



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **20 402** (13) **U1**

(51) МПК
G21F 9/02 (2000.01)
G21C 9/00 (2000.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21), (22) Заявка: **2001107233/20**, **20.03.2001**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.03.2001

(46) Опубликовано: **27.10.2001**

Адрес для переписки:
**620010, г.Екатеринбург, ул. Грибоедова, 32,
ОАО "СвердНИИхиммаш"**

(71) Заявитель(и):

**Открытое акционерное общество
"Свердловский научно-исследовательский
институт химического машиностроения"**

(72) Автор(ы):

**Бабенко Е.А.,
Дулупов Ю.Н.,
Глушко В.В.,
Гарзанов А.Л.,
Славягин П.Д.,
Двухименный В.А.**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Свердловский научно-исследовательский
институт химического машиностроения"**

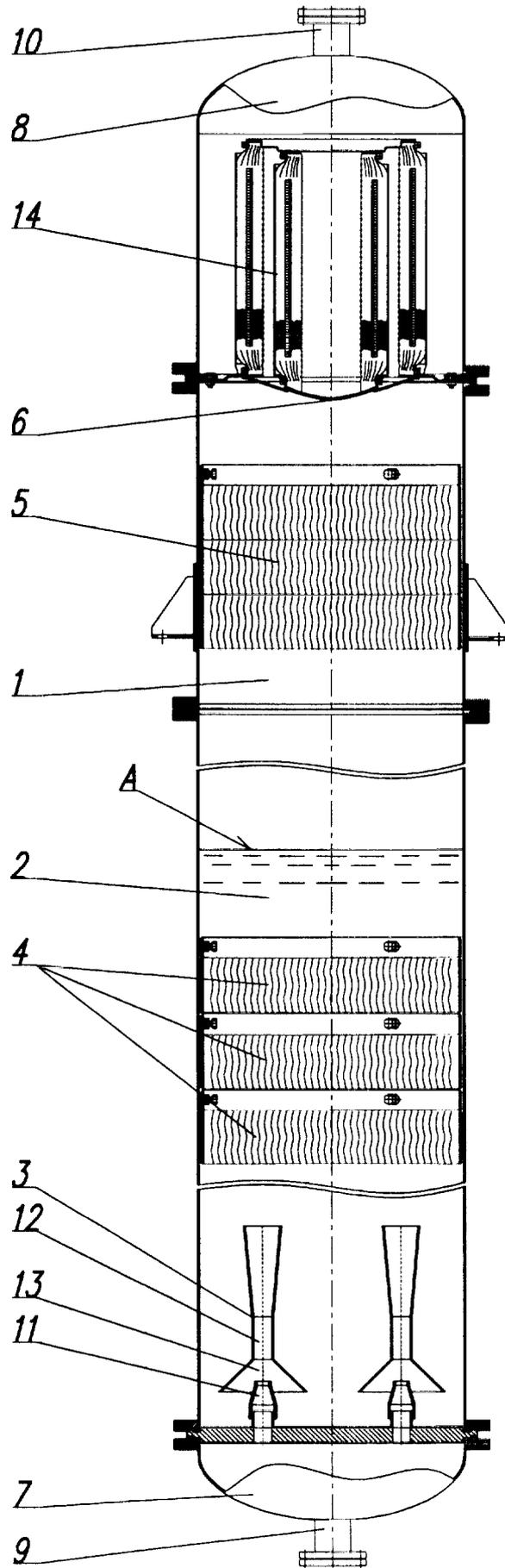
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОТОКОВ ПАРОГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ СБРОСЕ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ИЗ-ПОД ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧЕК АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

(57) Формула полезной модели

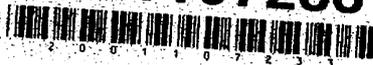
1. Устройство для очистки потоков парогазовых смесей, образующихся при сбросе избыточного давления из-под защитных оболочек атомных электростанций, содержащее резервуар высокого давления с моющим раствором, расположенные внутри резервуара высокого давления в объеме моющего раствора смешивающие устройства струйного типа и над ними устройства для распределения парогазовой смеси по сечению резервуара, каплеотделители, размещенные в резервуаре над уровнем моющего раствора, и штуцеры входа и выхода очищаемых потоков парогазовых смесей, отличающееся тем, что смешивающие устройства струйного типа выполнены в виде эжекторов, а фильтрующие элементы каплеотделителя, установленного перед штуцером выхода очищаемых потоков парогазовых смесей, выполнены из стекловолокна.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что во входных отверстиях сопел эжекторов установлены обратные клапаны.

3. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что выходные отверстия сопел эжекторов снабжены запорными устройствами.



2001107233



МПК G21F 9/02,G21C 9/00

Устройство для очистки потоков парогазовых смесей, образующихся при сбросе избыточного давления из-под защитных оболочек атомных электростанций.

Полезная модель относится к устройствам для обработки материалов с радиоактивным заражением, с целью устранения этого заражения, и может быть использована, преимущественно, при локализации последствий аварий на атомной электростанции.

Одной из мер по управлению аварией, предотвращения повреждения защитной оболочки ядерного реактора является сброс давления из защитной оболочки с фильтрацией выводимых радиоактивных сред. При фильтрации происходит очистка парогазовой смеси от радиоактивных аэрозолей и летучих форм радиоактивного молекулярного йода и радиоактивного органического йода для исключения выброса радиоактивных веществ в окружающую среду.

В настоящее время, в связи с масштабным введением в эксплуатацию атомных электростанций, перед российскими специалистами поставлена задача по разработке высокоэффективной системы улавливания продуктов деления (УПД).

Анализ научно-технической и патентной документации, результатов исследований российских моделей УПД-систем, совместных российских и зарубежных систем в Германии и США показали, что наиболее эффективными, удовлетворяющими требованиям по очистке парогазовых смесей от радиоактивных веществ, являются устройства, оборудованные несколькими ступенями очистки.

Как правило, устройство представляет собой резервуар, заполненный моющим раствором, под уровнем которого установлены смешивающие устройства струйного типа (трубы Вентури, сопла) и размещенные над ними распределители, используемые для дробления газовых пузырей и выравнивания потока парогазовой смеси по сечению резервуара. Над уровнем моющего раствора размещены каплеуловители (влагоотделители) с фильтрующими элементами из металловолокна или металлической сетки.

Рассмотрим более подробно известные из мирового уровня техники решения, техническая сущность которых основана на описанных выше конструктивных элементах.

2001107233 2

Известно устройство для очистки потоков парогазовых смесей, образующихся при сбросе избыточного давления из-под защитных оболочек атомных электростанций (см. патент СССР №1718740, кл. G21F 9/02, 14.04.89, заявитель-фирма "Сименс" ФРГ), включающее резервуар высокого давления с моющим раствором, моющие устройства Вентури, расположенные внутри резервуара высокого давления в объеме моющего раствора, каплеотделители и волокнистые фильтры, при этом выходные отверстия моющих устройств Вентури расположены выше уровня моющего раствора в зоне наибольшего горизонтального сечения резервуара высокого давления, причем над выходными отверстиями моющих устройств Вентури установлены отбойные пластины для каплеотделения, а над поверхностью моющего раствора расположены фильтры из металлических волокон, каждый из которых состоит из трех слоев, причем толщина волокон во внешних слоях каждого из фильтров составляет от 8 до 20 мкм, во внутреннем слое от 8 до 7 мкм, а толщина каждого слоя фильтров составляет 10-20 мм.

В соответствии с зависимыми пунктами формулы рассматриваемого изобретения оно может быть усовершенствовано, а именно:

- в резервуаре высокого давления с моющим раствором размещены две различно наклоненные относительно горизонтали трубы, на которых под прямым углом расположены моющие устройства Вентури, имеющие различную длину и оканчивающиеся в одной горизонтальной плоскости;

- моющие устройства Вентури в объеме моющего раствора могут иметь в направлении движения парогазовой смеси две, расположенные на расстоянии одна от другой, входные зоны, причем расстояние между зонами не менее двойной ширины горловины моющего устройства Вентури;

- фильтры из металлических волокон объединены друг с другом попарно.

При аварии, сопровождающейся плавлением зоны ядерного реактора, в защитной оболочке поднимается давление до опасной величины, и устройство для очистки выходящей из защитной оболочки парогазовой смеси автоматически подключается к оболочке и вентиляционной трубе. Поток парогазовой смеси поступает через штуцер входа ее в резервуар и под действием разности давлений на входе (давление в защитной оболочке) и выходе (атмосферное давление) из устройства проходит через моющие устройства Вентури. В них происходит эффективный захват аэрозолей и летучих продуктов деления диспергированной моющей жидкостью, всасываемой через сопла внутрь моющих устройств. Образующаяся парожидкостная смесь выходит из моющих устройств Вентури и проходит через моющую жидкость в резервуаре высокого давления, где также очищается

от аэрозолей и летучих продуктов деления. Затем при прохождении парогазовой смеси сквозь металловолоконистые фильтры происходит улавливание аэрозолей, не уловленных в моющей жидкости резервуара высокого давления, а также аэрозолей, образующихся при лопании воздушных пузырьков на поверхности жидкости, и капель жидкости, захваченной парогазовой смесью при выходе из моющей жидкости в резервуаре.

