



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **B** (11) **36160**

(51) **C22B 9/04** (2006.01)

B01D 7/00 (2006.01)

F27B 5/04 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2022/0150.1

(22) 10.03.2022

(45) 07.04.2023, бюл. №14

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

(73) Акционерное общество «Институт металлургии и обогащения»

(74) Касимова Улдана Куралбаевна

(56) В.Н. Володин и др. Некоторые проблемы переработки дисперсного мышьяк содержащего сырья сублимацией в вакууме Вакуумная техника и технологии - 2021. Труды 28-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. 22-24 июня 2021 г стр. 23-26.

SU 165551 A1, 12.10.1964

RU 2041274 C1, 09.08.1995

(54) **ВАКУУМНАЯ ЭЛЕКТРОПЕЧЬ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

(57) Изобретение относится к конструкциям вакуумных электропечей 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.

Вакуумная электропечь для переработки сыпучих материалов включает вакуумную камеру с установленными в ней наклонными поверхностями, нагреватель, узлы загрузки, выгрузки и конденсатор, при этом камера выполнена в виде вертикального цилиндра, внутри которого размещена колонна наклонных поверхностей, образованная парами пластин одна над другой в пазах ниже расположенной пары пластин, пазы, сходящиеся книзу, выполнены в ребре длинного измерения каждой пластины с углом наклона к продольному размеру не менее 60° и глубиной, не менее чем до половины ширины пластины, причем, все пластины идентичны, а концы пластин касаются цилиндра.

Технический результат заключается в усовершенствовании конструкции вакуумного аппарата и повышении качества процесса реологического перемещения сыпучих материалов.

(19) KZ (13) B (11) 36160

Изобретение относится к конструкциям вакуумных электропечей 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 аппарат для переработки сыпучих материалов возгонки магния (Пазухин В.А., Фишер А.Я. Вакуум в металлургии. М.:Металлургиздат, 1956. с.284-285.), включающий корпус, цилиндрическую испарительную камеру, в которой размещен вертикальный испаритель, содержащий перфорированную трубу с конусообразными обечайками, обращенными большим основанием вниз, паропровод, конденсатор и загрузочную трубу. Недостатком является сложность конструкции и невозможность реологического перемещения сыпучего материала от узла загрузки до узла выгрузки.

Известен также вакуумный аппарат для переработки сыпучих материалов (RU 2041274 С1, опубл. 09.08.1995г.) содержащий корпус цилиндрическую испарительную камеру с испарителем, содержащим перфорированную трубу с конусообразными обечайками в нижней части, 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 тетрафторида циркония, и предполагает сублимацию более 90% сыпучего материала от загруженного. Аппарат может обеспечить реологическое перемещение загруженного сыпучего материала. Недостатком является сложность конструкции наличие плохо перемешиваемых зон около стенок испарительной камеры, что может привести к локальным перегревам и образованию спеков, что, в свою очередь, нарушит процесс реологического перемещения сыпучего материала от узла загрузки до узла выгрузки.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по технической сущности является вакуумная электропечь непрерывного действия (SU 165551 А1, опубл. 1964г.) для переработки сыпучих материалов, содержащая вакуумную камеру с горизонтальным днищем, к которому под углом естественного откоса обрабатываемого сыпучего материала установлен ряд попарно сходящихся книзу плоских наклонных поверхностей. Электропечь снабжена, нагревателями с обеих сторон наклонных поверхностей – пластин, 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 этой конструкции является сложность, обусловленная наличием многих загрузочных и разгрузочных устройств, нагревателей, сползание и накопление сыпучего материала в зоне сходящихся внизу поверхностей перед разгрузочным устройством, что может привести к местным перегревам, образованию спеков и нарушению процесса реологического перемещения обрабатываемого сыпучего материала.

Задачей изобретения является усовершенствование конструкции вакуумного аппарата для переработки сыпучих материалов

Технический результат от совокупности влияния признаков, предлагаемых в изобретении, заключается в усовершенствовании конструкции вакуумного аппарата и повышении качества процесса реологического перемещения сыпучих материалов.

