



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 36118

(51) C22B 9/04 (2006.01)

B01D 7/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2022/0036.1

(22) 25.01.2022

(45) 24.02.2023, бюл. №8

(72) Володин Валерий Николаевич; Требухов Сергей Анатольевич; Кенжалиев Багдаулет Кенжалиевич; Ниценко Алина Владимировна; Бурабаева Нурила Муратовна; Требухов Алексей Анатольевич; Тулеутай Фархад Ханафияұлы

(73) Акционерное общество «Институт металлургии и обогащения»

(74) Касимова Улдана Куралбаевна

(56) RU 2041274 C1, 09.08.1995

RU 2653893 C2, 15.05.2018

SU 378468 A1, 18.04.1973

RU 2047310 C1, 10.11.1995

(54) **ВАКУУМНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

(57) Изобретение относится к конструкциям вакуумных аппаратов для переработки сыпучих материалов, предназначено для переработки полиметаллических концентратов сублимацией летучих составляющих при низком давлении и может быть использовано в металлургической, химической и других отраслях промышленности.

Вакуумный аппарат для переработки сыпучих материалов включает корпус, испарительную камеру с испарителем, содержащим перфорированную трубу с конусообразными обечайками, обращенными большим основанием

вниз, внутри которых размещен нагреватель, паропровод, конденсатор, загрузочное и разгрузочные устройства, в котором аппарат снабжен коаксиально расположенным перфорированным экраном, опирающийся на конусную часть испарительной камеры и имеющим зазор с корпусом, на экран опираются конусные обечайки, обращенные большим основанием вверх, несоприкасающиеся с конусными обечайками, обращенными большими основаниями вниз, испаритель снабжен центральным нагревателем, корпус снабжен внешним нагревателем, загрузочная емкость выполнена кольцевой цилиндрической вокруг центрального нагревателя и снабжена кольцевой щелью, нижний срез которой находится не выше уровня большего основания конусных обечайек, опирающихся на перфорированный экран, конусная часть испарительной камеры снабжена разгрузочной трубой, имеющей зазор между нижним срезом ее и плоскостью вибрационного разгрузчика с бортами, причем уровень нижнего среза разгрузочной трубы соответствует уровню бортов вибрационного разгрузчика, а угол наклона конусообразных обечайек и конусной части испарительной камеры составляет не менее 45°.

Технический результат заключается в усовершенствовании конструкции вакуумного аппарата для переработки сыпучих материалов.

(19) KZ (13) B (11) 36118

Изобретение относится к конструкциям вакуумных аппаратов для переработки сыпучих материалов, предназначено для переработки полиметаллических концентратов сублимацией летучих составляющих при низком давлении и может быть использовано в металлургической, химической и других отраслях промышленности.

Известен вакуумный дистилляционный аппарат (RU 2047310 C1, опубл. 10.11.1995г.), включающий испаритель большим основанием вверх, патрубки для подвода и отвода жидкости и трубу для выхода пара. Внутри испарителя размещен тор с возможностью возвратно-поступательного перемещения посредством гибкой тяги. Аппарат предназначен для вакуумной перегонки жидкости, отличается сложностью конструкции и не может быть использован для сублимационной переработки сыпучих материалов.

Известна также вакуумная электропечь непрерывного действия (SU 165551 A1, опубл. 1964г.), содержащая вакуумную камеру с горизонтальным днищем, к которому под углом естественного откоса обрабатываемого сыпучего материала установлен ряд плоских наклонных поверхностей. Электропечь снабжена, нагревателями с обеих сторон наклонных поверхностей, конденсатором, узлами загрузки и выгрузки, а также устройством регулирования толщины слоя сырья на поверхностях. Слой материала с двух сходящихся внизу поверхностей попадает в разгрузочное шлюзовое устройство. Недостатком является несовершенство конструкции и трудность поддержания равномерной толщины слоя сыпучего материала на поверхностях, сползание и накопление сыпучего материала в зоне сходящихся внизу поверхностей перед разгрузочным устройством, что может привести к местным перегревам, образованию спёков, а также недостаточная площадь сечения каналов для вывода пара.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по технической сущности является вакуумный аппарат для переработки сыпучих материалов (RU 2041274 C1, опубл. 09.08.1995г.) содержащий корпус цилиндрическую испарительную камеру с испарителем, содержащим перфорированную трубу с конусообразными обечайками в нижней части, обращенными большими основаниями вниз, паропровод, конденсатор, узлы загрузки и выгрузки. Аппарат разделен горизонтальной перегородкой на верхнюю и нижнюю секции. Нижняя секция, где расположена испарительная камера с равномерно расположенными испарителями, соединена с загрузочной трубой, в верхней части камеры каждый испаритель снабжен патрубком, расположенным коаксиально снаружи перфорированной трубы, удерживающей конусообразные обечайки. Аппарат предназначен для переработки в полупериодическом режиме сыпучего материала, например тетрафорида циркония. Недостатком является сложность конструкции, обусловленная наличием нескольких