Данное устройство, работающее в режиме скользящего давления, показало хорошие результаты по улавливанию аэрозолей и йода.

Однако следует отметить, что некоторые конструктивные недостатки известного устройства не позволяют максимально эффективно осуществить процесс очистки поступающей из защитной оболочки парогазовой смеси.

Так, выполненные в боковой стенке моющих устройств Вентури отверстия ограничивают расход инжектируемого моющего раствора из резервуара, а значит и ограничивают соотношение вступающих во взаимодействие парогазовой смеси и моющего раствора в сторону снижения последнего. Это не способствует более интенсивному переносу аэрозолей и летучих форм йода из газообразной среды в жидкую.

Доказательством существования такой проблемы является то, что в устройстве по патенту СССР №1718740 потребовалось увеличить количество отверстий - "моющие устройства Вентури имеют в направлении движения парогазовой смеси две расположенные на расстоянии одна от другой входные зоны" (имеются ввиду отверстия в боковой стенке моющего устройства Вентури).

Операция выполнения отверстий трудоемка и дорого стоит.

Кроме того, выполненные из металлических волокон, имеющих микронный поперечный размер, фильтры, расположенные над моющим раствором, подвергаются коррозионному разрушению испарениями моющего раствора в течение всего срока эксплуатации (30-50 лет) в безаварийном режиме.

Поэтому в случае аварии известный фильтр не может в силу перечисленных недостатков обеспечить необходимую степень очистки парогазовой смеси перед выбросом в окружающую среду и необходимо предусматривать дополнительную очистку.

Наиболее близким к заявляемому и принятым в качестве прототипа является разработанное фирмой "Sulzer", Швейцария, устройства для улавливания продуктов деления, применяемое "для вентинга контейнента" (см. сборник отчетов "Усовершенствование системы улавливания продуктов при авариях на АЭС с ВВЭР, "Проект: R 2.08/95. Результаты. Проекты. Издание: Siemens Power Generation под эгидой

EUROPEAN COMMISSION, а именно задание 2. "Оценка состояния дел с разработкой систем улавливания продуктов деления на Западе", с.14, 15, фиг.11).

Устройство, или фильтр по тексту отчета, включает резервуар высокого давления (сосуд - в Отчете) с моющим раствором, расположенные внутри резервуара высокого давления в объеме моющего раствора смешивающие устройства струйного типа (набор сопел Вентури - в Отчете) и над ними устройства для распределения парогазовых смесей (смешивающие элементы Зульцера, расположенные в двух слоях в середине резервуара по его сечению - в Отчете), каплеотделители (другие слои смешивающих элементов, расположенных в верхней части корпуса, отделяют капли воды из выходящего газопарового потока" - в Отчете), размещенные над уровнем моющего раствора, и штуцеры входа и выхода очищаемой парогазовой смеси. Сопла окружены рассеивающими пластинами, расположенными выше выходов сопел, чтобы разрушить водную струю и преобразовать поток в быстродвигающуюся пену. Одновременно происходит и улавливание моющим раствором аэрозолей из парогазовой смеси.

Парогазовая смесь, преобразовавшись в соплах в парожидкостную смесь, двигается вверх и попадает в смешивающие элементы Зульцера, погруженные в моющий раствор. Смешивающие элементы Зульцера с открытыми самопересекающимися каналами течения рассеивают в жидкости газы, которые несут аэрозоли. Разделяющие силы, возникающие в смешивающих элементах, разбивают газовый поток на маленькие пузыри, в результате чего граница раздела фаз непрерывно возобновляется соединением пузырей и формированием новых пузырей. А поскольку в струе потока в смешивающем элементе имеет место и рассеивание энергии, то поток пузырей и массопередающая поверхность сохраняются. Увеличенная турбулентность в жидкости увеличивает массообмен.

