

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА , ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности

Международное бюро

(43) Дата международной публикации
05 июля 2018 (05.07.2018)



W I P O I P C T

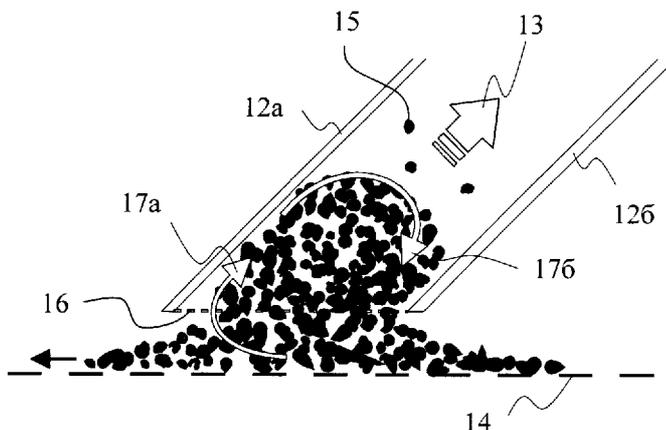


(10) Номер международной публикации
WO 2018/124910 A 1

- (51) Международная патентная классификация : В 07В 4/08 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки : РСТ/RU2016/000937
- (22) Дата международной подачи : 27 декабря 2016 (27.12.2016)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (72) Изобретатель ; и
- (71) Заявитель : СТЕПАНЕНКО , Андрей Иванович (СТЕПАНЕНКО, Andrei Ivanovich) [RU/RU]; пр. Дзержинского , 10/1, кв. 101 Новосибирск , 630015, Novosibirsk (RU).
- (74) Агент : СКОРЫЙ , Вадим Витальевич (SKORY, Vadim Vitalievich); а/я 21, Новосибирск -97, 630097, Novosibirsk-97 (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны) : А Е, А G, А L, А M, А O, А T, А U, А Z, В A, В B, В G, В H, В N, В R, В W, В Y, В Z, С A, С H, С L, С N, С O, С R, С U, С Z, D E, D J, D K, D M, D O, D Z, E C, E E, E G, E S, F I, G B, G D, G E, G H, G M, G T, H N, H R, H U, I D, I L, I N, I R, I S, J P, K E, K G, K H, K N, K P, K R, K W, K Z, L A, L C, L K, L R, L S, L U, L Y, M A, M D, M E, M G, M K, M N, M W, M X, M Y, M Z, N A, N G, N I, N O, N Z, O M, P A, P E, P G, P H, P L, P T, Q A, R O, R S, R U, R W, S A, S C, S D, S E, S G, S K, S L, S M, S T, S V, S Y, T H, T J, T M, T N, T R, T T, T Z, U A, U G, U S, U Z, V C, V N, Z A, Z M, Z W.
- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны) : А R I P O (B W, G H,

(54) Title: PNEUMATIC METHOD FOR SEPARATING MINERAL RAW MATERIALS

(54) Название изобретения : ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ



Фиг .3

(57) Abstract: The invention relates to the field of separating mineral raw materials and can be used for producing mobile separating plants which are intended for processing and classifying raw materials according to fractions virtually in any weather conditions, including at ambient air temperatures of -50 to +50°C. What is claimed is a pneumatic method for separating mineral raw materials, comprising placing raw materials which are to be separated on an air-permeable surface which traverses a separation chamber with a rising air flow that lifts light fractions from the air-permeable surface, the latter being in the form of a conveyor passing beneath the lower base of the separation chamber, in which, by selection of the velocity of the air flow, a dilute fluidized bed is formed from particles of a specified density, into which less dense particles enter and through which said particles pass without obstruction before being transferred with the rising air flow out of the separation chamber into a gravitational deposition chamber. What is novel is that the separation chamber is mounted at an inclination to the plane of the conveyor, wherein the lower base of said separation chamber is parallel to the plane of the conveyor, and the acute angle formed between the longitudinal walls of the separation chamber and the



WO 2018/124910 A1

GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована :

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

base thereof is oriented in the direction of movement of the conveyor.

(57) Реферат : Изобретение относится к области обогащения минерального сырья и может быть использовано для создания мобильных обогатительных фабрик , предназначенных для переработки и классификации сырья по фракциям практически в любых погодных условиях , в том числе и при температурах окружающего воздуха от -50 до +50 °С. Заявляется пневматический способ обогащения минерального сырья , включающий размещение обогащаемого сырья на воздухопроницаемой поверхности , пересекающей сепарационную камеру с восходящим воздушным потоком , поднимающим легкие фракции с воздухопроницаемой поверхности , выполненной в виде конвейера , пропущенного ниже уровня нижнего основания сепарационной камеры , в которой выбором скорости воздушного потока образован объемный псевдокипящий слой из частиц заданной плотности , в который попадают и беспрепятственно проходят сквозь него частицы меньшей плотности , а затем восходящим воздушным потоком переносятся из сепарационной камеры в камеру гравитационного осаждения . Новым является то , что сепарационная камера установлена наклонно по отношению к плоскости конвейера , при этом ее нижнее основание параллельно плоскости конвейера , а острый угол , образованный между продольными стенками сепарационной камеры и ее основанием , направлен по направлению движения конвейера .

Пневматический способ обогащения минерального сырья

Изобретение относится к области обогащения минерального сырья и может
5 быть использовано для создания мобильных обогатительных фабрик, предназна-
ченных для переработки и классификации сырья по фракциям практически в лю-
бых погодных условиях, в том числе и при температурах окружающего воздуха от
-50 до +50 °С.

Известно, что одним из основных способов обогащения руд, угля, нерудных
10 материалов являются способы разделения по плотности (гравитационные мето-
ды). Снижение качества добываемого сырья с одновременным повышением тре-
бованием к качеству концентратов поступающих на дальнейшую переработку на
энергетических, металлургических и химических предприятиях, существенно по-
вышает требования к эффективности используемых способов обогащения сырья.

