



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 121845

(13) C2

(51) МПК

G21C 13/10 (2006.01)

G21F 9/02 (2006.01)

G21C 13/02 (2006.01)

G21C 19/303 (2006.01)

G21C 9/008 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 00912	(72) Винахідник(и):	Нільссон Пер-Олоф (SE)
(22) Дата подання заявки:	18.06.2013	(73) Власник(и):	ВЕСТІНГХАУС ЕЛЕКТРИК КОМПАНІ ЛЛС, 1000 Westinghouse Drive, Cranberry Township, PA 16066, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.08.2020	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/668,585, 13/792,401	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2006/0188055 A1, 24.08.2006 US 5267283 A, 30.11.1993 US 4873050 A, 10.10.1989 CN 101700450 A, 05.05.2010 CA 2806390 A1, 01.03.2012
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	06.07.2012, 11.03.2013		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.03.2015, Бюл.№ 5		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.08.2020, Бюл.№ 15		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2013/046215, 18.06.2013		

(54) ФІЛЬТР ДЛЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗАХИСНОЇ ОБОЛОНКИ АТОМНОГО РЕАКТОРА**(57) Реферат:**

Мокрий фільтр для вентиляції первинної захисної оболонки атомного реактора, який використовує похилий колектор, що має множину виходів, які сполучаються через перший комплект фільтрів із металевими волокнами, занурених в басейн води, що знаходиться всередині посудини під тиском. Тумановловлювач підвішений над басейном води для видалення якого-небудь туману, залученого у фільтрованому потоці перед проходженням через другий рівень високощільних сухих фільтрів з металевими волокнами, з'єднаних з другим колектором, який сполучається з виходом на посудині під тиском, яка з'єднана з вихлопним проходом в атмосферу.



UA 121845 C2

Перехресні посилання на споріднені заявки

Дана заявка заявляє на пріоритет згідно з 35 U.S.C. § 119(e) перед попередньою заявкою на патент США № 61/668,585, зареєстрованою 6 липня 2012, названою "Мокрий Скрубер, який Використовує Волоконні Фільтри, для Вентиляції Захисної Оболонки Реактора з Водю під Тиском і Реактора з Киплячою Водю".

Галузь техніки, до якої належить винахід

Даний винахід стосується загалом систем вентиляції захисної оболонки атомного реактора і конкретніше — мокрого фільтра для таких систем.

Передумови створення винаходу

Згідно з багатьма юрисдикціями атомні електростанції повинні бути розроблені так, щоб у випадку аварії передбачати механізм для запобігання або зведення до мінімуму викиду радіоактивного матеріалу і благородних газів. Для захисту від радіоактивних викидів система реактора звичайно розміщена всередині конструкції первинної захисної оболонки, яка побудована зі сталі і залізобетону. Посудина первинної захисної оболонки виконана з можливістю витримування великого тиску, який може виникнути при різних сценаріях аварії. Проте передбачається, що у випадку важких аварій сама посудина захисної оболонки може руйнуватися через тиск, який поступово збільшується. Незважаючи на те, що імовірність такої події вважається дуже низькою, ризики для здоров'я, пов'язані з впливом на оточуюче населення радіоактивних викидів при такій події переконали багатьох в необхідності передбачення механізму для фільтрації газів і зведення до мінімуму викиду радіоактивності, якщо посудина захисної оболонки вентильється для зменшення тиску в ній. Тобто, бажано передбачити як пристрій скидання тиску для посудини захисної оболонки, так і механізм для фільтрації яких-небудь газів, які можуть бути викинуті із захисної оболонки перед викидом їх в атмосферу.