Достоинством конструктивного выполнения рассматриваемого средства производства является то, что он оборудован большим, чем описанный выше аналог, числом ступеней очистки парогазовой и парожидкостной смесей от радиоактивных веществ, что обеспечивает высокую эффективность устройства. Но в то же время конструктивное выполнение ступеней обуславливает недостатки в работе устройства в целом. Выполнение в боковой стенке каждого сопла Вентури входных каналов для всасывания моющего раствора внутрь сопла ограничивают расход инжектируемого моющего раствора, ограничивая тем самым соотношение вступающих во взаимодействие парогазовой смеси и моющего раствора в сторону

снижения последнего. Это, в свою очередь, снижает интенсивность переноса аэрозолей и летучих форм йода из газообразной среды в жидкую.

Выполненные из гофрированной тонколистовой стали каплеотделители (смешивающие элементы, расположенные над уровнем моющего раствора в середине резервуара и в верхней части его) подвержены разрушению в условиях постоянного испарения моющего раствора. Поэтому в случае аварии известный фильтр не сможет обеспечить необходимую степень очистки парогазовой и парожидкостной смесей перед выбросом в окружающую среду.

Авторами настоящей заявки создано такое устройство, в котором исключены недостатки известных из уровня техники и описанных выше объектов того же назначения.

Заявляемая полезная модель - устройство для очистки потоков парогазовых смесей, образующихся при сбросе избыточного давления из-под защитных оболочек атомных электростанций, как и прототип, содержит резервуар высокого давления с моющим раствором, расположенные внутри резервуара высокого давления в объеме моющего раствора смешивающие устройства струйного типа и над ними устройства для распределения парожидкостной смеси, каплеотделители, размещенные в резервуаре над уровнем моющего раствора, и штуцеры входа и выхода очищаемых потоков парогазовых смесей.

Заявляемое устройство отличается от прототипа тем, что смешивающие устройства струйного типа выполнены в виде эжекторов, а фильтрующие элементы каплеотделителя, установленного перед штуцером выхода очищаемых потоков парогазовых смесей, выполнены из стекловолокна.

В соответствии с зависимым пунктом 2 формулы полезной модели устройство отличается и тем, что во входных отверстиях сопел эжекторов установлены обратные клапаны, а зависимый п. 3 формулы полезной модели предусматривает снабжение выходных отверстий сопел эжекторов запорными устройствами.

Усовершенствование конструкции устройства в соответствии с формулой полезной модели, а особенно с признаками отличительной части формулы предполагает достижение следующих преимуществ перед прототипом:

1. Использование эжекторов, а не сопел Вентури позволит существенно изменить соотношение вступающих во взаимодействие моющего раствора и парогазовой смеси в сторону увеличения моющего раствора. Это приведет к более интенсивному переносу массы (аэрозолей, йода) из парогазовой смеси в моющий раствор;

2. Выполнение фильтрующих элементов каплеотделителя из стекловолокна исключает их коррозию, в то время, как вероятность коррозионного разрушения металлических волокон велика. Эта вероятность

обусловлена микронным размером волокна в поперечнике. Однако с другой стороны, такой минимальный размер металловолокна необходим для достижения заданной степени очистки парогазовой смеси от мельчайших частиц аэрозолей и капель моющего раствора.

Проведенные авторами опытные испытания заявляемой полезной модели выявили, что на фильтрующих элементах из стекловолокна происходит и сорбция йода, что повышает коэффициент очистки парогазовых смесей.

Необходимо отметить, что металлическое волокно по сравнению со стекловолокном намного дороже; более того, металлическое волокно в России не производится.

3. Установка обратных клапанов во входных отверстиях сопел эжекторов и снабжение выходных отверстий сопел запорными устройствами предотвращают заполнение в режиме ожидания донной полости резервуара высокого давления и штуцера входа парогазовой смеси. Благодаря этому исключаются гидравлические удары, возникающие в начальный период работы устройства для очистки, когда, в отсутствие обратных клапанов и запорных устройств, находящийся в штуцере входа парогазовой смеси и в донной полости резервуара холодный моющий раствор контактирует с парогазовой смесью, имеющей максимальные расход, температуру и давление.

Гидравлические удары могут возникать и при существенных колебаниях то в сторону уменьшения, то увеличения расхода парогазовой смеси, поступающей в течение аварийного выброса из защитной оболочки. Обратные клапаны, регулируя расход парогазовой смеси, исключают это негативное явление.

Отсутствие сопровождающих гидравлические удары вибраций устройства для очистки обеспечивает стабильную работу, прочность и устойчивость его.