Известно так же что за годы эксплуатации обогатительных фабрик и метал-
15 лургических комбинатов, накопились огромные объемы техногенных отходов,
которые не только загрязняют окружающую среду и выводят из оборота огром-
ные земельные площади, находящиеся в непосредственной близости от поселков,
городов и прочих населенных пунктов. Большинство этих минеральных отходов
20 представляют собой ценное сырье для вторичной переработки. Так, например,
шлаки производства феррохрома содержат от 2 до 12 % металлического ферро-
хрома, при этом содержание хрома в руде, поступающей на переплавку составля-
ет от 1 до 5%, причем в химически связанном состоянии. Следовательно, вторич-
ная переработка шлаков не только способна улучшить экологию региона, но и
25 экономически целесообразна, при этом сама технология переработки указанных
отходов должна удовлетворять целому ряду жестких требований.

Во-первых, технология обогащения сырья должна быть универсальной, лег-
ко перестраиваемой под переработку различного вида минерального сырья и при
этом должна быть пригодной для обогащения различных по плотности материа-
30 лов (угля, руды, техногенных отходов и нерудного сырья). Процесс переработки
должен предусматривать возможность быстро и плавно производить изменение
технологических режимов в зависимости от свойств перерабатываемого сырья,
требований к качеству продуктов переработки и т.д., что позволит создавать мо-

бильные обогатительные фабрики модульного типа , с малым уровнем капиталь -
ных затрат на их доставку и установку .

Во-вторых , технология обогащения сырья должна быть высокоэффективной ,
обеспечивающей высокое качество получаемых продуктов , а так же то чтобы по-
5 еле ее применения , оставались только те отходы , которые не пригодны к даль-
нейшей переработке или непосредственному применению .

В-третьих , технология обогащения сырья должна быть всепогодной и круг -
логодичной , чтобы процесс проходил не сезонно с временным привлечением тру -
довых ресурсов , а шел постоянно - с круглогодичной занятостью местного насе-
10 ления . По этой причине технологический цикл обогащения сырья должен вклю -
чать диапазон температур окружающего воздуха от -50 до +50 °С и должен до-
пускать размещение оборудования под открытым небом или с использованием
укрытий легкого типа .

Известен способ обогащения сырья , широко используемый в настоящее
15 время , основанный на разделении продуктов по плотности в жидкой среде (см.
Разумов К .А . Перов В .А . «Проектирование обогатительных фабрик » М ., Недра
1982г ., стр . стр .195-205, 268-282). Способ позволяет при наличии больших и де-
шевых водных ресурсов обеспечивать достаточно производительный процесс
обогащения сырья .

Основным недостатком известного способа обогащения сырья является не-
возможность его использования в зимних условиях под открытым небом . Строи -
тельство же специализированных обогатительных фабрик , работающих круглый
год , требует значительных материальных и финансовых ресурсов на обеспечение
обогрева , что не позволяет получать известным способом конкурентоспособную
25 продукцию при работе в зимних условиях даже в условиях средних широт с уме-
ренно холодными зимами (пиковые значения отрицательных температур находят -
ся в интервале от - 5 до - 10 °С).

Известен также способ обогащения сырья , широко используемый до на-
стоящего времени , основанный на разделении продуктов по плотности в воздуш -
30 ной среде (см . М .В .Верхотуров «Гравитационные методы обогащения » М ., Макс -
Пресс 2006г ., стр . 306-318), Г .Н .Шохин А .Г .Лопатин «Гравитационные методы
обогащения » , М ., Недра 1993г ., стр .9, включающий подачу обогащаемого сырья в
камеру гравитационного осаждения , совершающую возвратно -поступательные

движения , оснащенную ситом , снизу которого поступает поток воздуха . По мере продвижения по решетке тяжелые зерна стремятся вниз , легкие зерна поднимаются в верхнюю часть слоя создаваемого из перерабатываемого продукта .

Способ позволяет производить круглогодичное обогащение сырья под от-
крытым небом или с использованием укрытий легкого типа .

Основным недостатком известного способа обогащения сырья является низ-
кая эффективность процесса разделения продуктов , высокая степень заражения
тяжелых продуктов легкими фракциями , т.к. процесс осуществляется в слое про-
дукта расположенного на решетке . Увеличение толщины слоя необходимое для
образования отдельных слоев из продуктов различной плотности приводит к его
высокому сопротивлению , и как следствие низкой степени его разрыхления и
низкой эффективности разделения фракций . Невозможность обеспечения быстрой
перестройки технологического процесса под переработку различного вида мине-
рального сырья , т.к. каждый сепаратор создается для переработки продуктов с
заданным диапазоном плотности .

Кроме того , известный способ обогащения сырья не позволяет осуществлять
высокоэффективное разделение сырья по фракциям из-за высокого влияния влаж-
ности сырья на процесс .

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является способ
пневматического обогащения минерального сырья (см. Евразийский патент №
022959, К л. В 07В 4/08, В 03В 4/04, 2016г.), включающий размещение обогащаемо-
го сырья на воздухопроницаемой поверхности , пересекающей вертикальную (се-
парационную) камеру с восходящим воздушным потоком , поднимающим легкие
фракции с воздухопроницаемой поверхности , выполненной в виде конвейера ,
пропущенного ниже уровня нижнего основания вертикальной камеры , в которой
выбором скорости воздушного потока образован объемный псевдокипящий слой
из частиц заданной плотности , в который попадают и беспрепятственно проходят
сквозь него частицы меньшей плотности , а затем восходящим воздушным пото-
ком переносятся из вертикальной камеры в камеру гравитационного осаждения .

Известный способ позволяет производить круглогодичное обогащение сы-
рья под открытым небом или с использованием укрытий легкого типа , а также
производить быструю перестройку технологического процесса под переработку
различного вида минерального сырья путем изменения скорости потока воздуха .

Основным недостатком известного способа является , его недостаточно высокая производительность отбора частиц заданного размера , которая обусловлена следующими причинами .

Во-первых , при попытке увеличения производительности способа по сырью ,
5 необходимо пропорционально увеличивать скорость конвейера , что уменьшает время нахождения частиц заданного размера в зоне всасывающего основания (сопла) вертикальной камеры и , в свою очередь , увеличивает горизонтальную скорость и горизонтальную составляющую кинетической энергии частиц движущихся на конвейере .

Во-вторых , увеличение скорости конвейера автоматически приводит к смещению и уплотнению псевдокипящего слоя у задней (по движению конвейера)
10 стенки вертикальной камеры , что нарушает привычную картину движения частиц (за счет локального повышения плотности частиц) в псевдокипящем слое , что препятствует проходу через него частицы меньшей плотности , т.е. приводит к удалению легких частиц с более тяжелыми и снижает эффективности процесса
15 сепарации .