Технический результат достигается тем, что в вакуумной электропечи для переработки сыпучих материалов, включающей вакуумную камеру с установленными в ней наклонными поверхностями, нагреватель, узлы загрузки, выгрузки и конденсатор, камера выполнена в виде вертикального цилиндра, внутри которого размещена колонна наклонных поверхностей, образованная парами пластин одна над другой в пазах ниже расположенной пары пластин, пазы, сходящиеся книзу, выполнены в ребре длинного измерения каждой пластины с углом наклона к продольному размеру не менее 60° и глубиной, не менее чем до половины ширины пластины, причем, все пластины идентичны, а концы пластин касаются цилиндра.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Изготовление вакуумной камеры в виде вертикального цилиндра, в котором установлена колонна наклонных поверхностей, позволяет значительно сократить объем вакуумной камеры при значительном увеличении количества наклонных поверхностей, организующих при сползании сыпучего материала за счет угла естественного откоса открытые участки поверхности для испарения из него летучих составляющих.

Использование для сборки колонны наклонных поверхностей однотипных пластин простейшей конструкции, позволяет образовать вертикальную шахту прямоугольного сечения для реологического перемещения сыпучего материала сверху вниз с образованием откосов, обращенных в сторону нагревателя и пространства для выхода пара.

Предложенная конструкция позволяет значительно упростить конструкцию и организовать поток условно постоянного сечения, перемещаемого и перемешиваемого на откосах сыпучего материала.

Изготовление сходящихся книзу пазов позволяет разместить в них вышестоящие пластины под углом, обеспечивающим гарантированное сползание сыпучего материала по наклонным поверхностям. Минимальный угол наклона к продольному размеру сходящихся книзу пазов 60° обусловлен тем, что

при сборке из пластин угол наклона ребра сочленяющихся поверхностей прямоугольной шахты составляет 45° . Так как для большинства сыпучих материалов угол естественного откоса в вакууме не превышает 45° , это позволяет обеспечить сползание сыпучего материала и в углах прямоугольной шахты.

При размещении верхней пластины в пазе, глубина которого не менее половины ширины пластины, нижний край верхней пластины находится на уровне верхнего края нижерасположенной пластины, параллельной верхней. В этом случае материал при образовании угла естественного откоса не пересыпается через верхний край нижерасположенной пластины, так как угол естественного откоса не может быть равным нулю, что способствует стабилизации потока перемещаемого материала и способствует достижению технического результата.

Касание концов пластин цилиндра предотвращает смещение пластины в пазах по ее длине, что устраняет необходимость использования конструкций для крепления и центрирования колонны наклонных поверхностей внутри вертикального цилиндра.

Таким образом, все заявляемые признаки направлены на достижение технического результата – усовершенствование конструкции и повышение качества процесса реологического перемещения сыпучего материала.

На фиг.1 приведена схема предлагаемой вакуумной электропечи для переработки сыпучих материалов, включающей вертикальный цилиндр (1) и конденсатор (2), соединенные паропроводом (3). В цилиндре (1) установлена колонна наклонных поверхностей (4). Наклонные поверхности выполнены из пластин (5) (фиг.2), каждая из которых имеет сходящиеся книзу пазы (6). Угол наклона пазов к продольному размеру 60° и глубиной половины ширины (S) пластины. Собранные попарно и размещенные одна пара пластин (5) над другой (фиг.3) образуют прямоугольную шахту (7), при этом концы (8) пластин (5) касаются цилиндра (1), что фиксирует их относительно продольного смещения.

В верхней части цилиндра (1) над колонной наклонных поверхностей (5) образующих четырехугольную шахту (7) размещен приемный бункер (9), герметично соединенный вибропитателем (10) с узлом загрузки (11). В приемном бункере (9) установлен затвор (12), продолжающийся соосно внутри колонны поверхностей в виде четырех угольной шахты (7) стержнем с гребками (13). Шток (14) затвора (12) выведен из цилиндра (1) с возможностью вращения и вертикального перемещения. Колонна наклонных поверхностей (5) в виде шахты (7) опирается на приемный конус (15) снабженный трубой (16), обращенной вниз.

Нижний срез трубы (16) выполнен с зазором между ним и плоскостью виброразгрузчика (17), снабженной бортами (18). Под плоскостью

виброразгрузчика (17) размещен узел разгрузки (19) обработанного материала.