Заявляемая полезная модель соответствует всем критериям патентоспособности.

Она является новой, т.к. на данный момент заявителем не выявлено ни одного известного из уровня техники решения, характеризуемого такой же совокупностью признаков.

Полезная модель промышленно применима, т.к. она охарактеризована конкретными конструктивными признаками, каждый из которых воспроизводим и не противоречит использованию заявляемого устройства в промышленных условиях. При этом вся совокупность признаков и каждый признак в отдельности направлены на достижение ожидаемого технического результата - высокоэффективной очистки парогазовых смесей, образующихся в защитных оболочках ядерных реакторов при аварии на атомных электростанциях, от радиоактивных аэрозолей и летучих форм

радиоактивного йода при обеспечении надежной в эксплуатации конструкции устройства и составных частей его.

Для подтверждения сказанного представляем описание конструкции устройства и его работы.

Полезная модель иллюстрируется чертежами. На фиг.1 изображен общий вид устройства для очистки в разрезе; на фиг. 2 и 3 – конструкция сопла эжектора по п.п. 2 и 3 формулы полезной модели.

Устройство содержит резервуар 1 высокого давления с моющим раствором 2,заполняющим резервуар 1 до уровня А. Внутри резервуара 1 высокого давления в объеме моющего раствора 2 расположены смешивающие устройства 3 струйного типа. Над устройствами 3 также в объеме моющего раствора 2 расположены устройства 4 для распределения парогазовой смеси по сечению резервуара 1, выполненные из гофрированной нержавеющей сетки. Над уровнем А моющего раствора 2 в резервуаре 1 высокого давления размещены каплеотделители 5 и 6.

На дне 7 и крышке 8 установлены, соответственно, штуцер 9 входа парогазовой смеси и штуцер 10 выхода парогазовой смеси.

Смешивающие устройства 3 струйного типа выполнены в виде эжекторов, в каждом из которых между соплом 11 и камерой смешения 12 имеется кольцевой зазор 13 для инжектирования моющего раствора 2 из резервуара 1 в камеру смешения 12.

Каплеотделитель 5 выполнен из гофрированной сетки, а фильтрующие элементы 14 каплеотделителя 6, установленного перед штуцером 10, выполнены из стекловолокна.

Во входном отверстии сопла 11 каждого эжектора может быть установлен обратный клапан 15, выполненный в виде шара или поршня, а выходное отверстие сопла 11 каждого эжектора может быть снабжено запорным устройством 16, например в виде мембраны.

Очистка потоков парогазовых смесей при сбросе избыточного давления из-под защитных оболочек в случае аварии на атомной электростанции будет происходить следующим образом.

Потоки парогазовых смесей поступают в устройство для очистки из защитной оболочки через штуцер 9 с теми же термодинамическими параметрами, что и условия в защитной оболочке.

Парогазовая смесь поступает в сопла 11 эжекторов 3, где пониженное давление, возникающее из-за ускоренного движения парогазовой смеси внутри сопел 11, используется для всасывания моющего раствора 3 в высокоскоростную среду внутри эжектора 3 через кольцевой зазор 13.

Засасываемый раствор 2 образует капельный туман, который захватывает аэрозоли и летучий йод.

Газ и капли раствора 2, выходя из эжекторов 3, попадают в моющий раствор 2 в резервуаре 1. При прохождении через слой раствора 2 вверх большинство этих капель захватываются им, поэтому и мелкие аэрозоли остаются в растворе 2, однако некоторое количество капель выделяется из раствора при лопании газовых пузырей на поверхности его. Размер капель очень мал, поэтому улавливание субмикронных аэрозолей и летучего йода, захваченных каплями, осуществляется на двух ступенях очистки, размещенных над уровнем моющего раствора: сначала на каплеуловителе 5 из гофрированной сетки, а затем на каплеуловителе 6 с фильтрующими элементами 14 из ультратонкого стекловолокна, который способен улавливать не только аэрозоли, но и летучий йод.

После прохождения через каплеуловитель 6 парогазовая смесь, очищенная на 99,99 % от радиоактивных аэрозолей и на 99,9 % от всех форм йода, выбрасывается в атмосферу.

При установке обратных клапанов 15 во входных отверстиях сопел 11 эжекторов и снабжении запорными устройствами 16 выходных отверстий сопел 11 начальный период работы устройства для очистки может характеризоваться следующим образом.