(не менее чем трех), испарителей с нагревателями, являющихся одновременно каналами для отвода паров в верхнюю секцию, свободную от конусообразных обечайек, организующих поверхность испарения. Кроме того, внутри испарителей размещены нагреватели, на выходе из испарителей расположены перфорированные полуцилиндры, перфорация которых обращена в противоположную от паропровода сторону, создающие дополнительные затруднения для выхода пара. Это, также нерациональное использование вакуумного объема делением его на испарительную и паропроводящую секции, свидетельствует о несовершенстве конструкции аппарата для переработки сыпучих материалов в целом. Кроме того, вывод пара во внутреннюю полость перфорированной трубы испарителя, где размещены нагреватели и сечение которой мало по отношению к площади испарения летучих составляющих, затрудняет вывод пара из испарителей в конденсатор.

Технический результат от совокупности влияния признаков, предлагаемых в изобретении, заключается в усовершенствовании конструкции вакуумного аппарата для переработки сыпучих материалов.

Технический результат достигается тем, что в вакуумном аппарате для переработки сыпучих материалов, включающем испарительную камеру с испарителем, содержащим перфорированную трубу с конусообразными обечайками, обращенными большим основанием вниз, внутри которых размещен нагреватель, паропровод, конденсатор, загрузочное и разгрузочные устройства, в котором аппарат снабжен коаксиально расположенным перфорированным экраном, опирающимся на конусную часть испарительной камеры и имеющим зазор с корпусом, на экран опираются конусные обечайки, обращенные большим основанием вверх, не соприкасающиеся с конусными обечайками, обращенными большими основаниями вниз, испаритель снабжен центральным нагревателем, корпус снабжен внешним нагревателем, загрузочная емкость выполнена кольцевой цилиндрической вокруг центрального нагревателя и снабжена кольцевой щелью, нижний срез которой находится не выше уровня большего основания конусных обечайек, опирающихся на перфорированный экран, конусная часть испарительной камеры снабжена разгрузочной трубой, имеющей зазор между нижним срезом ее и плоскостью вибрационного разгрузчика с бортами, причем уровень нижнего среза разгрузочной трубы соответствует уровню бортов вибрационного разгрузчика, а угол наклона конусообразных обечайек и конусной части испарительной камеры составляет не менее 45°.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Снабжение аппарата коаксиально расположенным перфорированным экраном с опирающимися на него конусными обечайками, обращенными большим основанием вверх, не соприкасающимися с обечайками испарителя, обращенными большими основаниями вниз, позволяет организовать

кольцевой поток сыпучего материала, открытого на откосах в сторону, как в сторону перфорированной трубы испарителя, так и в сторону перфорированного экрана, что значительно увеличивает площадь сечения пространства для отвода пара. Зазор между перфорированным экраном и корпусом аппарата также устраняет затруднения для вывода пара конденсатор, что направлено на достижение технического результата.

Размещение испарителя соосно корпусу аппарата и снабжение его центральными нагревателями, позволяет вывести водоохлаждаемые токоподводящие устройства вне корпуса, что значительно упрощает конструкцию и делает возможным оперативную замену его другим в случае выхода из строя, что совершенствует конструкцию в целом. Снабжение корпуса аппарата дополнительным нагревателем позволяет выровнять температуру в испарительном пространстве и предотвратить конденсацию летучих составляющих перерабатываемого сыпучего материала на корпусе.