Аварії на об'єктах атомної енергетики в Чорнобилі в Україні в 1986 і не так давно в Fukushima Dai-ichi в Японії в 2011 зрозуміло показують, якими бувають наслідки викиду продуктів поділу з довгими періодами розпаду. Великі площі земель, які оточують пошкоджені електростанції, були забруднені і стали непридатними для використання на декілька десятиріч. Економічні збитки були величезними. Короткоживучі продукти поділу, такі як йод в різних формах, незважаючи на те, що вони є шкідливішими для людей, призводять до наслідків, які легше подолати. Довгоживучі продукти поділу в формі дрібних аерозолів можуть бути поширені на великі відстані, залежно від метеорологічних умов. В результаті цих аварій уряди багатьох країн вирішили, що на атомних електростанціях треба встановлювати системи фільтрованої вентиляції захисної оболонки для захисту людей і оточуючих земель від шкоди через радіоактивне забруднення.

У минулому було запропоновано декілька систем фільтрації, таких як, наприклад, описана в Патенті США № 4,610,840, виданому Leach і переуступленому правонаступнику даного винаходу. Leach описує систему відділення продукту поділу для атомного реактора. Зокрема, другий відсік, який знаходиться в сполученні по текучому середовищу із захисною оболонкою, частково заповнений водою. У випадку сильного збільшення тиску розривний диск, розташований у вентиляційній трубі, що виходить з вторинного відсіку, розривається для скидання тиску. Коли розривний диск вибухає, радіоактивні гази і пари із захисної оболонки проходять через заповнений водою вторинний відсік і потім випускаються через вентиляційну трубу, яка тепер відкрита. Коли гарячі гази і пари захисної оболонки проходять через воду, що знаходиться в закритому вторинному відсіку, велика частина продуктів поділу відділяється від газів захисної оболонки. Незважаючи на те, що така система може бути ефективною, все ще існує можливість поліпшення для зменшення розміру і збільшення ефективності такої системи для зведення до мінімуму якого-небудь опромінення, до якого можливо може привести такий викид.

Відповідно мета даного винаходу полягає в розробці ефективнішого фільтра, який зводить до мінімуму, якщо не унеможливорює повністю, який-небудь радіоактивний потік, який може бути залучений з яким-небудь викидом газів з первинної захисної оболонки атомного реактора.

Додаткова мета даного винаходу полягає в розробці такої системи фільтрації, яка може бути встановлена всередині первинної захисної оболонки атомного реактора або в існуючих або нових будівлях поруч з первинною захисною оболонкою, не займаючи істотного простору.

Короткий виклад суті винаходу

Ці й інші цілі досягаються за допомогою атомної енергетичної установки, яка має первинну захисну оболонку для вміщення атомного реактора. Захисна оболонка стримує істотну частину якої-небудь радіації, що витікає з атомного реактора. Первинна захисна оболонка має вентиляційний вихід для забезпечення керованого скидання при підвищенні атмосферного

тиску всередині захисної оболонки у випадку збільшення тиску атмосферного потоку всередині захисної оболонки до рівня, який загрожує цілісності її конструкції. Фільтр з'єднаний з вентиляційним виходом і включає в себе посудину, яка має вхідну форсунку, з'єднану з вентиляційним виходом, і вхідний трубопровід, який знаходиться в сполученні по текучому середовищу з вхідною форсункою, яка проходить в нижню частину внутрішньої частини посудини фільтра. Колектор з'єднаний з вхідним трубопроводом і проходить в нижню частину посудини. Колектор включає в себе множину виходів, виконаних з можливістю випускнення частини первинного атмосферного потоку захисної оболонки під басейном рідини, що міститься всередині посудини фільтра. Біля виходів колектора встановлені волоконні фільтри. Потік з первинної захисної оболонки, який розподіляється за допомогою колектора, проходить через волоконні фільтри. Вихід посудини також передбачений в сполученні по текучому середовищу з внутрішньою частиною посудини і виконує функцію випускання відфільтрованого атмосферного потоку захисної оболонки у зовнішню атмосферу зовні захисної оболонки. В одному варіанті здійснення колектор і волоконні фільтри покриті рідиною, такою як вода, яка може мати тiosірчаноокислий натрій, розчинений в рідині.

