



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 112604

(13) C2

(51) МПК

G21C 9/004 (2006.01)

G21C 13/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 02447	(72) Винахідник(и):	Ель Кабалі Чафік (DE), Фельзер Ханс (DE), Хауш Петер (DE), Швайнхайм Клаус (DE)
(22) Дата подання заявки:	18.03.2015	(73) Власник(и):	КАВЕРІОН ДОЙЧЛАНД ГМБХ, Riesstrasse 25, 80992 Muenchen, Germany (DE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	26.09.2016	(74) Представник:	Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	102014018810.8	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	DE 3815850 A1, 23.11.1989 DE 3806872 A1, 07.09.1989 CA 2878629 A1, 06.02.2014 US 2014/0003568 A1, 02.01.2014 US 5267283, 30.11.1993 WO 2014/173594 A1, 30.10.2014 UA 22155 C1, 30.04.1998 UA 82112 C2, 11.03.2008 RU 2062514 C1, 20.06.1996 RU 2006101984 A, 10.06.2006
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19.12.2014		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE		
(41) Публікація відомостей про заявку:	24.06.2016, Бюл.№ 12		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	26.09.2016, Бюл.№ 18		

## (54) АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ

## (57) Реферат:

Винахід стосується атомної електростанції (1), яка включає в себе захисну оболонку (2), що містить корпус (3) реактора під тиском для прийому розщеплюваного ядерного палива, стадію (6, 6') аерозольної фільтрації, лінію (8) скидання тиску, за допомогою якої відфільтрований в стадії (6, 6') аерозольної фільтрації об'ємний потік газу через прохід в захисній оболонці (2) може виводитися в навколишнє середовище, причому атомна електростанція далі включає в себе стадію (7, 7') йодної фільтрації, за допомогою якої відфільтрований в стадії (6, 6') аерозольної фільтрації об'ємний потік газу може фільтруватися перед видачею в навколишнє середовище, причому стадія (7, 7') йодної фільтрації також розташована всередині захисної оболонки (2). Щоб удосконалити атомну електростанцію описаного на початку типу, згідно з винаходом передбачено, що стадія (6, 6') аерозольної фільтрації і стадія (7, 7') йодної фільтрації з'єднані одна з одною таким чином, що перенаправлення об'ємного потоку газу, виходячи зі стадії (6, 6') аерозольної фільтрації в стадію (7, 7') йодної фільтрації, здійснюється на по суті однаковій стадії тиску.

UA 112604 C2

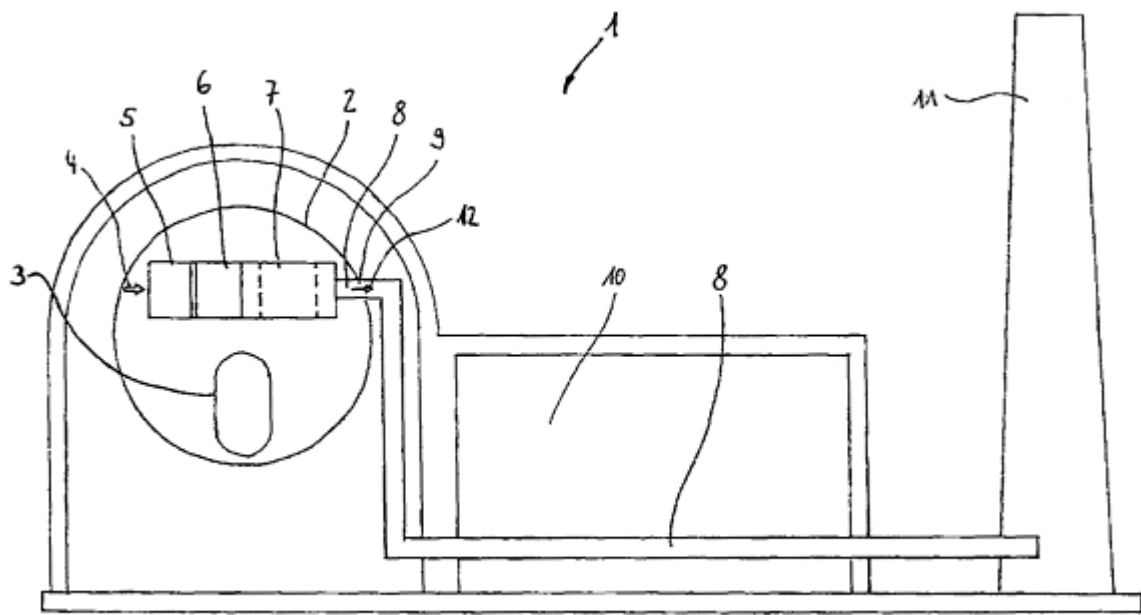


Fig. 1

Винахід стосується атомної електростанції, яка включає в себе

- захисну оболонку, що містить:
- корпус реактора під тиском для прийому розщеплюваного ядерного палива,
- блок аерозольної фільтрації,

5 - лінію скидання тиску, за допомогою якої відфільтрований в блок аерозольної фільтрації об'ємний потік газу може видаватися в навколишнє середовище через прохід у захисній оболонці,

10 - а також блок йодної фільтрації, за допомогою якого відфільтрований в блок аерозольної фільтрації об'ємний потік газу фільтрується перед видачею в навколишнє середовище, причому блок йодної фільтрації розташований всередині захисної оболонки.

При експлуатації атомних електростанцій в результаті аварії, як, наприклад, несправності холодоагенту, може статися те, що достатнє тепловідведення з активної зони реактора більше буде неможливим. Недостатнє охолодження приводить до перегрівання корпусу реактора під тиском, який також називається просто як реактор, до зумовленого цим випаровування охолоджувальної рідини з первинного контуру реактора, а також до руйнування бетону в фундаменті реактора. Внаслідок цього, утворюється велика кількість пари і не конденсованих газів, які приводять до підвищення тиску в захисній оболонці, яка герметично оточує реактор і компоненти первинного контуру.

20 У сучасному рівні техніки у охолоджуваного водою під тиском реактора, залежно від типу конструкції аварійний тиск захисної оболонки, який лежить в межах 2,5-9 бар, у випадку аварії з оплавленням активної зони досягається приблизно за 2-5 днів. У такому випадку в атмосфері захисної оболонки - в зв'язку з природними процесами розпаду, які протікають без подальших зовнішніх заходів, - є тільки мала частина спочатку утвореної оплавленням активної зони кількості радіоактивних аерозолів.

25 Наслідком аварії в Чорнобилі (Радянський Союз) в 1986 році, щоб запобігти неконтрольованому вивільненню цієї залишкової активності в результаті несподіваної відмови захисної оболонки і щоб далі зменшити вивільнену радіоактивну кількість, почалось забезпечення всіх атомних електростанцій в Німеччині фільтрувальною установкою скидання тиску (спускний фільтр). Після аварії на атомному реакторі в Фукусімі (Японія) в 2011 році як в Японії, так і в інших країнах, було вирішено дообладнати захисну оболонку атомних електростанцій спускними фільтрами.