В основу данного изобретения поставлена задача повышение производительности известного способа при сохранении эффективности процесса сепарации .

Указанная задача в способе пневматического обогащения минерального сырья , включающем размещение обогащаемого сырья на воздухопроницаемой поверхности , пересекающей сепарационную камеру с восходящим воздушным потоком , поднимающим легкие фракции с воздухопроницаемой поверхности , выполненной в виде конвейера , пропущенного ниже уровня нижнего основания сепарационной камеры , в которой выбором скорости воздушного потока образован
25 объемный псевдокипящий слой из частиц заданной плотности , в который попадают и беспрепятственно проходят сквозь него частицы меньшей плотности , а затем восходящим воздушным потоком переносятся из сепарационной камеры в камеру гравитационного осаждения , решена тем , что сепарационная камера установлена наклонно по отношению к плоскости конвейера , при этом ее нижнее основание параллельно плоскости конвейера , а острый угол , образованный между
30 продольными стенками сепарационной камеры и ее основанием , направлен по направлению движения конвейера .

Указанное расположение сепарационной камеры и ее основания относительно поверхности конвейера позволяет при увеличении скорости конвейера существенно уменьшить уплотнение псевдокипящего слоя у задней (по движению конвейера) стенки сепарационной камеры, за счет его более равномерного распределения по всей площади поперечного сечения сепарационной камеры.

Для повышения степени извлечения частиц заданной плотности, сепарационная камера разделена внутри продольными параллельными переборками на две или более последовательно и/или параллельно расположенных секций, при этом нижние основания секций расположены параллельно плоскости конвейера, а верхние основания секций объединены внутри сепарационной камеры общим воздушным потоком, переносящим частицы в камеру гравитационного осаждения. Это достигается за счет того, что в сепарационной камере, рассчитанной на сепарацию частиц по заданной границе плотности, удается организовать многостадийный отбор указанных частиц путем одновременного воздействия на частицы нескольких последовательных вертикальных потоков, каждый из которых увлекает частицу в свою секцию.

Известно, что сепарационная камера селекционирует частицы плотностью ниже заданной плотности, например, $1,4 \text{ г/см}^3$. Поскольку сепарируемый материал может содержать большое количество частиц с плотностью менее чем плотность разделения, то разделение сепарационной камеры на секции, имеющие равные или разные по площади поперечные сечения и, соответственно, одинаковую или различную скорость потоков в них, позволит производить поэтапное выделение частиц с плотностью менее чем заданная, тем самым, снижать нагрузку на последнюю камеру и повышать эффективность разделения частиц плотностью до $1,4 \text{ г/см}^3$.

Для выполнения многостадийного отбора частиц заданной плотности, различные секции сепарационной камеры могут иметь одинаковую или различную высоту расположения оснований секций над конвейером, тем самым обеспечивая создание в каждой секции сепарационной камеры псевдокипящий слой одинаковой или различной плотности, что позволит в первых секциях сепарационной камеры обеспечить предварительную сепарацию частиц с плотностью значительно ниже заданной, а в последних секциях - провести более точное и эффективное разделение частиц по плотности.

Разделение сепарационной камеры на секции расположенные вдоль направления движения конвейера , позволяет ликвидировать неравномерность поля скоростей воздуха в сепарационной камере в поперечном сечении (вдоль конвейера), а разделение камеры на секции расположенные поперек направления движения конвейера , позволяет ликвидировать неравномерность поля скоростей воздуха в сепарационной камере , как в поперечном , так и в продольном сечении (перпендикулярно конвейеру), а так же предупредить поперечные и продольные перетоки частиц псевдокипящего слоя и обеспечить его равномерность по всему сечению камеры . Данный эффект достигается за счет того , что сопротивление потоку воздуха в канале пропорционально квадрату скорости потока , и, соответственно , поток сильнее тормозится в каналах в которых скорость была изначально больше и встречает наименьшее сопротивление в каналах с минимальной скоростью , а, следовательно , как результат скорость потока во всех каналах стремиться к среднему значению по всей камере .

Таким образом , сепарационная камера , установленная наклонно по отношению к плоскости конвейера , причем плоскость ее основания расположена параллельно плоскости конвейера , позволяет существенно (в 2 раза и более) повысить производительностью заявляемого способа по сравнению с прототипом , сохранив при этом или даже повысив высокую селективность пневматического способа обогащения минерального сырья , что не имеет аналогов среди известных методов , применяемых в настоящее время в установках пневматической сепарации , а значит , соответствует критерию «изобретательский уровень ».

Заявляемый способ поясняется рисунками на фиг.1-7.

На фиг. 1 представлена блок-схема установки для пневматического обогащения минерального сырья , на которой сепарационная камера выполнена вертикальной , как в прототипе , а стрелками показаны траектории движения частиц обогащаемого минерального сырья , всасываемых с воздухопроницаемого конвейера и их взаимодействие с воздушным потоком и частицами псевдокипящего слоя . Так же показано смещение самого слоя к задней (по направлению движения конвейера) стенке сепарационной камеры , где : 1 - стенки сепарационной камеры ; 2 —направление движения всасывающего потока воздуха в сепарационной камере; 3 - воздухопроницаемый конвейер с частицами обогащаемого минерального сырья 4; 5 - нижнее основание сепарационной камеры ; ба-бе - направления дви -

жения частиц обогащаемого минерального сырья, 7 - камера гравитационного осаждения, соединенная с сепарационной камерой всасывающим воздуховодом 8, а также система отсоса воздуха 9 из камеры гравитационного осаждения; 10 - шлюзовой затвор для удаления обогащенного минерального сырья 11.

5 На фиг. 2а и 2б представлен вид А, показывающий распределение частиц в псевдокипящем слое при низкой и высокой скоростях конвейера: на высокой скорости конвейера псевдокипящий слой сдвигается к задней (по направлению движения конвейера) стенке сепарационной камеры.

10 На фиг. 3 представлен фрагмент входной части установки для пневматической сепарации, на которой сепарационная камера выполнена наклонной, а стрелками показаны траектории движения частиц обогащаемого минерального сырья, всасываемых с воздухопроницаемого конвейера и их взаимодействие с воздушным потоком и частицами псевдокипящего слоя. Так же показано равномерное распределение самого слоя в плоскости основания камеры, где: 12а-12б - стенки сепарационной камеры; 13 - направление движения всасывающего потока воздуха в сепарационной камере; 14 - воздухопроницаемый конвейер с частицами обогащаемого минерального сырья; 15; 16 - плоскость нижнего основания сепарационной камеры; 17а-17б - направления движения частиц обогащаемого минерального сырья внутри камеры.