У другому варіанті здійснення фільтр включає в себе тумановловлювач, що підтримується всередині посудини над басейном рідини для відділення якої-небудь вологи від вихідної фракції відфільтрованого атмосферного потоку захисної оболонки. Необов'язково другий комплект множини волоконних фільтрів проходить від другого колектора, який з'єднаний з виходом посудини, з волоконними фільтрами, що переважно підтримуються над тумановловлювачем. У цьому варіанті здійснення другий комплект волоконних фільтрів має щільність волокон більшу, ніж у першого комплекту волоконних фільтрів, і, бажано, обидва комплекти фільтрів містять металеві волокна. Переважно, внутрішня частина посудини міститься під тиском, що перевищує атмосферний тиск, і містить інертне середовище, утворене за допомогою азоту, під час станів очікування.

У ще одному варіанті здійснення колектор проходить в нижню частину посудини під гострим кутом до центральної осі посудини і переважно виконаний в формі перевернутої "V", » що має відгалуження, які проходять вниз з кожної сторони вершини, з виходами, які виступають щонайменше з одного з відгалужень. У цій конфігурації вхідний трубопровід переважно з'єднаний з колектором біля вершини, і кожне з відгалужень, яке проходить вниз, має виходи, які виступають з нього. Бажано, щоб виходи проходили вгору від виступаючих відгалужень.

Короткий опис креслень

Докладніше розуміння винаходу, заявленого далі в цьому документі, може бути одержане з подальшого опису переважних варіантів здійснення при його розгляді спільно з прикладеними кресленнями, в яких:

Фіг. 1 являє собою схематичний вигляд у розрізі у вертикальній проекції споруди захисної оболонки з показаними принциповими компонентами реактора з водою під тиском, до якого може бути застосований даний винахід; і

Фіг. 2 являє собою схематичний вигляд одного варіанта здійснення даного винаходу.

Докладний опис варіантів здійснення даного винаходу

Звернемося до Фіг. 1, на якій схематично показана енергетична система з реактором з киплячою водою, що включає в себе споруду 10 захисної оболонки (що звичайно має відносно товстий шар бетону над сталевим кожухом), яка вміщує в себе компоненти системи атомного реактора, такі як корпус 12 реактора, парогенератор 14, насос 16 охолодження реактора, накопичувальний резервуар 18 і стельовий полярний кран 20. Оскільки всі ці компоненти і їх взаємовідношення добре відомі і, до того ж, оскільки вони не здійснюють конкретної взаємодії, конструктивної або функціональної, з винаходом, вони не описані і не проілюстровані детальніше. Незважаючи на те, що переважний варіант здійснення винаходу описаний з посиланням на реактор з водою під тиском, потрібно розуміти, що система, згідно з винаходом, заявленим далі в цьому документі, в однаковій мірі застосовна до атомних реакторів будь-якої іншої конструкції, таких як, наприклад, реактор з киплячою водою або газозфазний реактор.

Задача фільтруючого вузла, в застосуванні до первинної захисної оболонки атомного реактора, полягає у відділенні радіоактивної речовини від газу, що випускається під час скидання тиску захисної оболонки для значного зменшення викиду радіоактивності, у випадку тяжкої аварії. Фільтр згідно з даним винаходом з'єднується або з уже встановленою системою вентиляції, або під час нової установки такої системи. Фільтр розташовується після ізолюючих клапанів і/або розривного диска, поблизу захисної оболонки і перед розривним диском, який веде до випускної труби установки. У стані очікування у фільтрі переважно підтримується інертне середовище за допомогою азоту для запобігання горінню водню і погіршення води фільтра і внутрішніх частин бака.

Один варіант здійснення фільтруючого вузла, який включає в себе принципи даного винаходу, проілюстрований на Фіг. 2. Основні частини фільтра 22 розташовані в баку або посудині 24 під тиском, яка може знаходитися під тиском для зменшення його розміру. Створення тиску відбувається через отвір 28, розташований безпосередньо нижче за потоком від виходу 26 бака фільтра. Нижня частина бака 24 заповнена водою 30 через вхід 32 для води. Вода 30 виконує дві функції: видалення теплоти радіоактивного розпаду із захоплених продуктів поділу і поліпшення ефективності фільтра. Хімікати, такі як тіосірчаноокислий натрій, можуть бути додані у воду 30, щоб захоплювати і утримувати йод в газоподібній і аерозольній формі.

