадку, коли регенерація модулів здійснюється тільки одним способом, а саме - зворотною промивкою фільтратом.

Безперервна же фільтрація рідини у блоку скасовує необхідність в подальшому включати і відключати заслінку 18 лінії рідини 4 і працювати її насос 10 в режимі холостого ходу чи під навантаженням, що покращує умови роботи цього обладнання і підвищує термін його роботи, скасовує потребу в узгодженості роботи обладнання модульного блоку з роботою обладнання системи підготовки рідини до мембранної фільтрації, що, як правило, працює в режимі безперервного її отримання.

Для підвищення конверсії блоку за посередництвом циркуляційного трубопроводу 16, дросельних клапанів 15 і 21 і насоса 10 здійснюється рециркуляція частки концентрату.

Приклад: продуктивність модульного блоку по фільтрату, що затребував споживач, повинна складати 90м<sup>3</sup>/годину. Атестацією одного модуля 1 типу DIZZER 5000, що утримує одну мембрану в корпусі, встановлено, що при фільтрації конкретної рідини протягом 18 хвилин і його регенерації способом прямої промивки рідиною протягом 0,4 хвилин з закритим виходом фільтрату і наступним за ним способом зворотної промивки протягом 0,6 хвилин промивним фільтратом з його витратами у двічі більшими за продуктивність по фільтрату складає 3м<sup>3</sup>/годину. При цих умовах отримання 90м<sup>3</sup>/годину фільтрату забезпечують 15 секцій 3 з двома модулями 1 типу DIZZER 5000 в кожній. Для забезпечення безперервності його отримання потрібно ще 3 секції, дві з яких працюють на отримання так званого промивного фільтрату при вказаних витратах, а одна - постійно знаходиться на регенерації модулів. Загальна кількість секцій 3 складає 18 секцій. При цьому продуктивність однієї секції 3 блоку по фільтрату складає 6м<sup>3</sup>/годину, для здійснення регенерації якої потрібно 12м<sup>3</sup>/годину промивного фільтрату. Загальна кількість модулів 1 у блоку складає 36 штук.

У порівнянні з аналогом [/www.mediana-filter.ru/publication.html/](http://www.mediana-filter.ru/publication.html/), де мають місце більш повні данні і модульний блок працює у циклічному режимі отримання фільтрату, це виглядає таким чином. Один блок аналогу утримує 32 модуля типу DIZZER 5000, продуктивність блоку по фільтрату теж  $90\text{м}^3/\text{годину}$ . Традиційно, безперервне отримання споживчого фільтрату у аналогу можна досягти наявністю такого ж за складом резервного блоку, що потребує в порівнянні з запропонованим корисною моделлю додаткових 28 модулів. Якщо корисну модель приблизити до умов аналогу, в якому здійснюється регенерація тільки зворотною промивкою тривалістю 0,6 хвилин, як і у корисній моделі, але з в тричі більшими витратами фільтрату, як і у аналогу, то корисна модель буде утримувати 19 секцій по 2 модуля DIZZER 5000 в кожній з них, а загальна їх кількість складе 38 модулів. В такому випадку у аналогу з безперервним отриманням фільтрату повинно бути на 26 модулів більше. Якщо навіть визнати, що у аналогу для безперервного отримання фільтрату на всі три блоки буде ще один резервний, то вони будуть утримувати на 26 і 32 модулів більше, відповідно, ніж один блок корисної моделі продуктивністю  $270\text{м}^3/\text{годину}$ . Це свідчить про те, що при застосуванні корисної моделі зникає необхідність складання установки з трьох блоків, що спрощує її систему управління.

При однакових тривалостях фільтрації рідини і зворотної промивки фільтратом, продуктивність насоса зворотної промивки фільтратом при регенерації складає  $300\text{м}^3/\text{годину}$  у аналогу і  $12\text{м}^3/\text{годину}$  у корисній моделі, тобто у корисній моделі продуктивність насоса зворотної промивки в 25 раз менша, а у випадку описаному вище, коли витрати фільтрату на зворотну промивку однакові, - у більш як в 16 разів. Тому потужність двигуна насоса зворотної промивки і вартість самого насосу у корисній моделі теж значно менші, що, з урахуванням наявності резервного насоса зворотної промивки, більш яскраво свідчить про значне зменшення установчої потужності у корисній моделі. До того ж, потужний насос зворотної промивки аналогу через кожні 18 або 6 хвилин (з урахуванням трьох блоків в установці) включається і через 30-50с відключається, а менш потужний насос зворотної промивки за корисною моделлю працює в стабільному режимі безперервно, що разом з наявністю циркуляційного трубопроводу 13 з перепускним клапаном 14 і краном 22 не потребує спеціальних заходів для захисту двигуна при роботі в режимі холостого ходу чи під значним навантаженням. Особливо це важливо для насосів високого тиску, більш привередливих до умов праці.