30 Спеціально для наявних при аваріях з розплавленням активної зони екстремальних умов в захисній оболонці - температура газу до 250 °C і тиск до 9 бар - колишнім центром ядерних досліджень в Карлсруе була вдосконалена фільтрувальна система - так званий метод сухої фільтрації - завдяки чому забруднення навколишнього середовища радіоактивними аерозолями і газоподібним радіоактивним йодом, відповідно, органічними сполуками йоду може зменшуватися на декілька порядків.

Метод сухої фільтрації є повністю пасивною системою, що звичайно складається з:

- металевого нетканого фільтра аерозольного фільтра для утримання радіоактивних аерозолів, які переносяться повітрям,
- спеціально легованого молекулярного сита-абсорбента для хемосорбції газоподібного радіоактивного йоду і його органічних сполук.

45 Таким чином, у випадку аварії з оплавленням активної зони газопарова суміш захисної оболонки, що знаходиться під тиском, лише після проходження високоактивного аварійного фільтра спрямовується у витяжну трубу відвідного повітря. Скидання тиску запобігає виходу з ладу захисної оболонки внаслідок надмірного тиску, фільтрувальна система захищає навколишнє середовище від радіоактивних аерозолів і сполук йоду, які переносяться повітрям.

50 В DE 2011 056 889 B3 описаний аерозольний фільтрувальний пристрій для застосування в пристрої скидання тиску атомної електростанції, який відрізняється збільшеним тепловідведенням.

DE 38 15 850 A1 описує спосіб скидання тиску атомної електростанції, при якому з розвантажувального потоку за допомогою металевого нетканого фільтра спочатку видаляється волога і відфільтровуються аерозолі, потім за допомогою розширення висушується, перш ніж висушений розвантажувальний потік вступить в безпосередній контакт з молекулярним ситом для сорбційної фільтрації йоду. Відомий з DE 38 15 850 A1 спосіб враховує ту проблему, що при аварії є високий тиск, а також внаслідок водяної пари висока вологість повітря, причому водяна пара робить неможливим сорбційне фільтрування йоду молекулярним ситом внаслідок осадження молекул води в молекулярному ситі (інгібування). Лише висушений розвантажувальний потік може ефективно спрямовуватися через молекулярне сито. Внаслідок наявного під час аварії високого тиску всередині захисної оболонки (між 2 і 9 барами)

висушування розвантажувального потоку звичайно робиться за допомогою передуючого йодному фільтру дроселя (також називається як редукційна діафрагма або розширювальний клапан) тільки за межами захисної оболонки, причому об'єм, однак, збільшується. Висушування розвантажувального потоку зовні захисної оболонки супроводжується наступними недоліками.

З одного боку, збільшення об'єму розвантажувального потоку з метою висушування вимагає відповідно фільтрувального пристрою великих розмірів, а, з іншого боку, фільтрування розвантажувального потоку, що містить як радіоактивні аерозолі, так і газоподібний радіоактивний йод, і також його органічні сполуки, має місце ззовні захисної оболонки, тобто ззовні контрольованої області. Це робить необхідним додаткові заходи щодо екранування для збереження персоналу і навколишнього середовища від радіоактивності, зокрема, від радіоактивних ізотопів йоду і його органічних сполук. Крім цього, через високу різницю температур між розвантажувальним потоком і фільтрувальним пристроєм ззовні захисної оболонки існує небезпека конденсації в фільтрувальному пристрої, внаслідок чого, зокрема, радіоактивний залишковий конденсат залишається в фільтрувальному пристрої, який знаходиться ззовні захисної оболонки.

Згідно з одним варіантом виконання, в названій вище публікації DE 38 15 850 A1 або ж в публікації DE 38 06 872 A1 передбачено, що поряд зі блоком аерозольної фільтрації всередині захисної оболонки також розташований блок йодної фільтрації, так що більша частина згаданих вище недоліків долається. Щоб забезпечити достатній ступінь сепарації, між блоком аерозольної фільтрації і блоком йодної фільтрації передбачений дросель для зниження тиску, тобто для розширення, так що досягається досить великий інтервал точки роси, щоб забезпечити механізм сорбції йоду. Однак, щоб забезпечити далі, що між блоком йодної фільтрації і наявною ззовні захисної оболонки атмосферою є градієнт тиску, вимушено необхідно для скидання тиску, щоб - якщо дивитися в напрямку течії потоку - після блоку йодної фільтрації був розташований інший дросель, який забезпечує певний тиск в блок йодної фільтрації. Цей другий дросель повинен бути підігнаний до індивідуально наявної характеристики тиску і потребує блок регулювання. Далі необхідно, щоб корпус блока йодної фільтрації був виконаний надзвичайно стабільним для того, щоб витримати наявний перепад тиску між зовнішньою областю блока при аварії йодної фільтрації, тобто всередині захисної оболонки, і внутрішньою областю блока йодної фільтрації.

В основі даного винаходу тепер лежить задача удосконалення атомної електростанції описаного спочатку типу так, щоб усунути вказані вище недоліки.

Дана задача вирішується тим, що блок аерозольної фільтрації і блок йодної фільтрації з'єднані один з одним таким чином, що перехід об'ємного потоку газу з блока аерозольної фільтрації в блок йодної фільтрації здійснюється на по суті однаковому рівні тиску. Обмеження "на по суті однаковому" рівні тиску стосується того, що можуть бути деякі зумовлені системою втрати тиску, як, наприклад, природні втрати тиску по довжині трубопроводу. У значенні даних домагань випадкова (тобто можлива при певних обставинах) відмінність тиску між блоком аерозольної фільтрації і блоком йодної фільтрації становить лише менше 200 мбар.

Відповідно до винаходу відмовляються від висушування перед блоком йодної фільтрації, що забезпечується розширенням, тобто між блоком аерозольної фільтрації і блоком йодної фільтрації немає ніякого розширювального клапана. З цієї причини надалі може випадати додатковий регульований дросель для підтримки певного мінімального тиску, який звичайно розташований в напрямку течії об'ємного потоку газу після блока йодної фільтрації. Відповідно до цього, згідно з винаходом випадає звичайне розміщення розширювального клапана у всій лінії скидання тиску. Отже, блок йодної фільтрації у випадку аварії працює в ділянці високого тиску, тобто в блоці йодної фільтрації є приблизно такий же тиск, що і в захисній оболонці. Само собою зрозуміло, що виходячи з внутрішнього простору захисної оболонки через блок аерозольної фільтрації, блок йодної фільтрації, трубопроводи, які з'єднують їх, і лінію скидання тиску є деякий перепад тиску, який сприяє відведенню об'ємного потоку газу в навколишнє середовище. Перш ніж розвантажувальний потік буде випущений в навколишнє середовище, він може, виходячи з лінії скидання тиску, спрямовуватися, наприклад, у витяжну трубу або ж спочатку в канал відвідного повітря, який, в свою чергу, закінчується у витяжній трубі. Однак, альтернативно лінія скидання тиску може також закінчуватися безпосередньо в навколишньому середовищі.