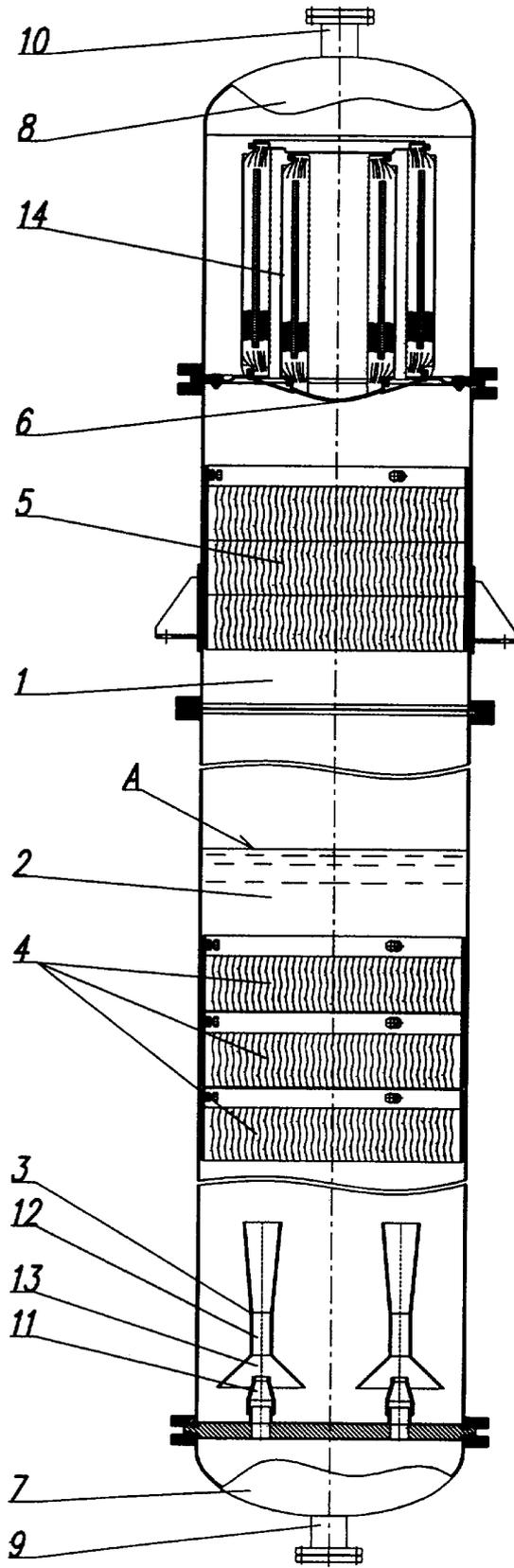
Потоки парогазовой смеси, поступая через штуцер 9 в эжектор 3, поднимают вверх обратные клапаны 15, после чего разрывают мембрану 16 и попадают в моющий раствор 2 в резервуаре 1. И далее процесс осуществляется так, как описано выше.

Как только расход парогазовых смесей значительно уменьшится, обратные клапаны 15 опускаются, закрывая входные отверстия сопел 11, предотвращая "провал" моющего раствора 2 из резервуара 1 в донную полость резервуара 1, а значит и гидравлические удары и вибрации. Устройство для очистки работает в стабильном режиме.

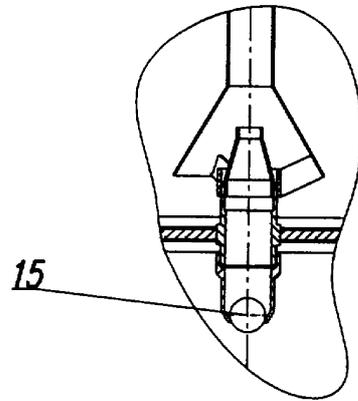
2001107233

Устройство для очистки потоков парогазовых смесей, образующихся при сбросе избыточного давления из-под защитных оболочек атомных электростанций

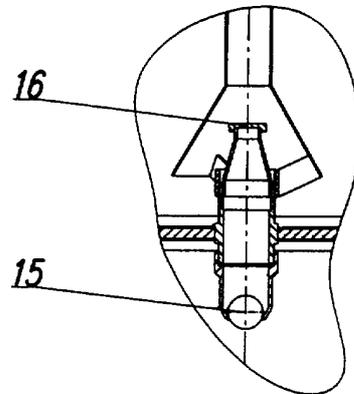
в сталь
дрели-1



Фиг 1



Фиг 2



Фиг 3