20 На фиг. 4 представлен фрагмент входной части установки для пневматической сепарации, на которой сепарационная камера выполнена наклонной и состоящей из трех последовательно установленных секций, расположенных вдоль конвейера, причем нижние основания секций находятся на одинаковой высоте относительно конвейера, где: 18 - стенки сепарационной камеры; 19а - 19в - направления движения всасывающих потоков воздуха в секциях сепарационной камеры; 20а-20в - плоскости нижних оснований секций сепарационной камеры; 21 - воздухопроницаемый конвейер с частицами обогащаемого минерального сырья; 22; 23-35 - направления движения частиц обогащаемого минерального сырья вблизи нижних оснований секций сепарационной камеры и в псевдокипящем слое.

30 На фиг. 5 представлен фрагмент входной части установки для пневматической сепарации, на которой сепарационная камера выполнена наклонной и состоящей из трех последовательно установленных секций, расположенных вдоль

конвейера , причем нижние основания секций находятся на разной высоте относительно конвейера , где : 36 - стенки сепарационной камеры ; 37а - 37в - направления движения всасывающих потоков воздуха в секциях сепарационной камеры ; 38а-38 в - плоскости нижних оснований секций сепарационной камеры , установленные на разной высоте относительно конвейера 39 с частицами обогащаемого минерального сырья 40.

На фиг . 6 представлен фрагмент входной части установки для пневматической сепарации , на которой сепарационная камера выполнена наклонной и многосекционной , состоящей из трех последовательно установленных секций , расположенных вдоль конвейера и трех последовательно установленных секций , расположенных поперек конвейера , причем нижние основания всех секций находятся на одинаковой высоте относительно конвейера , где : 41 - многосекционная наклонная сепарационная камера , состоящая из трех рядов секций 43' - 45' , расположенных вдоль направления движения воздухопроницаемого конвейера 42 и трех рядов секций 43" - 43"" , расположенных поперек направления его движения , а на фиг . 7 представлен рисунок , поясняющий распределение частиц обогащаемого минерального сырья внутри секций 43" - 43"".

Для понимания заявляемого способа , сначала рассмотрим процессы проходящие в сепарационной вертикальной камере , представленной на фиг .1. Частицы 4 , перерабатываемого сырья движутся на воздухопроницаемом ленточном конвейере 3. Наиболее мелкая фракция сразу просыпается через конвейер 3 и удаляется из зоны сепарации частиц (процесс просыпания через конвейер 3 и удаления просыпавшихся частиц условно не показан). Далее частицы 4 , перемещаясь на конвейере 3 , попадают в зону всасывания сепарационной вертикальной камеры , ограниченной стенками 1 , где частицы 4 с потоком воздуха 2 всасываются через ее открытое нижнее основание 5. Таким образом , в зоне , прилегающей к открытому основанию 5 сепарационной вертикальной камеры , возникают вихревые потоки движущихся частиц ба - бе , образуемые одновременным воздействием на частицы 4 горизонтальных сил , связанных с их перемещением на ленточном конвейере 3 , и вертикальных подъемных сил , создаваемых воздушным потоком 2. Указанные потоки движущихся частиц ба - бе образуют псевдокипящий слой из частиц заданной плотности , в который попадают и беспрепятственно проходят сквозь него только частицы плотности меньше заданной , которые затем восходя -

щим воздушным потоком переносятся из вертикальной камеры через всасывающий воздуховод 8 в камеру гравитационного осаждения 7, из которой системой отсоса воздуха 9, создается необходимое для всасывания частиц 4 разрежение . После накопления частиц в камере гравитационного осаждения 7, открывается 5 шлюзовой затвор 10 и осажденные частицы удаляются . Плотность частиц , из которых формируется псевдокипящий слой , задается скоростью воздушного потока 2. При малых скоростях движения ленточного конвейера 3, а, следовательно , и низкой производительности способа , распределение частиц в псевдокипящем слое соответствует рисунку на фиг .2а, а при увеличении скорости конвейера 3, распределение частиц приобретает форму , представленную на рисунке на фиг .2б, т.е. псевдокипящий слой сдвигается к задней (по направлению движения конвейера) 10 стенке вертикальной камеры . При этом снижается эффективность процесса разделения в вертикальной камере . Объясняется это тем , что при движении частиц 4 в псевдокипящем слое возникают как потоки обеспечивающие разделение частиц 15 по плотности , так и паразитные потоки . Так , например , легкая частица , перемещаемая по траектории бг может вступить во взаимодействие с частицей высокой плотности движущейся по траектории бд, а учитывая при этом наличие горизонтальной скорости частицы бд и ее более высокую плотность , есть вероятность того , что данная частица увлечет с собой частицу движущуюся по траектории бг и 20 удалит ее из пространства сепарационной камеры .

Таким образом , при увеличении скорости движения воздухопроницаемого конвейера 3 будет наблюдаться снижение эффективности разделения частиц в сепарационной камере . При этом , единственным методом , который позволяет увеличить производительность пневматического обогащения минерального сырья , 25 является именно увеличение скорости движения воздухопроницаемого конвейера 3. Для устранения указанного недостатка , предлагается выполнить сепарационную камеру наклонной , как показано на фиг .3. Благодаря тому , что площадь всасываемого основания 16 больше площади основания 5 вертикальной сепарационной камеры (фиг .1), а стенка 12а сепарационной камеры наклонена в сторону 30 движения конвейера 14, при этом движение частиц в псевдокипящем слое формируется двумя потоками : восходящим направленным вдоль наклонной стенки 12а и вертикальным нисходящим по направлению к наклонной стенке 12б, что приводит к организованной циркуляции частиц . Таким образом , псевдокипящий слой

под воздействием потока частиц 17а сдвигается к передней (по направлению движения конвейера) стенке 12б и, тем самым, псевдокипящий слой выравнивается относительно всей площади основания 1б сепарационной камеры.