Тим фактом, що блок йодної фільтрації згідно з даним винаходом використовується в ділянці високого тиску, нехтують існуючим довгі роки упередженням фахівців, що використовуваний в блоці йодної фільтрації адсорбент функціонує виключно надійно тільки тоді, коли є інтервал точки роси, тобто коли об'ємний потік газу, що підлягає фільтруванню, висушується за допомогою розширення. Відповідно до цього далі мало місце правило, що

ступінь сепарації стає більшим, якщо також збільшується інтервал точки роси. Однак, в рамках експериментальної установки з боку заявника несподівано було встановлено, що навіть при інтервалі точки роси близько ОК може досягатися досить великий ступінь сепарації у абсорбентах, що використовуються в цей час. Навпаки, виявилось, що абсорбент навіть при

високій вологості повітря, відповідно, нижче умов точки роси (вона сконденсована), бездоганно функціонує, так що від розширення розвантажувального потоку між блоком аерозольної фільтрації і блоком йодної фільтрації взагалі можна відмовитися.

Внаслідок відмови від розширювального клапана перед блоком йодної фільтрації - якщо дивитися в напрямку течії об'ємного потоку газу, що підлягає фільтруванню, - виявляються

нижченаведені переваги. Блок йодної фільтрації застосовується аналогічно блоку аерозольної фільтрації при наявному надмірному тиску до 10 бар, з чого виходить, що на противагу традиційно використовуваному блоку йодної фільтрації переміщується приблизно пропорційно до тиску менший об'ємний потік газу. Внаслідок виразно меншого об'ємного потоку газу, що підлягає фільтруванню, блок йодної фільтрації тепер може виконуватися істотно меншим, що здійснюється, зокрема, в обмежених умовах всередині захисної оболонки. Таким чином, також досягається гнучкість відносно можливого місця монтажу, а також значно поліпшена зручність у використанні при спорудженні блока йодної фільтрації. Інша перевага полягає в тому, що завжди є достатній перепад тиску, що повинно бути гарантовано для пасивної системи випускання.

Також відносно трубопроводів, які транспортують об'ємний потік газу, є переважним незначний об'ємний потік газу, оскільки вони можуть мати відповідно менший діаметр труби. Це, в свою чергу, означає привабливу свободу відносно їх прокладання, оскільки вони вимагають значно менших габаритів. Також, в результаті відмови від висушування перед блоком йодної фільтрації, що забезпечується за допомогою розширення, гарантується, що навіть у випадку

трубопроводів до декількох сотень метрів і при супутній цьому втраті тиску в лінії скидання тиску завжди залишається достатній перепад тиску для відведення об'ємного потоку газу. Таким чином, мова йде про абсолютно пасивну фільтрувальну систему і відсутність потреби у допоміжній енергії.

На основі того факту, що як в блоці аерозольної фільтрації, так і в блоці йодної фільтрації є той же самий тиск, що і в захисній оболонці, корпуси фільтрів відносно їх міцності можуть бути виконані за простим стандартом.

Варіант виконання з'єднання між блоком аерозольної фільтрації і блоком йодної фільтрації може полягати в трубопроводі, який, виходячи зі блока аерозольної фільтрації, спрямовується до блока йодної фільтрації. При цьому сам трубопровід не має ніяких пристроїв для дроселювання об'ємного потоку газу, як, наприклад, розширювальний клапан.

Інша альтернатива з'єднання блока аерозольної фільтрації і блока йодної фільтрації згідно з одним варіантом здійснення винаходу полягає в тому, що блок аерозольної фільтрації і блок йодної фільтрації розташовані всередині одного і того ж корпусу фільтра, так що виходить комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол. Таким чином, обидва блоки фільтрації можуть збиратися у вигляді одного компактного вузла. Внаслідок цього відміняється вимога, що блок аерозольної фільтрації за допомогою відповідно герметичних і стійких до різних впливів ліній повинен з'єднуватися з окремо виконаним блоком йодної фільтрації. Правда, габарити в захисній оболонці можуть бути обмежені настільки, що повинно бути переважним окреме виконання обох блоків фільтрації.

Відносно компактного типу конструкції комбінованого аерозольно-йодного фільтрувального вузла, а також безперервного і рівномірного протікання далі є переважним, якщо вихідний поперечний переріз блока аерозольної фільтрації відповідає вхідному поперечному перерізу блока йодної фільтрації.

Внаслідок незначної потреби в площі, що займається, для блока йодної фільтрації для випадку, що блок аерозольної фільтрації і блок йодної фільтрації розташовані всередині одного і того ж корпусу фільтра, так що виходить комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол, наявна в напрямку течії глибина комбінованого аерозольно-йодного фільтрувального вузла може становити між 1400 мм і 2000 мм, а наявна перпендикулярно (і найчастіше вертикально) до напрямку течії висота комбінованого аерозольно-йодного фільтрувального вузла може становити між 2500 мм і 2900 мм. Такий комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний блок характеризується своєю компактністю і може добре і гнучко розміщуватися, зокрема, в тісних габаритах атомної електростанції. Традиційні комбіновані аерозольно-йодні фільтрувальні блоки, які відомі виключно ззовні захисної оболонки (ковпак реактора), мають глибину 9 м, яка проходить в напрямку течії, при ширині фільтра приблизно 1,50 м і висоті приблизно 3,70 м або більше, відповідно.

Особливо переважне виконання відповідної винаходу атомної електростанції передбачає, що блок йодної фільтрації хімічно адсорбує йод і/або щонайменше одна органічна сполука йоду, зокрема з метилйодидом (йодметан), причому йод, що адсорбується, і/або згадана щонайменше одна органічна сполука йоду може бути радіоактивною.

При цьому далі є перевагою, якщо блок йодної фільтрації як адсорбент містить цеолітний матеріал, причому цеолітний матеріал переважно є гідрофобним. Як гідрофобний цеолітний матеріал може використовуватися органічний кристалічний каркасний силікат, який має тривимірні просторово-сітчасті структури з  $\text{SiO}_4$ - і  $\text{AlO}_4$ -тетраєдрів. Характерним для цеолітів є їх відкрита структура, причому утворений з  $\text{SiO}_4$ - і  $\text{AlO}_4$ -каркас охоплює великі порожнисті простори, які з'єднані один з одним каналами (порами) однакового, точно визначеного діаметра.