Вентильований газ зсередини захисної оболонки передається в центральну вхідну трубу 34, яка передає вентильований газ в колектор 36 в нижній частині бака 24. Нижній колектор 36 має два відгалуження 38 і 40, які проходять вниз, і, які проходять вниз під гострим кутом від вершини 39 для утворення перевернутої "V". Кожне з відгалужень 38 і 40 має множину виходів 42, які проходять в напрямку вгору в басейн з водою 30. Картридж з фільтрами 44 з металевими волокнами проходить від кожного з виходів 42 колектора і знаходиться з ними в сполученні по текучому середовищу. Фільтри 44 з металевими волокнами виконують дві функції: фільтрації аерозолів і розщеплення вентильованого газу на маленькі бульбашки, щоб газ ефективніше міг бути очищений в басейні з водою 30. Незважаючи на те, що переважними є фільтри з металевими волокнами і, переважно, зі спеченими металевими волокнами, інше середовище фільтра також може бути використане без відходу від принципів винаходу. Захоплені продукти поділу в картриджах 44 фільтра утворюють теплоту радіоактивного розпаду, але не можуть утворювати температури, достатньо високі для пошкодження, оскільки вони розташовані у воді фільтра. Аерозолі розподіляються по площі фільтра з металевими волокнами кожного картриджа для виключення ризику засмічення фільтрів. Відгалуження 38 і 40 колектора є похилими для використання декількох картриджів відповідно до втрати динамічного тиску через об'ємну витрату. Таким чином, система може бути використана в широкому діапазоні витрати і навіть при дуже низьких величинах витрати і тиску в захисній оболонці. Повна втрата тиску в мокрому фільтрі 22 дорівнює рівню 46 води в баку 24, і, оскільки він є відносно низьким, фільтруюча система забезпечує ранню вентиляцію первинної захисної оболонки, коли тиск є низьким, і збереження дуже низького тиску первинної захисної оболонки має переваги в деяких сценаріях аварій.

Тумановловлювач 48 підтримується у верхній частині бака 24 під виходом 26. Тумановловлювач видаляє краплини води, які можуть бути залучені парою, яка покидає бак фільтра. Переважно система 22 також включає в себе вторинний фільтр для видалення дрібніших аерозолів, які не можуть бути відфільтровані фільтрами з металевими волокнами, зануреними у воду, і самою водою. Вторинний фільтр включає в себе другий, верхній колектор 50, що знаходиться безпосередньо під виходом 26 бака і в сполученні по текучому середовищу з ним. Вторинний колектор включає в себе множину входів 52, які проходять переважно вниз, які з'єднані і знаходяться в сполученні по текучому середовищу з фільтрами 54 з металевими волокнами вторинного комплексу, по одному на кожний вхід 52, що підтримуються над тумановловлювачем 48. Картриджі вторинного фільтра 54 з металевими волокнами звичайно є такими ж, як картриджі 44, але мають дрібнішу і щільніше упаковану решітку для захоплення дрібніших аерозолів. Оскільки фільтри другого комплексу одержують дуже невеликі кількості аерозолів, вони не перегріваються. Злив 56 передбачений в нижній частині бака 24 для обслуговування. Вхід 32 для води і злив 56 також використовуються для відбору проб води як в режимі очікування, так і після приведення в дію. Переважно бак 24 фільтра встановлений за радіаційним екраном, і поблизу бака розташована екранована панель керування. Переважно бак розташований всередині конструкції нижче по потоку від ізолюючих клапанів 58 і розривних дисків 60 у виході системи вентиляції. Бажано, якщо потрібне пасивне приведення в дію, клапани 68 є обов'язковими, а клапани 70 і розривні диски 60 є необов'язковими. Другий розривний диск 62 може бути розташований у вихідній трубі 64 бака, яка веде до виходу в атмосферу. Розривний диск 62 сприяє створенню в баку 24 інертного середовища за допомогою азоту і переважно має низький тиск розриву, наприклад, приблизно 1,3 бар(а).