Изготовление загрузочной емкости кольцевой цилиндрической вокруг центрального нагревателя позволяет разместить центральный нагреватель соосно корпусу аппарата с выводом токоподводящих устройств из вакуумного объема. Снабжение загрузочной емкости кольцевой щелью, нижний срез которой находится не выше уровня большего основания конусных обечайек, опирающихся на перфорированный экран, позволяет организовать равномерную загрузку сыпучего материала в кольцевое пространство между конусными обечайками, обращенными большими основаниями вверх и вниз. Размещение нижнего среза кольцевой щели, нижний срез которой находится не выше уровня большего основания конусных обечайек, опирающихся на перфорированный экран, обусловлен тем, что угол естественного откоса сыпучих материалов не может быть равным нулю и исключает пересыпание загружаемого материала в зазор между корпусом аппарата и перфорированным экраном и затруднение для отвода пара в конденсатор. Это также направлено на достижение технического результата.

Снабжение конусной части испарительной камеры разгрузочной трубой, имеющей зазор между нижним срезом ее и плоскостью вибрационного разгрузчика с бортами, где уровень нижнего среза разгрузочной трубы соответствует уровню бортов вибрационного разгрузчика, позволяет при наличии в трубе сыпучего материала с углом естественного откоса отделить пространство испарителя от пространства узла выгрузки. В связи с тем, что уровень нижнего среза трубы соответствует уровню бортов вибрационного разгрузчика, а угол естественного откоса сыпучего материала не может быть равным нулю, естественным образом создается затвор из сыпучего материала, предотвращающий попадание пара из испарителя в пространство узла выгрузки, что при работающем виброразгрузчике позволяет организовать стабильное реологическое перемещение сыпучего материала в испарителе и

вывод его подобно псевдожидкости «перетеканием» через борта виброразгрузчика в узел выгрузки обработанного материала. Кроме того, горизонтальные вибрационные колебания виброразгрузчика относительно неподвижного нижнего среза трубы конуса испарительной камеры способствуют разрушению возможных спеков небольшого размера, что также направлено на усовершенствование конструкции аппарата.

Выбор угла наклона угла наклона конусообразных обечайек и конусной части испарительной камеры не менее 45° обусловлен следующим. Для большинства дисперсных материалов, подлежащих переработке, угол естественного откоса колеблется в пределах $35-40^\circ$. При высоких температурах ($600-700^\circ\text{C}$) угол естественного откоса увеличивается на $3-5^\circ\text{C}$. В связи с этим нижний предел угла наклона ребер 45° обеспечивает гарантированное сползание сыпучего материала по обечайкам усеченных конусов.

Таким образом, все заявляемые признаки направлены на достижение технического результата – усовершенствование конструкции аппарата для переработки сыпучих материалов.

На фиг. приведена схема предлагаемого вакуумного аппарата для переработки сыпучих материалов, включающего испаритель (1) и конденсатор циклонного типа (2), соединенные паропроводом (3). В испарителе (1) установлена перфорированная труба (4), на которую опираются конусообразные обечайки (5), обращенные большим основанием вниз, и внутри которой размещен центральный нагреватель (6). На конусную часть (7) испарительной камеры (1) установлен перфорированный экран (8), на который опираются конусные обечайки (9), обращенные большим основанием вверх.

В верхней части корпуса аппарата (10) размещен цилиндрический кольцевой приемный бункер (11), с кольцевой щелью (12), нижний срез которой расположен не выше верхней обечайки (9), обращенной большим основанием вверх. Цилиндрический кольцевой приемный бункер (11) герметично соединен с вибропитателем (13) и узлом загрузки (14).

Конусная часть (7) испарительной камеры (1) снабжена трубой (15). Нижний срез трубы (15) выполнен с зазором между ним и плоскостью виброразгрузчика (16), снабженной бортами (17). Под плоскостью виброразгрузчика (16) размещен узел выгрузки (18) обработанного материала. Конусная часть (7) испарительной камеры (1) опирается на теплоизолирующую перегородку (19). Испаритель (1) отделен от приемного бункера (11) теплоизолирующей перегородкой (20). Корпус (10) снабжен по высоте внешним электрическим нагревателем сопротивления (21) и теплоизоляцией (22).

Конденсатор циклонного типа (2) выполнен в виде водоохлаждаемого корпуса (23), внутри которого коаксиально размещена водоохлаждаемая труба (24). Внутри водоохлаждаемой трубы (24) размещен тканевый фильтр (25) с возможностью встряхивания. В верхней части водоохлаждаемая

труба (24) вне объема конденсатора (2) соединена вакуумпроводом (26) с системой эвакуации неконденсирующихся газов. В нижней части объема конденсатора (2) открыт в сторону узла выгрузки конденсата (26).