Цеолітний матеріал може легуватися сріблом, так що йод, який підлягає відділенню, хімічно адсорбується (хемосорбція) сріблом, яке зв'язане в цеолітній структурі. Для запобігання можливій каталітичній реакції за допомогою  $\text{H}_2$ -вмісного середовища, далі переважно утворений цеолітний матеріал може мати відповідні хімічні властивості (інгібітор). Описаний вище цеолітний матеріал відрізняється своїми екстремально гідрофобними властивостями і термостійкістю, так що з цим цеолітним матеріалом є добре можливим використання в паронасиченій атмосфері - якою вона може бути в захисній оболонці.

Беручи до уваги додаткове оснащення (дооснащення) існуючих атомних електростанцій через вже наявні шлюзи, які мають звичайні і явно тільки малі розміри, особливо переважно, якщо блок аерозольної фільтрації, блок йодної фільтрації і/або комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол складається зі щонайменше двох модулів, які виконані з можливістю герметичного з'єднання один з одним. При цьому найбільш доцільним є, якщо окремі фільтри з частковим корпусом, що обрамовує їх, на щонайменше одній стороні забезпечені обводним фланцем, за допомогою якого можуть з'єднуватися прилеглі один до одного часткові корпуси. Під цим розуміється, що фільтрувальний блок, відповідно, фільтрувальний вузол також може бути складений з трьох, чотирьох, п'яти і більше модулів, зокрема, якщо вони включають в себе декілька включених послідовно фільтрів.

Незалежно від окремого або комбінованого виконання фільтрувальний блок виявився дуже переважним, якщо вихідний переріз блока аерозольної фільтрації має відстань до вхідного перерізу блока йодної фільтрації, яка менша 260 мм, переважно менша 250 мм, ще переважніше менша 240 мм. Перевага бачиться, зокрема, в тому, що тепло, яке виникає в блоці аерозольної фільтрації, нагріває суміжний блок йодної фільтрації і при цьому висушує. За рахунок цього виявляється позитивний вплив на ступінь сепарації блока йодної фільтрації. Внаслідок цього, можна відмовитися від можливо передбаченого нагрівального пристрою для блока йодної фільтрації, що є дуже бажаним у випадку пасивної і тим самим перешкодостійкої системи.

Як вже згадувалося раніше, розміри блока йодної фільтрації в зв'язку з його відповідним винаходу розташуванням сильно зменшуються. Навіть можливо передбачити блок йодної фільтрації, в якому глибина укладання адсорбенту становить менше 80 мм, переважно менше 60 мм, більш переважно менше 50 мм.

Крім того, винахід також стосується способу скидання тиску захисної оболонки атомної електростанції, при якому об'ємний потік газу спочатку спрямовують через блок аерозольної фільтрації і потім через блок йодної фільтрації, перш ніж відфільтрований в такому випадку об'ємний потік газу видавати через лінію скидання тиску в навколишнє середовище, причому як блок аерозольної фільтрації, так і блок йодної фільтрації, знаходяться всередині захисної оболонки, що містить корпус реактора під тиском. Згідно з винаходом, об'ємний потік газу при майже однаковому об'ємному потоці газу, що залишається, переводиться з блока аерозольної фільтрації в блок йодної фільтрації, так що виходять описані раніше переваги відносно електростанції.

Згідно з одним переважним здійсненням способу передбачено, що об'ємний потік газу з блока аерозольної фільтрації вводиться безпосередньо в блок йодної фільтрації, так що блок йодної фільтрації безперервно висушується теплом, яке утворюється в блоці аерозольної фільтрації. Як вже згадувалося вище, внаслідок цього поліпшується ступінь сепарації адсорбенту. Поняття "безпосередньо" в значенні заявки повинно розумітися так, що блок аерозольної фільтрації і блок йодної фільтрації йдуть прямо один за одним, тобто можливо, що трубопровід, який знаходиться між ними, виконаний дуже коротким. Переважно передбачено, що вихідний поперечний переріз блока аерозольної фільтрації і вхідний поперечний переріз блока йодної фільтрації розташовані всередині загального корпусу і може відмінатися включення між ними трубопроводу. Відстань між блоком аерозольної фільтрації і блоком йодної

фільтрації повинен бути переважно між 240 мм і 260 мм, щоб підтримувати оптимальну теплопередачу.

Описаний вище винахід детальніше пояснюється нижче за допомогою прикладів здійснення відповідної винаходу атомної електростанції, які зображені на фігурах, що показують:

- 5 Фіг. 1 - схематичне зображення відповідної винаходу атомної електростанції,
- Фіг. 2 - вигляд блока аерозольної фільтрації з фіг. 1,
- Фіг. 3 - горизонтальний переріз блока аерозольної фільтрації на фіг. 2,
- Фіг. 4 - вигляд блока йодної фільтрації з фіг. 1,
- Фіг. 5 - горизонтальний переріз блока йодної фільтрації на фіг. 4,
- 10 Фіг. 6 - горизонтальний переріз альтернативного відповідного винаходу блока аерозольної фільтрації з інтегрованим блоком йодної фільтрації, і
- Фіг. 7 - вертикальний переріз блока аерозольної фільтрації згідно з фіг. 6.

Фіг. 1 показує схематичне зображення відповідної винаходу атомної електростанції 1, яка включає в себе захисну оболонку 2, в якій розміщений корпус 3 реактора під тиском для прийому не зображеного на фігурі розщеплюваного ядерного палива. Беручи до уваги можливу аварію, при якій підвищення тиску в захисній оболонці 2 робить необхідним скидання тиску, для фільтрації об'ємного потоку повітря (стрілка 4), що спрямовується з атомної електростанції 1, в захисній оболонці 2 розташований блок 5 аерозольної попередньої фільтрації, блок 6 аерозольної фільтрації, а також блок 7 йодної фільтрації, які включені послідовно один за

одним. Три названі фільтрувальні блоки 5, 6, 7 можуть встановлюватися з просторовим відділенням один від одного і з'єднуватися один з одним відповідними, не представленими на цій фігурі лініями або ж вони можуть бути зібрані в один окремий фільтрувальний вузол. Також в єдиний вузол можуть бути зібрані тільки два з трьох фільтрувальних блоків 5, 6, 7.

Виходячи з блока 7 йодної фільтрації рівень лінії 8 скидання тиску веде через прохід 9 в захисній оболонці 2, а також через прибудову 10 атомної електростанції 1 у витяжну трубу 11, через яку відфільтрований розвантажувальний потік, який позначений стрілкою 12, видається в навколишнє середовище. Відповідно до цього лінія 8 скидання тиску веде із загальної обгородженої зони (зони безпеки) атомної електростанції 1 і закінчується у витяжній трубі 11. Альтернативно, на переході між лінією 8 скидання тиску і витяжною трубою 11 може додатково розташовуватися канал витяжного повітря, так що розвантажувальний потік, виходячи з лінії скидання тиску, спрямовується через канал витяжного повітря у витяжну трубу. Далі, альтернативно можна відмовитися як від витяжної труби 11, так і від каналу витяжного повітря, так що лінія скидання тиску закінчується на відкритому повітрі.