Наявність безперервного циклу отримання фільтрату у корисній моделі покращує умови роботи і насоса 10 та приводу заслінки 18 лінії рідини 4 для подання рідини у блок, так як вони теж працюють у стабільному режимі, тобто безперервно, в той час коли у аналогу вони працюють в умовах циклічного включення і відключення одного з них чи обох відразу. До того ж, наявність у аналогу трьох модульних блоків, що навіть при почерговій їх регенерації через 6 хвилин з зупинкою фільтра-

ції рідини в одному з них, стає можливим зниження потужності і продуктивності насоса зворотної промивки з  $900\text{м}^3/\text{час}$  тільки до  $300\text{м}^3/\text{час}$ , тобто в тричі, але при цьому кількість включень і відключень збільшилась в тричі, а потреба у рідині знає коливань більш як на 30% з частотою у 6 хвилин, що погіршує умови роботи насоса подання рідини у блок з системи водопідготовки і вимагає наявності двоступеневого напірного насоса. Часті запуски потужних двигунів підвищують енерговитрати і знижують тривалість їх роботи.

Якщо врахувати, що у більшості випадків при мембранному фільтруванні мають місце дозування коагулянтів у рідину, що здійснюються за посередництвом дозаторів з електроприводами, то зрозуміло, що у корисній моделі вони будуть працювати без циклічних включень і відключень, тобто в більш кращих умовах з більш вищою ефективністю, а у випадках дозування хімічних розчинів, що подаються разом з промивним фільтратом, крім того дозатори будуть значно меншої продуктивності і потужності, що знизить установчу потужність блоку, і при однаковій погрішності дозування у порівнянні з більш продуктивними дозаторами аналогу матиме місце економія розчинів.

До того ж, стабільний цикл безперервного отримання фільтрату за корисною моделлю зводить нанівець можливість значних коливань при його отриманні, в той час коли у аналогу такі коливання через кожні 18 хвилин тільки за рахунок припинення фільтрації на 40с і витратах фільтрату в цей час на регенерацію досягають майже 5%. Поряд з цим у аналогу продуктивність по фільтрату від початку кожного циклу фільтрації до його закінчення змінюється на 10-15%. Це має місце тому, що засмічення всіх мембран за цикл фільтрації відбувається одночасно з поступовим підвищенням до максимально встановленого значення і, як відомо, в ході циклу фільтрації визначається при зменшенні продуктивності на 10-15%. Що як і в першому випадку коливань продуктивності потребує додаткових заходів для стабільного подання фільтрату споживачеві. У корисній моделі такі коливання продуктивності відсутні, так як загальна засміченість модулів блоку постійна і має приблизно середнє значення аналогу. Для наочності, якщо умовно прийняти, що засміченість модулів носить лінійний характер, одиницю якої у аналогу і корисній моделі виразити через 1 хвилину циклу фільтрації рідини, а модулі після монтажу чи хімічної очистки досягають стабільної роботи щонайменше після першого циклу фільтрації рідини, тривалість якого, як видно з вищесказаного, однакова в обох корисних моделях і складає 18 хвилин, то засміченість модулів аналогу від кінця першої хвилини циклу фільтрації до його закінчення поступово змінюється від 32 до 576 одиниць, в той час коли загальна засміченість модулів 1 блоку корисної моделі після першої хвилини циклу фільтрації складає 302 одиниці, та є постійною в ході фільтрації рідини і визначається сумою арифметичного ряду чисел від 1 до 17 з урахуванням наявності двох модулів в одній секції 3.