Вакуумный аппарат работает следующим образом. Исходный сыпучий материал загружается в узел загрузки (14), откуда удаляются остаточные газы. Остаточные газы эвакуируют также из всего вакуумного аппарата посредством системы эвакуации неконденсирующихся газов через вакуумпровод (26). Затем при сообщении вибропитателю (13) направленных колебаний сыпучий материал подают в приемный бункер (11), при этом через кольцевую щель (12) сыпучий материал заполняет кольцевое пространство между конусными обечайками (5) и (9), конусную часть испарителя (7), трубу (15) и совместно с виброразгрузчиком (16) образует затвор, отделяющий пространство испарителя (1) от узла разгрузки (18). На начальном этапе кольцевое пространство между конусными обечайками (5) и (9), конусную часть испарителя (7), трубу (15) совместно с виброразгрузчиком (16) заполняют инертным сыпучим материалом, не содержащим летучих составляющих. Затем включением центрального (6) и внешнего (21) нагревателей температуру в испарителе поднимают до технологически необходимой и посредством виброзагрузчика (13) подают обрабатываемый сыпучий материал через приемный бункер (11) и кольцевую щель (12) в пространство между конусными обечайками (5) и (9). Сыпучий материал проходя между конусными обечайками (5) и (9) образуют за счет угла естественного откоса поверхности испарения, обращенные к перфорированной трубе испарителя (4) и перфорированному экрану (8). Пары летучих составляющих сыпучего материала через перфорацию выводятся в полость перфорированной трубы (4) и зазор между корпусом аппарата (10), затем через паропровод (3) в конденсатор (2).

Поддержание температуры в испарителе (1) обеспечивается включением нагревателей (6), (21) и наличием верхней (20) и нижней (19) теплоизолирующих перегородок.

Обработанный сыпучий материал, достигая нижнего среза трубы (15) образует с плоскостью виброразгрузчика (16), имеющей борта (17), затвор, отделяющий объем испарителя (1) от объема узла разгрузки обработанного материала (18). При сообщении виброразгрузчику (16) с бортами (17) горизонтальных колебаний обработанный сыпучий материал пересыпается через борта (17) ссыпается в узел разгрузки обработанного материала (18).

Пары летучих составляющих, направляемые через паропровод (3) в конденсатор циклонного типа (2), конденсируются на поверхности водоохлаждаемых корпуса (23) и трубы (24) в виде самоосыпающегося порошка, который ссыпается в узел выгрузки конденсата (27). Пары легколетучих компонентов, конденсирующиеся в объеме конденсатора (2) и увлекаемые газовым потоком в вакуумпровод (26),

улавливаются тканевым фильтром (25) и при накоплении стряхиваются в узел выгрузки конденсата (27).

При возможном локальном образовании более крупных, чем частицы обрабатываемого сыпучего материала, мало прочных конгломератов, последние разрушаются при соприкосновении с поверхностью виброразгрузчика (16).

При проведении испытаний предлагаемого вакуумного аппарата в качестве сыпучего материала использовали мышьяк содержащий флотационный концентрат Нежданского месторождения (Россия), содержащий 15,8% мышьяка с насыпной плотностью 1110 кг/м³. Флотоконцентрат гранулировали с добавлением 2% сульфит-целлюлозного шелока, высушивали и отсеивали на фракции. В испытании использовали фракцию -3,0+0,64 мм, фракцию -0,64 мм возвращали на грануляцию. Угол естественного откоса гранулированной фракции -3,0+0,64 мм найден равным 35-37°. При изготовлении обечаек усеченных конусов и конуса испарителя, угол образующих выполнен равным 45°. Диаметр трубы конуса испарителя изготовлен равным 35 мм, Диаметр плоскости виброразгрузчика 100 мм, высота бортов 10 мм, зазор между нижним срезом устья и плоскостью виброразгрузчика 10 мм.

Гранулированная фракция флотоконцентрата содержала 15,8% мышьяка в виде сульфидов. Процесс сублимации сульфидов мышьяка осуществляли при температуре 650 - 700°С и давлении 1,3 кПа. Извлечение мышьяка, рассчитанное по содержанию мышьяка в обработанном материале, в паровую фазу и, следовательно, в конденсат составило 98,5 - 99,1%. Нарушений процесса реологического перемещения не наблюдали. Застойных зон в кольцевой испарительной зоне не обнаружено. Конденсат представлял собой смесь сульфидов мышьяка и содержал 62 - 67% мышьяка и 31 - 37% серы.