Для повышения степени извлечения частиц заданной плотности, ее можно
5 разделить продольными переборками на две или более последовательно распо-
ложенных секций (см. фиг.4), основания 20а-20в которых параллельны плоскости
конвейера и находятся от него на равном расстоянии. Объяснение указанного эф-
фекта можно пояснить следующим примером. Предположим, что при установив-
шемся режиме в первой секции сепарационной камеры удается достичь 90% эф-
10 фективности, т.е. вынос легких частиц за ее пределы составляет 10%. Таким обра-
зом, в первой секции удается извлечь 90% легких частиц, а во второй секции еще
90% из тех легких частиц, которые попали во вторую секцию, т.е. суммарная эф-
фективность разделения в двух последовательных секциях будет составлять 99%
при эффективности разделения в одной секции 90%. Это решение позволяет до-
15 биваться существенного увеличения скорости движения конвейера и, соответст-
венно, производительности заявляемого способа.

Теперь рассмотрим вариант осуществления заявляемого способа, представ-
ленный на фиг.5, где используется 3-х секционная камера, нижние основания сек-
ций которой находятся на разной высоте от поверхности конвейера. Указанный
20 вариант позволяет обеспечить распределение псевдокипящего слоя в секциях се-
парационной камеры, таким образом, чтобы в первых по движению конвейера
секциях, имеющих псевдокипящий слой меньшей плотности, производилось вы-
деление основной массы частиц с плотностью существенно ниже, чем заданная
граничная плотность, тем самым снижается нагрузка на последнюю секцию, где
25 производится окончательное удаление частиц с плотностью близкой к заданной
граничной плотности.

На фиг.6 представлен еще один вариант реализации заявляемого способа, в
котором представлена наклонная сепарационная многосекционная камера, со-
стоящая из трех последовательно установленных секций 43' - 45', расположенных
30 вдоль конвейера 42 и трех последовательно установленных секций 43'' - 43''', рас-
положенных поперек конвейера, причем нижние основания всех секций находят-
ся на одинаковой высоте относительно конвейера 42. Такое расположение секций
внутри сепарационной камеры позволяет одновременно обеспечить равномер-

ность псевдокипящего слоя, как в продольном, так и в поперечном сечении вертикальной камеры. На фиг.7 представлено распределение частиц обогащаемого минерального сырья внутри секций 43" - 43"', расположенных поперек конвейера 42.

5 Для практической реализации заявляемого способа была изготовлена опытная установка для сепарации шлаков феррохромного производства, с целью дальнейшего получения феррохрома. Процесс пневматического обогащения осуществлялся на сепарационной наклонной камере, которая состояла из 3-х последовательных секций (фиг.4), а угол наклона к плоскости конвейера составлял 55°. До
10 начала пневматической переработки, шлаки предварительно дробились до крупности 0 - 6 мм и подавались на ленточный конвейер, с полотном, выполненным из сетки с ячейкой 1 мм, шириной 600 мм, скоростью движения 0.5-1.5 м/с. Наклонная сепарационная камера была выполнена с прямоугольным поперечным сечением 600x150 мм и высотой 900 мм и разделена внутри перегородками на 3
15 одинакового сечения секции. Камера соединена воздухопроводами с камерами гравитационного осаждения диаметром 1200 мм и высотой 2500 мм. Воздушный поток в сепарационной камере подбирали таким образом, чтобы в камере выделялся продукт, не содержащий зерен феррохрома и имеющий плотность менее 2.9-3.5 т/м³, а на конвейере после прохождения камеры оставался металлический ферро-
20 хром с незначительными включениями шлака, являющийся товарным концентратом. Указанное выполнение сепарационной камеры позволило равномерно распределить псевдокипящий слой и в 2.2 раза увеличить производительность установки по сравнению с единой прямоугольной вертикальной сепарационной камерой сечением 600x150 мм и высотой 900 мм.

25

Формула изобретения

1. Пневматический способ обогащения минерального сырья, включающий размещение обогащаемого сырья на воздухопроницаемой поверхности, пересекающей сепарационную камеру с восходящим воздушным потоком, поднимающим легкие фракции с воздухопроницаемой поверхности, выполненной в виде конвейера, пропущенного ниже уровня нижнего основания сепарационной камеры, в которой выбором скорости воздушного потока образован объемный псевдокипящий слой из частиц заданной плотности, в который попадают и беспрепятственно проходят сквозь него частицы меньшей плотности, а затем восходящим воздушным потоком переносятся из сепарационной камеры в камеру гравитационного осаждения отличающийся тем, что сепарационная камера установлена наклонно по отношению к плоскости конвейера, при этом ее нижнее основание параллельно плоскости конвейера, а острый угол, образованный между продольными стенками сепарационной камеры и ее основанием, направлен по направлению движения конвейера.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что сепарационная камера разделена внутренними продольными параллельными перегородками на две или более последовательно и/или параллельно расположенных секций, при этом нижние основания секций расположены параллельно плоскости конвейера, а верхние основания секций объединены внутри вертикальной камеры общим воздушным потоком, переносящим частицы в камеру гравитационного осаждения.

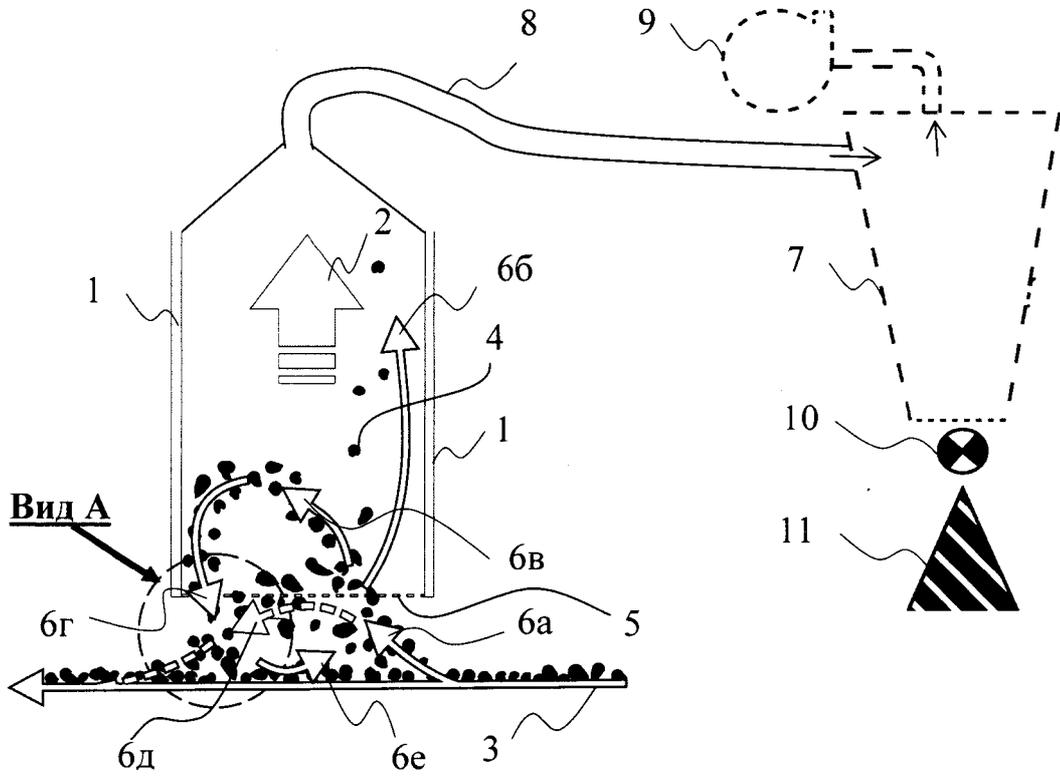
3. Способ по п.2, отличающийся тем, что секции сепарационной камеры имеют равные по площади поперечные сечения.