На фіг. 2 показаний один можливий приклад здійснення для блока 6 аерозольної фільтрації відповідної винаходу атомної електростанції 1, причому блок 6 аерозольної фільтрації виконаний у вигляді відділеного від блока 7 йодної фільтрації вузла. Блок 6 аерозольної фільтрації має майже прямокутний (у вигляді прямокутного паралелепіпеда) корпус 14 з прямокутним поперечним перерізом, причому корпус 14 встановлений на основі 16 за допомогою шести опор 15. Блок 6 аерозольної фільтрації має дзеркально симетричну конструкцію, так що об'ємний потік газу, що підлягає фільтрації, який на фігурах позначений стрілками 17, відповідно з двох протилежних сторін і відповідно зверху і знизу надходить в блок 6 аерозольної фільтрації і залишає його через випуск 19 на верхній стороні корпусу 14, що знаходиться на центральній осі 18 блока 6 аерозольної фільтрації, причому об'ємний потік, який виходить з блока 6 аерозольної фільтрації, позначений іншою стрілкою 20.

На фіг. 3, яка показує горизонтальний переріз блока 6 аерозольної фільтрації згідно з фіг. 2, можна бачити, що всередині корпусу 14 паралельно один до одного і на відстані один від одного розташовані десять фільтрувальних тіл 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f, 21g, 21h, 22a, 22b, кожне з яких герметично спирається по колу на також закріплену по колу консоль 23 корпусу 14 і які тим самим відповідно замикають поперечний переріз корпусу 14. Точне спирання фільтрувальних тіл 21, 22 на консоль 23 може здійснюватися традиційним і відомим способом, внаслідок чого тут додатково на це не звертається увагу. Фільтрувальні тіла 21, 22 мають в поперечному перерізі форму серпа, так що вони вздовж консолі 23 мають незначну товщину, в той час як в середині вони виконані товстішими.

У середині корпусу 14, тобто між п'ятим і шостим фільтрувальними тілами 22a, 22b знаходиться збірник 24 очищеного газу, який проходить приблизно по ширині В близько 400 мм і висоті Н близько 2700-2900 мм корпусу 14 і на верхній стороні забезпечений випуском 19.

Два вихідні поперечні перерізи блока 6 аерозольної фільтрації відповідно оснащені передкамерою 25, в яку об'ємний потік газу, що підлягає фільтрації (стрілка 17 показує в площину креслення), може надходити з обох сторін: як зверху, так і знизу. Таким чином, усувається те, що можливо відкрите полум'я у внутрішньому просторі захисної оболонки 2

потрапляє в блок 6 аерозольної фільтрації. До передкамери 25 - якщо дивитися в напрямку течії - прилягають напрямні елементи 26, які проходять по висоті корпусу 14, в формі С-подібних профілів, з яких об'ємний потік, що підлягає фільтрації, лише біля їх відкритих верхніх сторін і нижніх сторін, а також біля зазорів між С-подібними профілями і корпусом 14 може потрапити в фільтрувальні тіла 21, 22.

Відповідно до цього, об'ємний потік газу тече із захисної оболонки 2 спочатку в передкамеру 25, потім через отвори в напрямні елементи 26 і нарешті через фільтрувальні тіла 21, 22 в збірник 24 очищеного газу.

У зв'язку з тим фактом, що блок 6 аерозольної фільтрації виконаний дзеркально симетричною, об'ємний потік газу (стрілка 17), що підлягає фільтрації, проходить п'ять фільтрувальних тіл 21a, 21b, 21c, 21d, 22a або 22b, 21e, 21f, 21g, 21h раніше, ніж він потрапляє в збірник 24 очищеного газу. Перші - якщо дивитися в напрямку течії - чотири фільтрувальні тіла 21 виконані у вигляді попередніх фільтрів (фільтри попереднього або грубого очищення), в той час як повернуті до збірника 24 очищеного газу фільтрувальні тіла 22 відповідно служать як основний фільтр.

Якщо дивитися в напрямку течії об'ємного потоку, то перед кожним фільтрувальним тілом 21, 22 знаходиться ряд трубчастих тіл 27 з круглим поперечним перерізом, які проходять вертикально і пронизують корпус 14 у верхній і нижній бічній поверхні 28, так що внутрішній простір трубчастих тіл 27 знаходиться в контакті з повітрям навколишнього середовища. У випадку функціонування блока 6 аерозольної фільтрації за допомогою тепла, яке виникає в блоці 6 аерозольної фільтрації, також здійснюється нагрівання повітря навколишнього середовища, що знаходиться в трубчастих тілах 27, внаслідок чого виникає природна конвекція, яка служить для охолодження блока 6 аерозольної фільтрації.

На фіг. 4 показаний вигляд блок 7 йодної фільтрації відповідної винаходу атомної електростанції 1 з фіг. 1, який аналогічно блоку 6 аерозольної фільтрації з фіг. 2 має прямокутний корпус 28 і за допомогою чотирьох опор 29 закріплений на основі 30. На верхній стороні корпусу 28 розташовані три приєднувальні патрубки 31, через які об'ємний потік, що підлягає фільтрації, потрапляє в блок 7 йодної фільтрації. У зв'язку з тим фактом, що блок 7 йодної фільтрації утворений у вигляді окремого вузла, об'ємний потік, що надходить з блока 6 аерозольної фільтрації, через відповідні трубопроводи, які не показані на фігурах і прилягають до приєднувальних патрубків 31 блока 7 йодної фільтрації, вводиться в блок йодної фільтрації. Фільтрований об'ємний потік залишає блок 7 йодної фільтрації через два прямокутні вихідні отвори 32, до яких, в свою чергу, прилягає не показана на цій фігурі лінія скидання тиску.

Блок 7 йодної фільтрації в прикладі здійснення включає в себе чотири укладки 33, які заповнені йодсорбуючим матеріалом у формі насипного матеріалу, причому заповнення укладки 33 відповідно здійснюється через завантажувальні отвори 34, які знаходяться на верхній стороні укладки 33, які проходять по всій ширині В1 блока 7 йодної фільтрації. Завантажувальні отвори 34 мають обводний буртик, на якому герметично встановлена перекриваюча пластина 35 за допомогою відповідних гвинтів 36.