Приемный конус (15) опирается на теплоизолирующую перегородку (20). Колонна наклонных поверхностей (5) в виде шахты (7) отделена от приемного бункера (9) теплоизолирующей перегородкой (21). Цилиндр (1) снабжен по высоте электрическим нагревателем сопротивления (22) и теплоизоляцией (23). Конденсатор (2) соединен с системой эвакуации газов вакуумпроводом (23)

Вакуумный аппарат работает следующим образом. Исходный сыпучий материал загружается в узел загрузки (10), откуда удаляются остаточные газы. Остаточные газы эвакуируют также из всей вакуумной электропечи посредством системы эвакуации неконденсирующихся газов через вакуумпровод (23). Затем при сообщении вибропитателю (10) направленных колебаний сыпучий материал подают в приемный бункер (9). При заполнении приемного бункера (9) с помощью штока (14) поднимают затвор (12), при этом сыпучий материал заполняет четырехугольную шахту (7), образованную наклонными поверхностями пластин (5), размещенную в предварительно нагретом нагревателем (22) до технологической температуры цилиндре (1). Поддержание температуры в цилиндре (1) обеспечивается включением нагревателя (22) и наличием верхней (21) и нижней (20) теплоизолирующих перегородок. Сыпучий материал, заполняя шахту (7) и достигая нижнего среза трубы (16), образует с плоскостью виброразгрузчика (15), имеющей борта (16), затвор, отделяющий объем испарителя (1) от объема узла разгрузки обработанного материала (17). При сообщении плоскости виброразгрузчика (16) с бортами (17) горизонтальных колебаний обработанный сыпучий материал пересыпается через борта (18) плоскости виброразгрузчика (16) и ссыпается в узел разгрузки обработанного материала (19). При открытом затворе (12) и работающих вибропитателе (10) и виброразгрузчике (16) обеспечивается непрерывное реологическое – за счет физико-механических свойств перемещение сыпучего материала через высокотемпературную зону цилиндра (1). Летучие составляющие сыпучего материала сублимируют с поверхности откосов, образованных при пересыпании с верхней наклонной плоскости пластины (5) на нижерасположенную и нагреваемых прямым излучением от цилиндра 1, на котором размещен нагреватель сопротивления (22). Летучие составляющие сыпучего материала сублимируют также и в межзеренное пространство сыпучего материала и выводятся к поверхности сыпучего материала. Далее пары летучих составляющих от поверхности сыпучего материала выводятся через свободное пространство между цилиндром и четырехугольной шахтой (7), образованной парными пластинами (5), и паропровод (3) в конденсатор (2).

При возможном локальном образовании более крупных, чем частицы обрабатываемого сыпучего материала, мало прочных конгломератов, последние разрушаются посредством вращательных или поступательных движений стержня с гребками (13) и при соприкосновении с поверхностью виброразгрузчика (17).

Аппарат может работать, как в непрерывном режиме, так и периодическим заполнением колонны наклонных поверхностей (4) сыпучим материалом открытием затвора (12) при работающем виброразгрузчике (17) и закрытием затвора (12) при неработающем виброразгрузчике (17).

При проведении испытаний предлагаемого вакуумного аппарата в качестве сыпучего материала использовали мышьяксодержащий флотационный концентрат Нежданнинского месторождения (Россия), содержащий 15,8 % мышьяка, у которого угол естественного откоса равен 48° , насыпная плотность 1110 кг/м^3 . Флотационный концентрат гранулировали с добавлением 2% сульфит-целлюлозного щелока, высушивали и рассеивали на фракции. В испытании использовали фракцию $-3,0+0,64 \text{ мм}$, фракцию $-0,64 \text{ мм}$ возвращали на грануляцию. Угол естественного откоса гранулированной фракции $-3,0+0,64 \text{ мм}$ найден равным $35-37^\circ$. В качестве поверхностей испарения использованы пластины с углом наклона (в пазах) 60° , в углах четырехугольной шахты 45° . Угол наклона образующей приемного конуса 45° . Диаметр трубы приемного конуса изготовлен равным 35 мм, Диаметр плоскости виброразгрузчика 100мм, высота бортов 10 мм, зазор между нижним срезом трубы и плоскостью виброразгрузчика 9-10 мм.