4. Способ по п.2, отличающийся тем, что секции сепарационной камеры имеют разные по площади поперечные сечения.

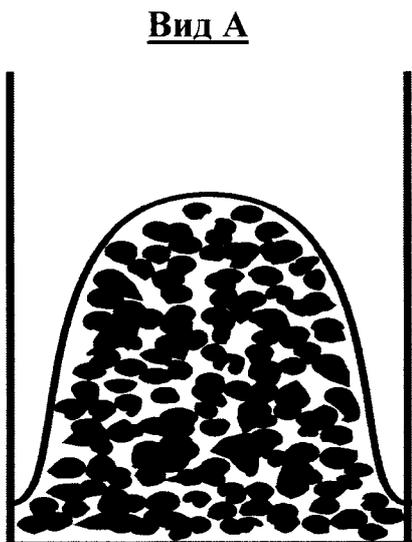
5. Способ по п.2, отличающийся тем, что нижние основания секций сепарационной камеры расположены на одинаковой высоте относительно поверхности конвейера.

6. Способ по п.2, отличающийся тем, что нижние основания секций вертикальной камеры расположены на разной высоте относительно поверхности конвейера.

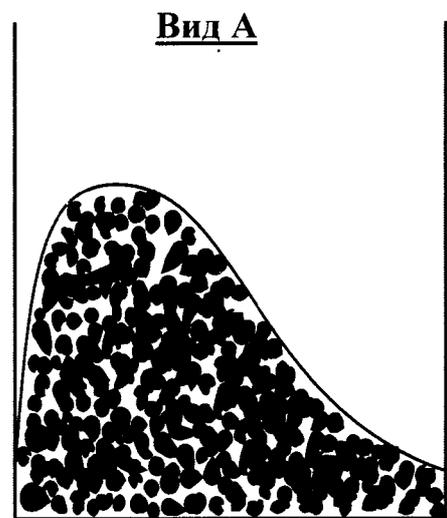
1/4



Фиг.1

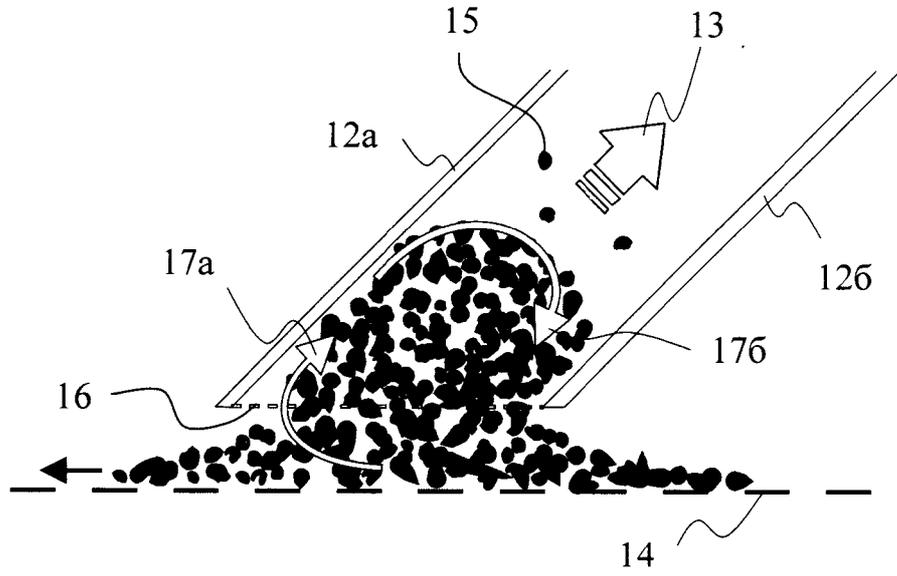


Фиг.2а

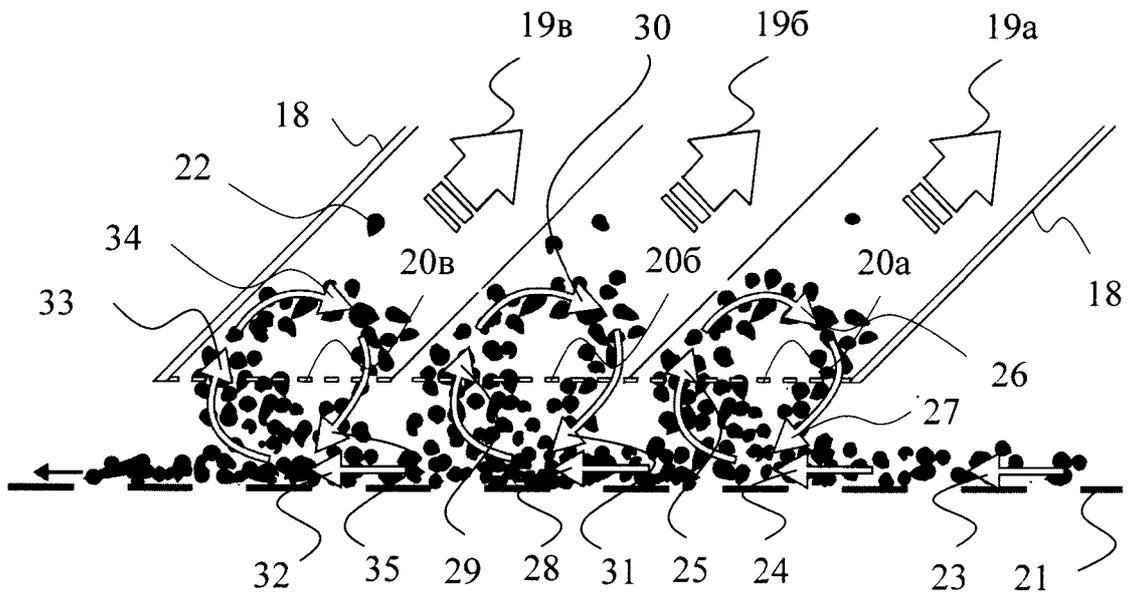


Фиг.2б

2/4

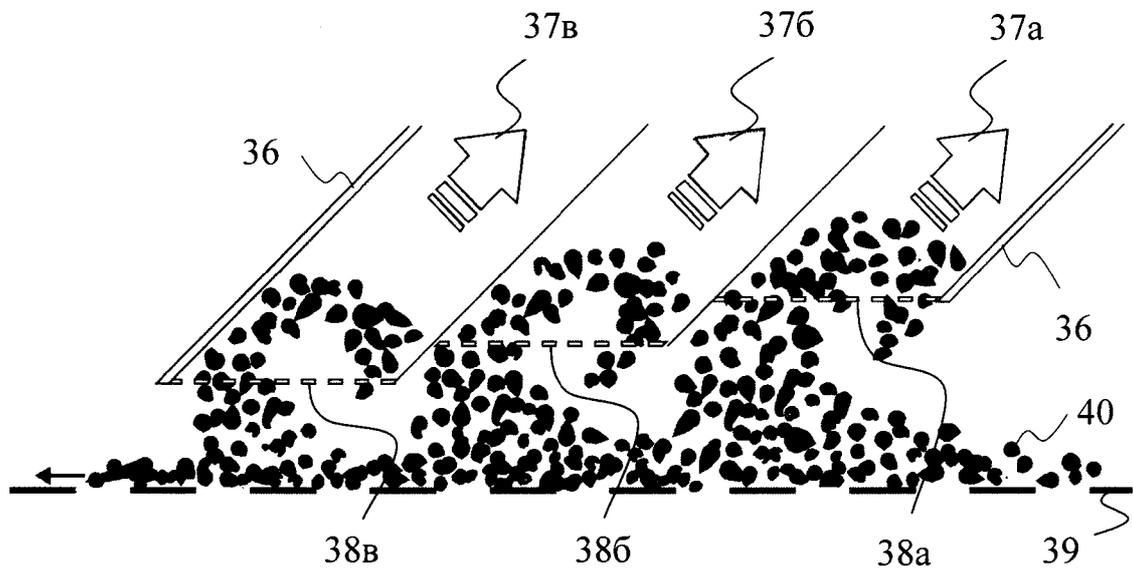


Фиг.3

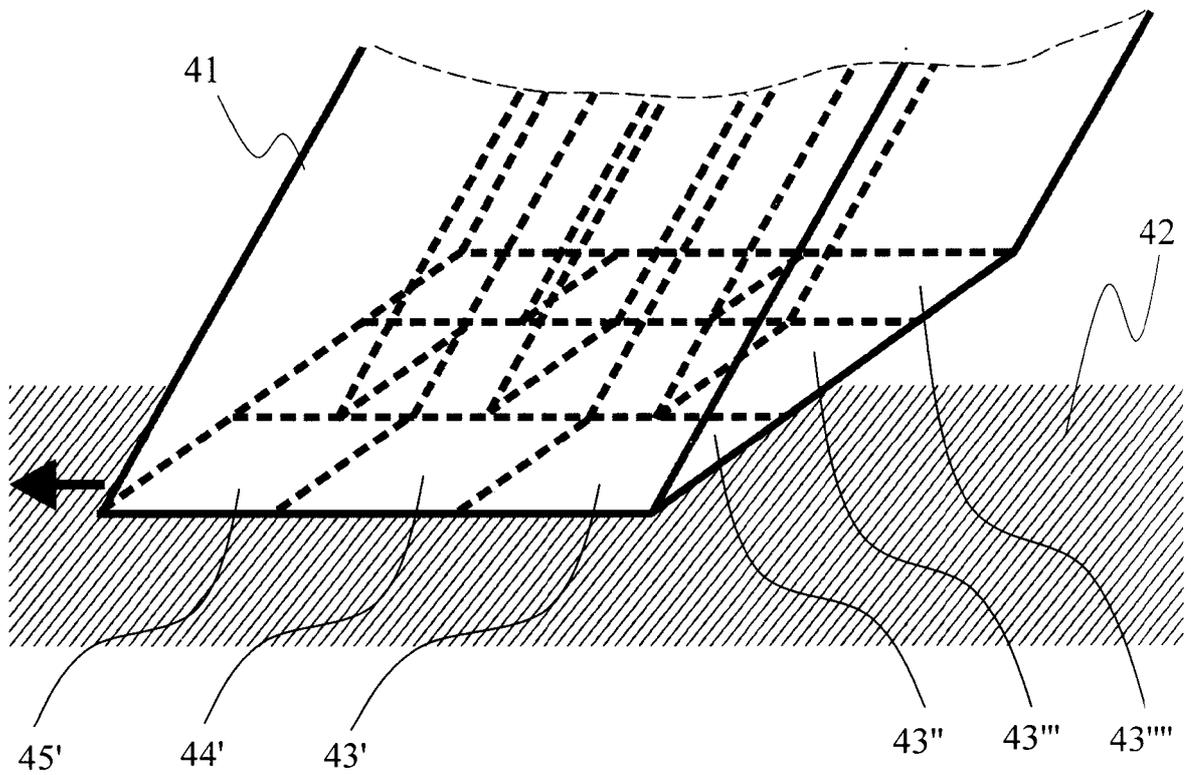


Фиг.4

3/4

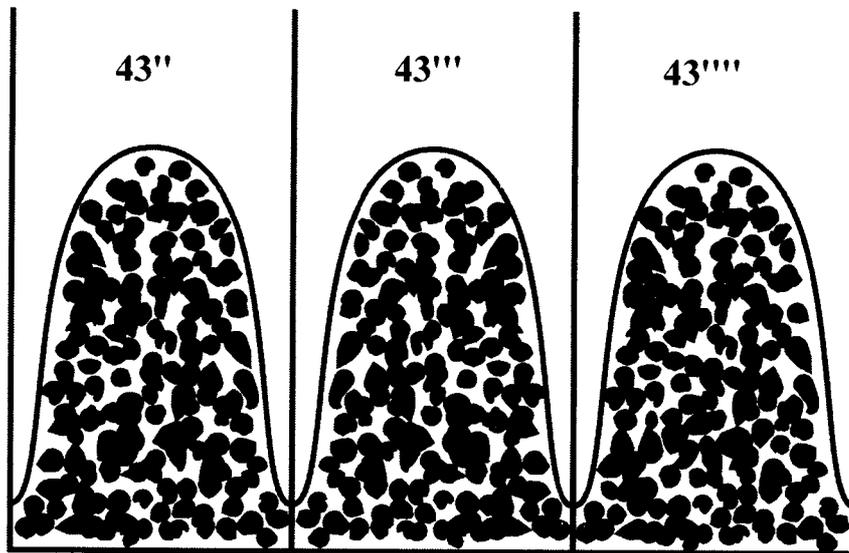


Фиг.5



Фиг.6

4/4



Фиг.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2016/000937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
B07B 4/08 (2006.01)				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)				
B07B 4/00-4/08, 7/00, 7/06, 9/00-9/02				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
EAPATIS, Esp@cenet, PatSearch (RUPTO internal), RUPTO				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
D, A	EA 022959 B 1 (STEPANENKO ANDREI IVANOVICH) 31.03.2016, the claims, fig. 1	1-6		
A	SU 1217495 A (VSESIOUZNYI NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKII I PROEKTNYI INSTITUT MEKHANICHESKOI OBRABOTKI POLEZNYKH ISKOPAEMYKH "MEKHANOB") 15.03.1986, col. 1, lines 21-27, col. 2, lines 3-7, 26-33, fig. 1-3	1-6		
A	SU 1731297 A 1 (URALSKII POLITEKHNICHESKII INSTITUT IM. SM. KIROVA) 07.05.1992, col. 3, lines 17-27, col. 4, lines 19-31, fig. 3	1-6		
A	RU 2354462 C 1 (ZIULIN ALEKSEI NIKIFOROVICH et al.) 10.05.2009, p. 6, lines 8-10, 20-21, fig. 3	1-6		
A	SU 692638 A (CHELIABINSKII INSTITUT MEKHANIZATSII I ELEKTRIFIKATSII SELSKOGO KHOZIAISTVA) 28.10.1979, fig. 1	1-6		
A	SU 70679 A (SITNIKOV A.D.) 31.01.1949	1-6		
<p>II Further documents are listed in the continuation of Box C. D See patent family annex.</p>				