З фіг. 5, яка показує горизонтальний переріз блока 7 йодної фільтрації з фіг. 4, можна бачити, що укладки 33 для йодсорбуючого матеріалу зібрані з металевих листів, причому бічні металеві листи 37, які проходять перпендикулярно до головного напрямку течії (стрілка 39), виконані у вигляді перфорованих металевих листів, так що об'ємний потік газу, що підлягає фільтрації, який позначений стрілками 38, може проходити через йодсорбуючий матеріал. При цьому, розташування отворів перфорованого металевих листа підігнане до гранулометричної кривої йодсорбційного матеріалу, так найменші зерна не можуть надходити з отворів бічних металевих листів 37. Глибина Т укладки представленого тут виконання блока йодної фільтрації становить 40 мм при проточній площі приблизно  $2 \text{ м}^2$ . Однак, також можуть бути реалізовані інші розміри.

Можна бачити, що об'ємний потік газу, який підлягає фільтрації, який перед своїм входом в блок 7 йодної фільтрації має орієнтацію відповідно стрілці 28, після свого входу за допомогою приєднувальних патрубків 31 відхиляється в блок йодної фільтрації спочатку на приблизно  $90^\circ$ , щоб пройти через йодсорбуючий матеріал, а потім ще раз відхиляється на приблизно  $90^\circ$ , щоб залишити блок 7 йодної фільтрації через випускні отвори 32. Хоча головний напрямок течії об'ємного потоку газу через блок йодної фільтрації, який позначений стрілкою 39, є перпендикулярним до напрямку течії при його введенні (стрілка 38), однак з'являється фактична форма (фактичний хід) об'ємного потоку газу, яка проходить S-подібно згідно з лінією 40.

Аналогічно блоку 6 аерозольної фільтрації з фіг. 2 блок 7 йодної фільтрації також має трубчасті тіла 27 для охолодження блока 7 йодної фільтрації при функціонуванні. Трубчасті



тіла 27 відповідно розташовані - якщо дивитися в напрямку течії (лінія 40) - перед укладками і розподілені по ширині В1.

На фіг. 6 показаний горизонтальний переріз комбінованого аерозольного і йодного фільтрувального вузла 41, в якого між блоком 6' аерозольної фільтрації і збірником 24 очищеного газу розташований блок 7' йодної фільтрації. Правда, на фіг. 6 зображений тільки блок 6' аерозольної фільтрації з лише п'ятьма фільтрувальними тілами 21, 22, до якого приєднується блок 7' йодної фільтрації і збірник 24 очищеного газу, однак також можливо розташовувати на іншій стороні збірника 24 очищеного газу також блок аерозольної фільтрації і блок йодної фільтрації, так що аналогічно блоку 6 аерозольної фільтрації згідно з фіг. 3 виходить дзеркально симетрична конструкція, яка включає в себе десять фільтрувальних тіл, два блоки йодної фільтрації і один збірник очищеного газу. Однак, само собою зрозуміло, залежно від індивідуальних вимог до атомної електростанції 1 можливо вибрати іншу кількість фільтрувальних тіл або блоків йодної фільтрації. Принципова конструкція блока 6' аерозольної фільтрації співпадає з конструкцією блока 6 аерозольної фільтрації згідно з фіг. 3 з передкамерою 25, напрямними елементами 26, трубчастими тілами 27 і фільтрувальними тілами 21, 22. Також, між основним фільтром 22 блока 6' аерозольної фільтрації згідно з фіг. 6 і блоком 7' йодної фільтрації розташований ряд трубчастих тіл 27 для охолодження.

Корпус 14' блока 6' аерозольної фільтрації на повернутій до блока 7' йодної фільтрації стороні на обох подовжніх сторонах має відігнутий елемент 42, на якому відповідно закріплений U-подібно окантований металевий лист 43, до якого, в свою чергу, прикріплений блок 7' йодної фільтрації, який загалом складається з двох прикріплених до металевих листів 43 перфорованих металевих листів 44 і насипного матеріалу, що знаходиться між ними 45 з йодосорбуючого матеріалу. З'єднання відповідно виконані герметичними, так що об'ємний потік газу, що підлягає фільтруванню, відповідно, відфільтрований об'ємний потік газу може потрапити лише в збірник 24 очищеного газу і таким чином може контролювано залишати атомну електростанцію 1 через приєднану до збірника 24 очищеного газу лінію 8 скидання тиску. Комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол 41 має загальний корпус 50 фільтра, так що він може транспортуватися і монтуватися як єдиний блок. Однак, далі можна бачити, що аерозольно-йодний фільтрувальний вузол 41 складений з восьми модулів 47, 48, з яких, крім крайових модулів 48, всі модулі 47 з двох сторін забезпечені обводним фланцем 49.

Крайові модулі 48 лише на повернутій до модуля 47 стороні також забезпечені обводним фланцем 49. Внаслідок модульної конструкції показаний комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол 41 придатний, зокрема, для дообладнання атомної електростанції, оскільки модулі 47, 48 мають незначні розміри і таким чином за допомогою шлюзів, що є в атомній електростанції, можуть вводитися в захисну оболонку.

Вихідний переріз 51 об'ємного потоку газу з основного фільтра 22 відповідає на фіг. 6 загалом і в цілому вхідному перерізу 52 в блоці 7' йодної фільтрації.

У вертикальному перерізі комбінованого аерозольно-йодного фільтрувального вузла 41, який зображений на фіг. 7, видно, що блок 7' йодної фільтрації на своїй верхній стороні виступає за блок 6' аерозольної фільтрації, причому блок 7' йодної фільтрації на верхній стороні має завантажувальний отвір 34' з обводним буртиком, через який здійснюється заповнення укладки 33'. Після заповнення укладки 33' завантажувальний отвір 34' герметично закривається перекриваючою пластиною 35'.

Далі, на фіг. 7 можна бачити приєднувальний патрубок 46 до збірника 24 очищеного газу, до якого прилягає не представлена лінія 8 скидання тиску. Показаний на фіг. 6 і 7 комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол має довжину 1 близько 1500 мм, висоту h близько 2700 мм і ширину b близько 1500 мм. Висота вхідного перерізу 52 в блоці йодної фільтрації більша, ніж у вихідного перерізу 51 об'ємного потоку газу з основного фільтра 22. Відстань a між вихідним перерізом 51 і вхідним перерізом 52 становить на фіг. 7 приблизно 250 мм.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Атомна електростанція (1), яка включає в себе

- захисну оболонку (2), що містить

- корпус (3) реактора під тиском для прийому розщеплюваного ядерного палива,

- блок (6, 6') аерозольної фільтрації,

- лінію (8) скидання тиску, за допомогою якої відфільтрований в блок (6, 6') аерозольної фільтрації об'ємний потік газу через прохід у захисній оболонці (2) може виводитися в навколишнє середовище,