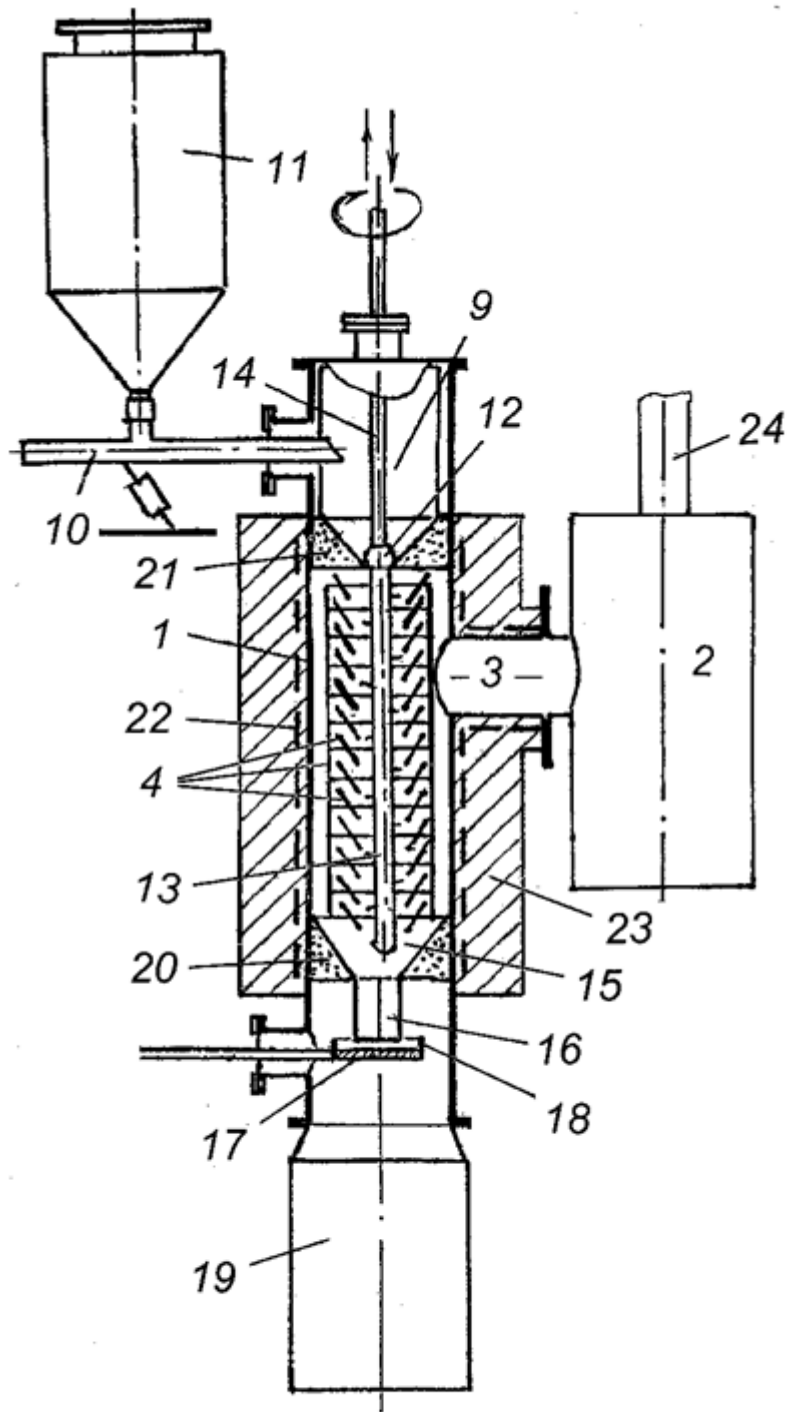
Гранулированная фракция флотоконцентрата содержала 15,8% мышьяка в виде сульфидов. Процесс сублимации сульфидов мышьяка осуществляли при температуре $650 - 700^\circ\text{C}$ и давлении 1,3 кПа. Извлечение мышьяка, рассчитанное по содержанию мышьяка в обработанном материале, в паровую фазу и,

следовательно, в конденсат составило $99,1 - 99,5\%$. Нарушений процесса реологического перемещения не наблюдали. При вскрытии вакуумного аппарата для переработки сыпучих материалов после завершения процесса переработки в верхней части четырехугольной шахты обнаружено малое количество (10-15 событий на 1 дм^3) легко разрушающихся агломератов дисперсных частиц, размером менее 7 – 10 мм. В обработанном материале из узла разгрузки подобных образований не обнаружено. Застойных зон в четырехугольной шахте не обнаружено. Перемещение стержня с гребками внутри колонны наклонных поверхностей не использовали. Конденсат представлял собой смесь сульфидов мышьяка и содержал 62 - 67% мышьяка и 31 -37% серы.