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>			
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report		
19 September 2017 (19.09.2017)		28 September 2017 (28.09.2017)		
Name and mailing address of the ISA/		Authorized officer		
Facsimile No.		Telephone No.		

<p>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ</p> <p style="text-align: center;">В 07В 4/08 (2006.01)</p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																																		
<p>B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)</p> <p style="text-align: center;">В 07В 4/00-4/08, 7/00, 7/06, 9/00-9/02</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)</p> <p style="text-align: center;">EAPATIS, Esp@cenet, PatSearch (RUPTO internal), RUPTO</p>																																		
<p>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория *</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D, A</td> <td>EA 022959 в 1 (СТЕПАНЕНКО АНДРЕИ ИВАНОВИЧ) 31.03.2016, формула, фиг. 1</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU 1217495 А (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ "МЕХАНОБР ") 15.03.1986, кол. 1, строки 21-27, кол. 2, строки 3-7, 26-33, фиг. 1-3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU 1731297 А 1 (УРАЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. М. КИРОВА) 07.05.1992, кол. 3, строки 17-27, кол. 4, строки 19-31, фиг. 3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2354462 С 1 (ЗЮЛИН АЛЕКСЕЙ НИКИФОРОВИЧ и др.) 10.05.2009, с. 6, строки 8-10, 20-21, фиг. 3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU 692638 А (ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА) 28.10.1979, фиг. 1</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU 70679 А (СИТНИКОВ А.