Фільтруюча система 22 не вимагає подачі енергії ззовні і може бути виконана з можливістю повністю пасивного використання протягом щонайменше 24 годин. Через деякий час може бути додана вода. Система вимірювання і сигналізації рівня води, фігурально показана під номером 66, використовується для запобігання надмірному падінню рівня води. Фільтруюча система 22 може бути виконана з можливістю використання для вентиляції як сухої шахти, так і мокрої шахти для реакторів з киплячою водою і для вентиляції захисної оболонки для реакторів з водою під тиском.

Незважаючи на те, що детально описані конкретні варіанти здійснення винаходу, фахівцеві у даній галузі техніки буде зрозуміло, що різні модифікації і альтернативи цих подробиць можуть бути розроблені в межах загальних ідей винаходу. Відповідно, описані конкретні варіанти здійснення потрібно розуміти тільки як ілюстративні і такі, що не обмежують об'єм винаходу, який повністю охоплює прикладену формулу винаходу і будь-які або всі її еквіваленти.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Фільтр (22), який містить:
 - посудину (24) фільтра, що має вхідну форсунку (34), з'єднану з вентиляційним виходом (58) для приймання атмосферного потоку;
 - рідину, яка займає частину нижньої внутрішньої частини посудини фільтра;
 - вхідний трубопровід, що знаходиться в сполученні по плинному середовищу з вхідною форсункою (34) і проходить в нижню частину внутрішньої частини посудини (24) фільтра;
 - колектор (36), який з'єднаний з вхідним трубопроводом і проходить в нижню частину посудини (24) фільтра, причому колектор включає множину виходів (42) і виконаний з можливістю роботи з виходами для випускання частини атмосферного потоку, що підлягає фільтрації під басейном рідини (30), яка міститься всередині посудини фільтра,
 - який відрізняється
 - першим комплектом множини волокнистих фільтрів (44), причому кожен волокнистий фільтр занурений в рідину і має, по суті, першу щільність волокон для фільтрації атмосферного потоку, який випускається через відповідний вихід (42) в колекторі (36), причому кожен з волокнистих фільтрів в першому комплекті з'єднаний і знаходиться в сполученні по плинному середовищу з одним з виходів колектора і функціонує для фільтрації аерозолів і розщеплення вентилязованого потоку газу на маленькі бульбашки для ефективного відділення від рідини; і
 - вихід (26) посудини фільтра, що знаходиться в сполученні по плинному середовищу з внутрішньою частиною посудини (24) фільтра і виконаний з можливістю випускання відфільтрованого атмосферного потоку у зовнішню атмосферу.
2. Атомна енергетична установка, яка має захисну оболонку (10) для вміщення атомного реактора (12) для стримування істотної частини якої-небудь радіації, яка витікає з атомного реактора, причому захисна оболонка має вентиляційний вихід (58) для забезпечення керованого скидання при підвищенні атмосферного тиску всередині захисної оболонки у випадку збільшення тиску атмосферного потоку всередині захисної оболонки до рівня, який загрожує цілісності її конструкції, що включає фільтр (22) за п. 1, причому потік захисної оболонки випускається через згадані виходи колектора, і згадана посудина фільтра виконана з можливістю випускання відфільтрованого атмосферного потоку захисної оболонки у зовнішню атмосферу зовні захисної оболонки.
3. Атомна енергетична установка за п. 2, яка включає тіосірчаноокислий натрій, розчинений в рідині (30).
4. Атомна енергетична установка за п. 2, яка включає тумановловлювач (48), який підтримується над басейном рідини (30) для відділення якої-небудь вологи від вихідної фракції відфільтрованого атмосферного потоку захисної оболонки.
5. Атомна енергетична установка за п. 2, яка включає другий комплект множини волокнистих фільтрів (54), які проходять з другого колектора (50), який з'єднаний з виходом (26) посудини.
6. Атомна енергетична установка за п. 5, в якій другий комплект згаданої множини волокнистих фільтрів (54) має вищу щільність волокон, ніж перший комплект волокнистих фільтрів (44).
7. Атомна енергетична установка за п. 6, в якій другий комплект волокнистих фільтрів (54) містить металеві волокна.
8. Атомна енергетична установка за п. 2, в якій перший комплект волокнистих фільтрів (44) містить металеві волокна.
9. Атомна енергетична установка за п. 2, в якій посудина (24) являє собою посудину під тиском, що включає пристрій (28) для підтримування внутрішньої частини посудини під тиском, який перевищує атмосферний тиск.
10. Атомна енергетична установка за п. 2, в якій колектор (36) проходить в нижню частину посудини (24) під гострим кутом до центральної осі посудини.
11. Атомна енергетична установка за п. 10, в якій колектор (36) проходить в нижню частину посудини (24) у вигляді перевернутої "V", що має відгалуження (38, 40), які проходять вниз з кожного боку вершини (39), з виходами (42), які виступають щонайменше з одного з відгалужень (38, 40).