Наявність у корисній моделі можливості регенерації модулів трьома способами, а саме - способом промивки рідиною у прямому напрямку з

закритим виходом фільтрату, способом зворотної промивки фільтратом і комбінованим з послідовним здійсненням першого і другого способів у кожній секції, розширює можливість його використання. При цьому комбінована регенерація значно зменшує витрати фільтрату на її здійснення, а регенерація у прямому напрямку з закритим виходом фільтрату взагалі виключає такі витрати. І їх застосування визначається в кожному конкретному випадку з точки зору доцільності. Тому у корисній моделі перевага надана способу комбінованої регенерації модулів.

Режим безперервного отримання фільтрату у корисній моделі відповідає режиму безперервного подання рідини з системи підготовки її до мембранної фільтрації, що забезпечує незалежність роботи цієї системи від роботи модульного блоку, спростовує узгодженість роботи їх обладнання і покращує умови його роботи.

Застосування корисної моделі у багатоступених системах мембранної фільтрації рідини, кожна з яких складається з декількох послідовно з'єднаних модульних блоків, забезпечить незалежність останніх один від одного і підвищить ефективність їх роботи і системи взагалі, при цьому останній блок зі значно малою кількістю модулів доцільно виконувати за схемою з резервним блоком, спрощує вибір типу мембран для модулів і надає більшу можливість їх уніфікувати.

У випадках першого запуску насоса 12 зворотної промивки і коли проміжок часу між закінченням регенерації в одній секції, коли подання промивочного фільтрату в цю секцію припиняється, і початком регенерації в наступній секції, коли таке подання почне здійснюватись, є незначний і щоб не виключати і включати при цьому насос 12 зворотної промивки, корисною моделлю передбачений циркуляційний трубопровід 13 з перепускним клапаном 14, який в указаний проміжок часу відкривається і насос 12 зворотної промивки продовжує працювати, але в режимі циркуляції фільтрату через ємність 11 при відкритому крані 22 чи через відкритий кран 23 при закритих кранах 20 і 22, які закриваються при проблемах в ємності 11 і поставчанні фільтрату споживачу через байпас 24 при відкритій заслінці 25 і закритій заслінці 26. Такі випадки можуть мати місце при застосуванні коагулянтів, або при їх зміні, дозування котрих передбачено у рідину через трубопровід 27 з клапаном 28, чи хімічних розчинів при зворотній промивці з дозуванням у лінію промивного фільтрату 7.

Зменшення кількості включень насоса 12 збільшує тривалість його роботи. Але найкращі умови роботи блоку досягаються коли проміжок часу між початком регенерації в наступній секції і кінцем у попередній секції відсутній та у випадку, коли регенерація модулів буде здійснюватись тільки за рахунок зворотної промивки.

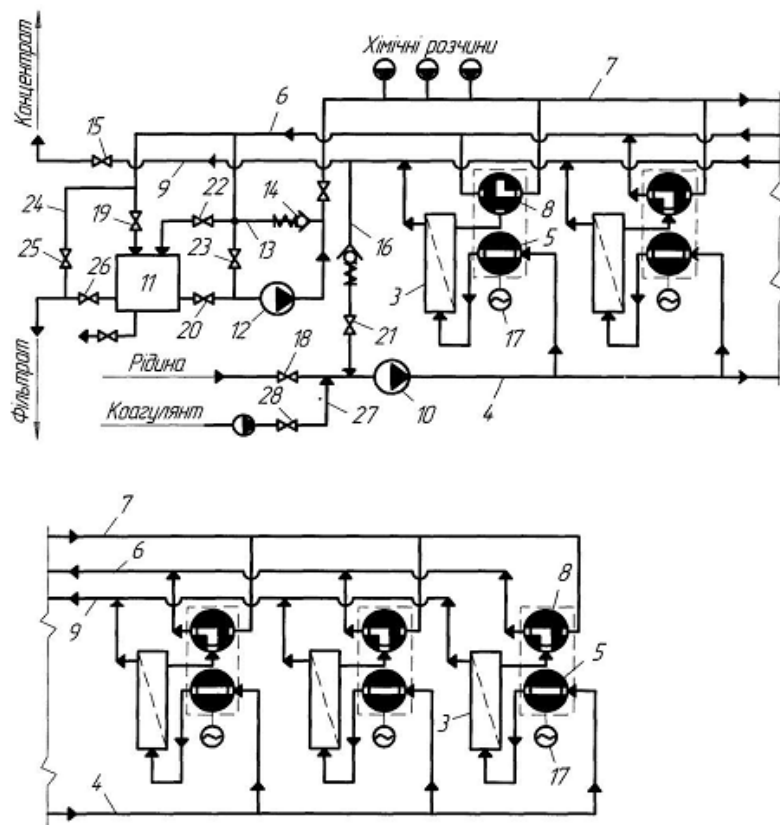
Відомо, що у сучасних системах мембранної фільтрації рідини здійснюється контроль якості продукції і стану модулів. Але при появі проблем з цього питання у модульних блоках без значних трудовитрат і втрат часу та наявності значної кількості контрольних вимірювань не можливо визначити, який саме модуль чи секція їх створює, щоб зробити заміну. У корисній моделі же, при наявності контрольного приладу якості фільтрату, по зміні значення тиску насоса 12 зворотної промивки, що здійснює послідовну і по одиночну регенерацію секцій, стає очевидним, в якій з них має місце порив мембрани чи вона не поправимо засмічена. У аналогу же, де здійснюється одночасна регенерація значної кількості модулів, порив мембрани модуля при значній продуктивності насоса зворотної промивки є не помітним по значенню тиску промивного фільтрату.