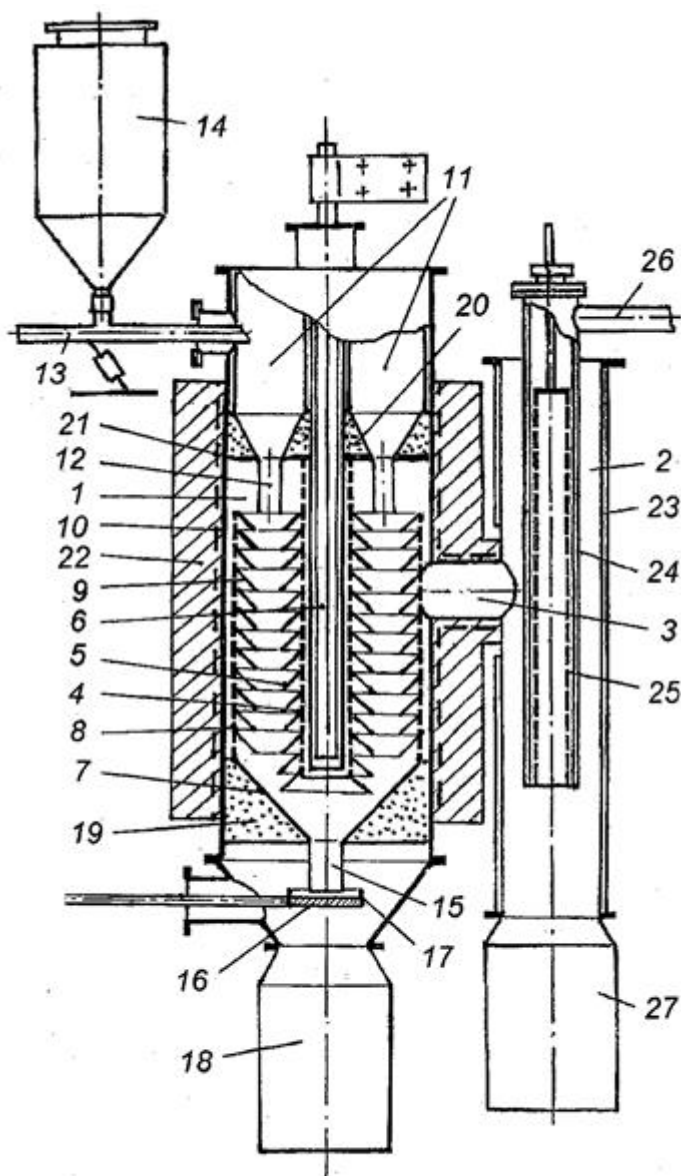
Таким образом, предлагаемый вакуумный аппарат позволяет усовершенствовать конструкцию путем увеличения площади сечения для отвода пара от поверхности испарения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Вакуумный аппарат для переработки сыпучих материалов, содержащий корпус, испарительную камеру с испарителем, содержащим перфорированную трубу с конусообразными обечайками, обращенными большим основанием вниз, внутри которых размещен нагреватель, паропровод, конденсатор, загрузочное и разгрузочные устройства, *отличающийся* тем, что аппарат снабжен коаксиально расположенным перфорированным экраном, опирающимся на конусную часть испарительной камеры и имеющим зазор с корпусом, на экран опираются конусные обечайки, обращенные большим основанием вверх, несоприкасающиеся с конусными обечайками, обращенными большими основаниями вниз, испаритель снабжен центральным нагревателем,

корпус снабжен внешним нагревателем, загрузочная емкость выполнена кольцевой цилиндрической вокруг центрального нагревателя и снабжена кольцевой щелью, нижний срез которой находится не выше уровня большего основания конусных обечаек, опирающихся на перфорированный экран, конусная часть испарительной камеры снабжена разгрузочной трубой, имеющей зазор между

нижним срезом ее и плоскостью вибрационного разгрузчика с бортами, причем уровень нижнего среза разгрузочной трубы соответствует уровню бортов вибрационного разгрузчика, а угол наклона конусообразных обечаек и конусной части испарительной камеры составляет не менее 45° .



Фиг.