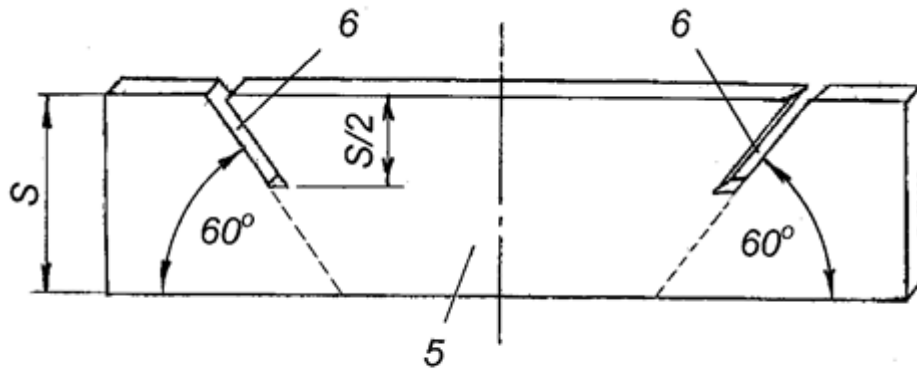
Таким образом, предлагаемый вакуумный аппарат позволяет усовершенствовать конструкцию и повысить качество процесса перемещения обрабатываемого сыпучего материала внутри обогреваемого цилиндра при сохранении высоких технологических показателей по извлечению летучих составляющих.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

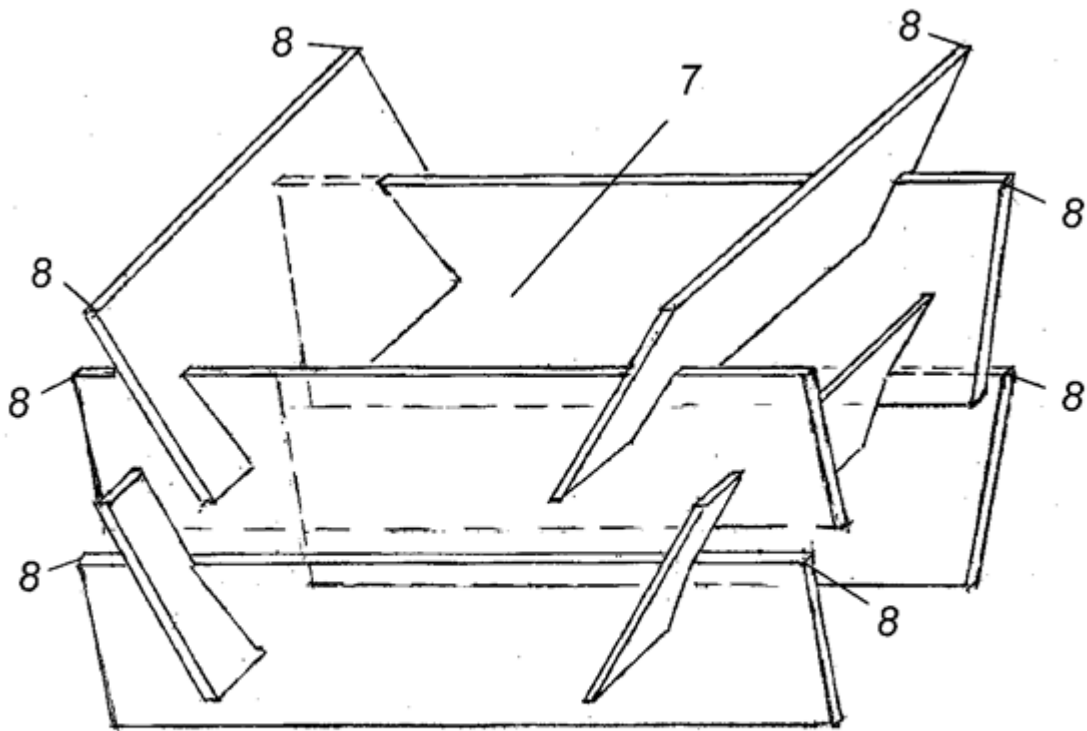
Вакуумная электропечь для переработки сыпучих материалов, включающая вакуумную камеру с установленными в ней наклонными поверхностями, нагреватель, узлы загрузки, выгрузки и конденсатор, *отличающаяся* тем, что камера выполнена в виде вертикального цилиндра, внутри которого размещена колонна наклонных поверхностей, образованная парами пластин одна над другой в пазах ниже расположенной пары пластин, пазы, сходящиеся книзу, выполнены в ребре длинного измерения каждой пластины с углом наклона к продольному размеру не менее 60° и глубиной, не менее чем до половины ширины пластины, причем, все пластины идентичны, а концы пластин касаются цилиндра.



Фиг. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3