12. Атомна енергетична установка за п. 11, в якій кожне з відгалужень (38, 40), яке проходить вниз, має виходи (42), які виступають з нього.
13. Атомна енергетична установка за п. 11, в якій виходи (42) проходять вгору від виступаючих відгалужень (38, 40).
- 5 14. Атомна енергетична установка за п. 2, в якій в посудині (24) створене інертне середовище за допомогою азоту.

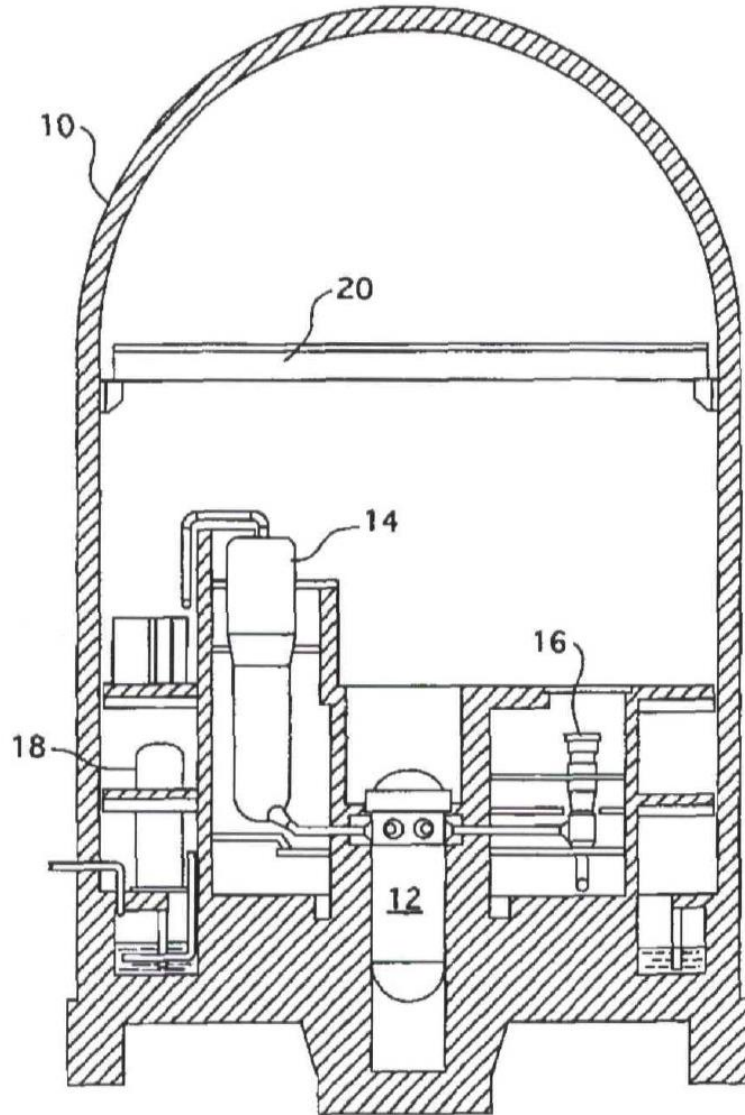


Fig. 1

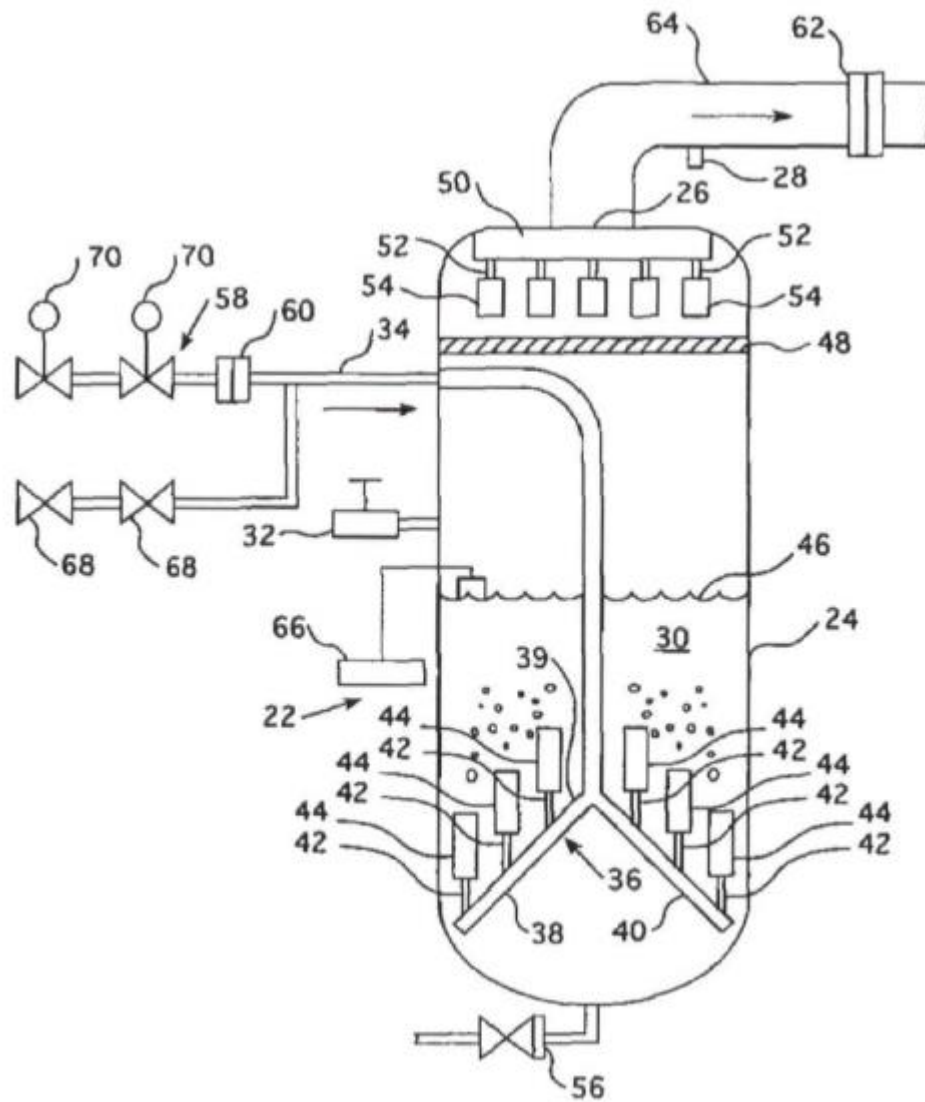


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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