Тому, обладнання блоку додатково окремою лінією промивного фільтрату 7 з насосом 12 зворотної промивки, з'єднаною з ємністю 11 лінії фільтрату 6, і кожної секції 3 модулів 1 у місці з'єднання їх з лінією рідини 4 відсічним клапаном 5 з електроприводом та з лініями 6 і 7 фільтрату і промивного фільтрату, відповідно, розподільним клапаном 8 з електроприводом забезпечує безперервне отримання фільтрату, тобто без одночасної зупинки всіх секцій 3 на регенерацію, крім однієї, що в свою чергу забезпечує підвищення продуктивності блоку по фільтрату, зниження коливань його отримання, покращення узгодженості роботи обладнання модульного блоку і системи підготовки рідини до мембранної фільтрації та підвищення терміну його роботи, багаторазове зменшення потужності насоса 12 зворотної промивки, покращення умов роботи обладнання блоку і системи підготовки рідини та розширення застосування корисної моделі за рахунок наявності можливості здійснення регенерації модулів різними способами.

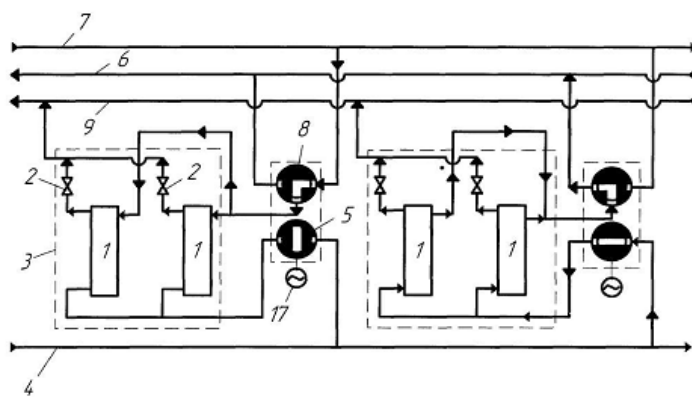
Виконання відсічного 5 і розподільного 8 клапанів кожної секції у вигляді одного розподільно-відсічного клапана з загальним електроприводом 17 спрощує систему управління блоку і зменшує в 2 рази кількість електроприводів.

Обладнання лінії промивного фільтрату 7 циркуляційним трубопроводом 13 з розподільним або перепускним клапаном 14 забезпечує можливість роботи насоса 12 зворотної промивки в безперервному режимі і, як наслідок, покращує умови і збільшує термін його роботи.

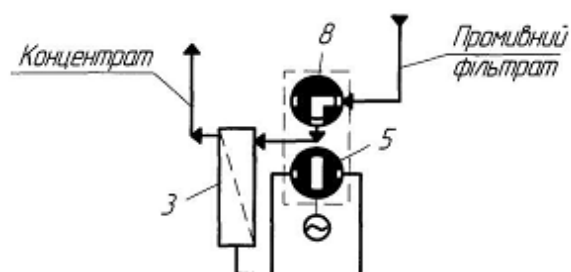
Таким чином запропоновані корисною моделлю відмітні ознаки разом з відомими забезпечують підвищення ефективності роботи модульного блоку мембранної установки розділення рідини на фільтрат і концентрат.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