- а також блок (7, 7') йодної фільтрації, за допомогою якого відфільтрований в блок (6, 6') аерозольної фільтрації об'ємний потік газу може фільтруватися перед видачею в навколишнє середовище, причому блок (7, 7') йодної фільтрації розташований всередині захисної оболонки (2), яка **відрізняється** тим, що блок (6, 6') аерозольної фільтрації і блок (7, 7') йодної фільтрації
- 5 з'єднані один з одним таким чином, що перенаправлення об'ємного потоку газу, виходячи з блока (6, 6') аерозольної фільтрації в блок (7, 7') йодної фільтрації, здійснюється на по суті однаковому рівні тиску.
2. Атомна електростанція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що блок (6) аерозольної фільтрації і блок (7) йодної фільтрації з'єднані один з одним через трубопровід.
- 10 3. Атомна електростанція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що блок (6') аерозольної фільтрації і блок (7') йодної фільтрації розташовані всередині одного і того ж фільтрувального корпусу (50), так що є комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол (41).
4. Атомна електростанція за п. 3, яка **відрізняється** тим, що вихідний поперечний переріз блока (6') аерозольної фільтрації відповідає вхідному поперечному перерізу блока (7') йодної
- 15 фільтрації.
5. Атомна електростанція за п. 3 або 4, яка **відрізняється** тим, що наявна в напрямку течії глибина (t) комбінованого аерозольно-йодного фільтрувального вузла (41) становить між 1400 мм і 2000 мм, а наявна перпендикулярно до напрямку течії висота (h) комбінованого аерозольно-йодного вузла (41) становить між 2500 мм і 2900 мм.
- 20 6. Атомна електростанція за одним з пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що блок (7, 7') йодної фільтрації хімічно адсорбує йод і/або щонайменше одну органічну сполуку йоду, зокрема, з метилйодидом, причому йод, що адсорбується, і/або згадана щонайменше одна органічна сполука йоду може бути радіоактивною.
7. Атомна електростанція за п. 6, яка **відрізняється** тим, що блок (7, 7') йодної фільтрації як
- 25 адсорбент містить цеолітний матеріал, причому цеолітний матеріал є гідрофобним.
8. Атомна електростанція за одним з пп. 1-7, яка **відрізняється** тим, що блок (6, 6') аерозольної фільтрації, блок (7, 7') йодної фільтрації і/або комбінований аерозольно-йодний фільтрувальний вузол (41) складений зі щонайменше двох модулів (47, 48), які герметично з'єднані один з
- 30 одним.
9. Атомна електростанція за одним з пп. 1-8, яка **відрізняється** тим, що вихідний переріз (51) блока (6') аерозольної фільтрації має відстань (а) до вхідного перерізу (52) блока (7') йодної фільтрації, яка є меншою 260 мм, переважно меншою 250 мм, ще більш переважно меншою 240 мм.
10. Атомна електростанція за одним з пп. 1-9, яка **відрізняється** тим, що глибина (і) укладання
- 35 адсорбенту становить менше 80 мм, переважно менше 60 мм, особливо переважно менше 50 мм.
11. Спосіб скидання тиску захисної оболонки (2) атомної електростанції (1), при якому об'ємний потік газу спочатку спрямовують через блок (6, 6') аерозольної фільтрації, а потім через блок (7, 7') йодної фільтрації раніше, ніж відфільтрований в такому випадку об'ємний потік газу видають
- 40 через лінію (8) скидання тиску в навколишнє середовище, причому як блок (6, 6') аерозольної фільтрації, так і блок (7, 7') йодної фільтрації знаходяться всередині захисної оболонки (2), що містить корпус (3) реактора під тиском, який **відрізняється** тим, що об'ємний потік газу при майже однаковому об'ємному потоці газу, що залишається, переправляють з блока (6, 6') аерозольної фільтрації в блок (7, 7') йодної фільтрації.
- 45 12. Спосіб за п. 11, який **відрізняється** тим, що об'ємний потік газу з блока (6, 6') аерозольної фільтрації вводять безпосередньо в блок (7, 7') йодної фільтрації, так що блок (7, 7') йодної фільтрації безперервно висушують за допомогою тепла, яке утворюється в блоці (6, 6') аерозольної фільтрації.

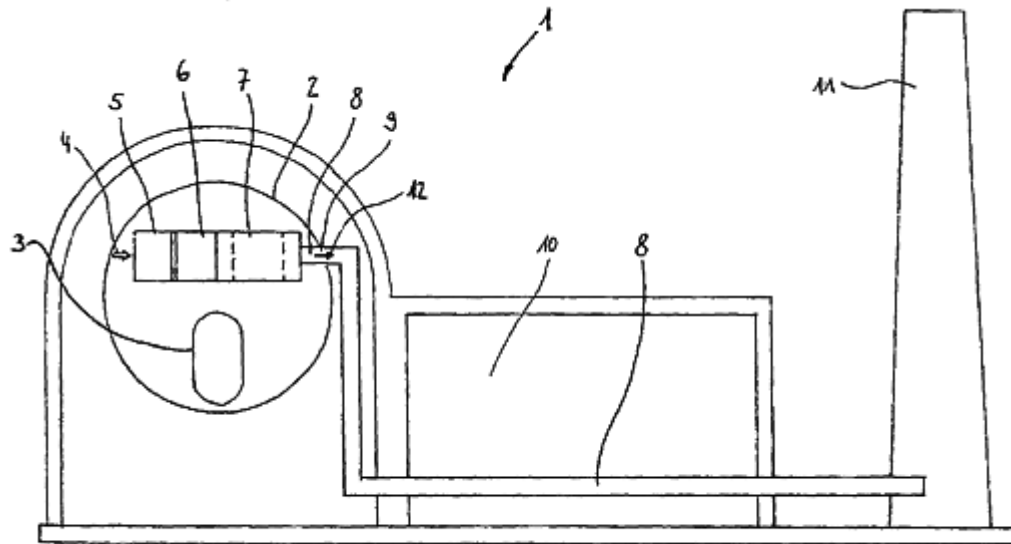


Fig. 1

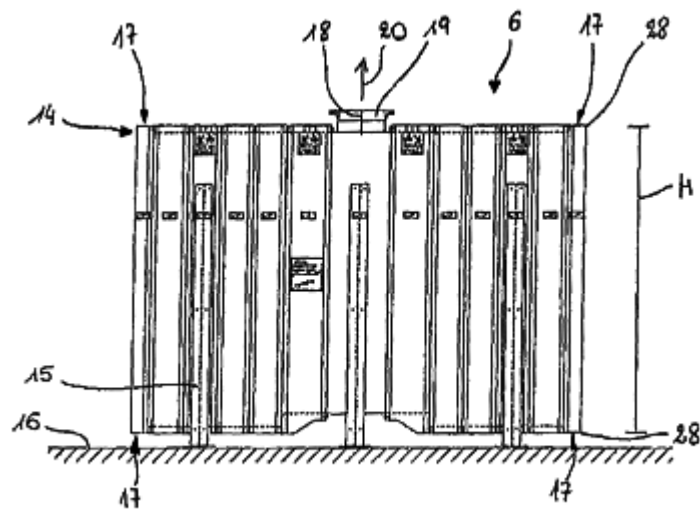


Fig. 2

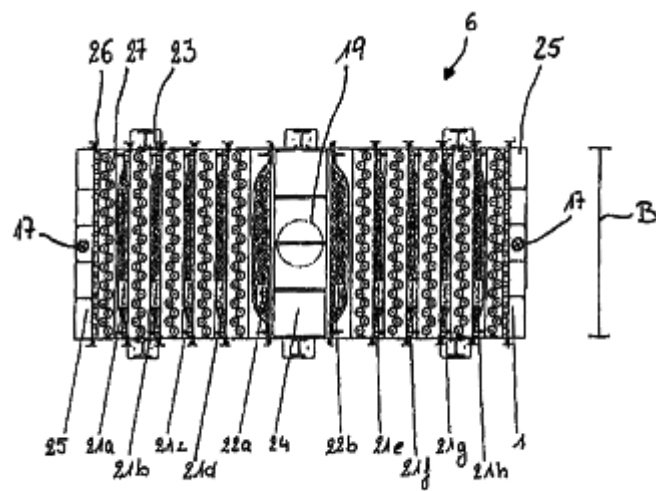


Fig. 3

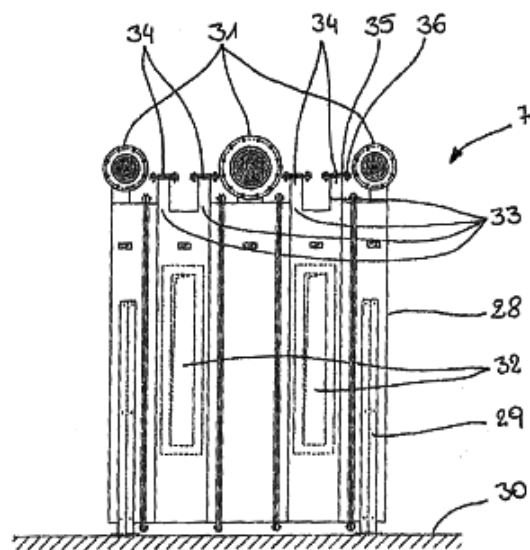
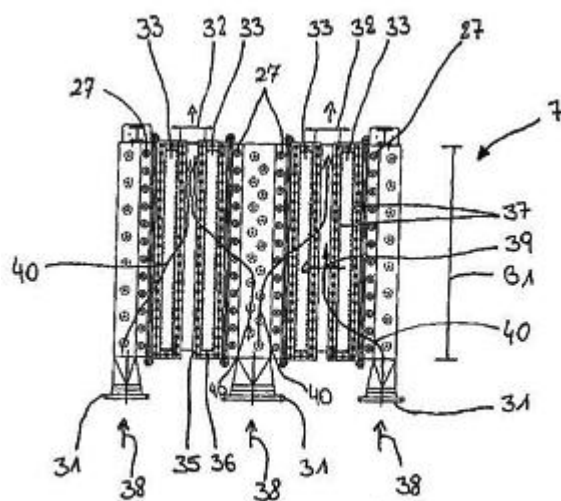


Fig. 4



**Fig. 5**

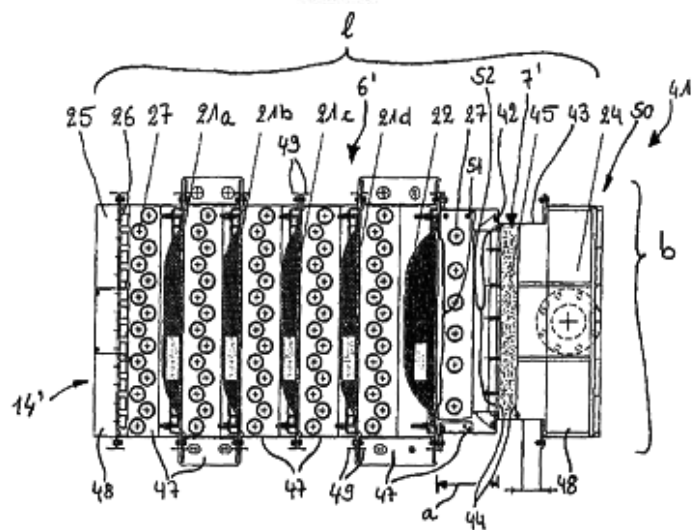


Fig. 6

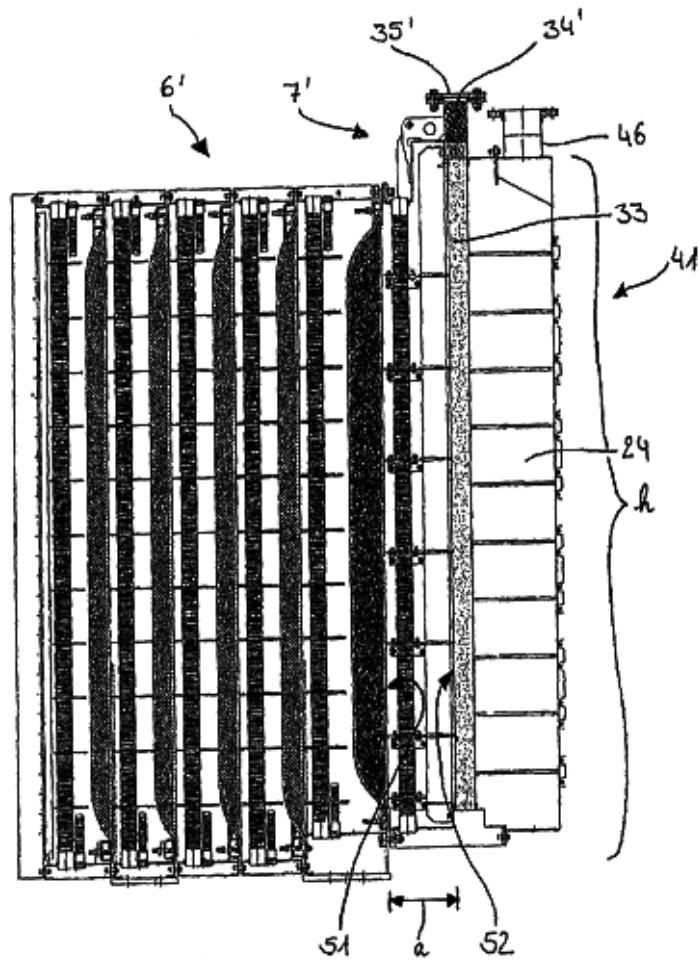


Fig. 7

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601