Д.) 31.01.1949</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p> <table border="1"> <tr> <td>* Особые категории ссылочных документов :</td> <td>"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</td> </tr> <tr> <td>"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</td> <td>"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</td> </tr> <tr> <td>"Е" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</td> <td>"γ" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</td> </tr> <tr> <td>"L" документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</td> <td>"&" документ, являющийся патентом-аналогом</td> </tr> <tr> <td>"O" документ, относящийся кустному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</td> <td></td> </tr> </table>		Категория *	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	D, A	EA 022959 в 1 (СТЕПАНЕНКО АНДРЕИ ИВАНОВИЧ) 31.03.2016, формула, фиг. 1	1-6	A	SU 1217495 А (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ "МЕХАНОБР ") 15.03.1986, кол. 1, строки 21-27, кол. 2, строки 3-7, 26-33, фиг. 1-3	1-6	A	SU 1731297 А 1 (УРАЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. М. КИРОВА) 07.05.1992, кол. 3, строки 17-27, кол. 4, строки 19-31, фиг. 3	1-6	A	RU 2354462 С 1 (ЗЮЛИН АЛЕКСЕЙ НИКИФОРОВИЧ и др.) 10.05.2009, с. 6, строки 8-10, 20-21, фиг. 3	1-6	A	SU 692638 А (ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА) 28.10.1979, фиг. 1	1-6	A	SU 70679 А (СИТНИКОВ А.Д.) 31.01.1949	1-6	* Особые категории ссылочных документов :	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	"Е" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"γ" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	"L" документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	"&" документ, являющийся патентом-аналогом	"O" документ, относящийся кустному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	
Категория *	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №																																
D, A	EA 022959 в 1 (СТЕПАНЕНКО АНДРЕИ ИВАНОВИЧ) 31.03.2016, формула, фиг. 1	1-6																																
A	SU 1217495 А (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ "МЕХАНОБР ") 15.03.1986, кол. 1, строки 21-27, кол. 2, строки 3-7, 26-33, фиг. 1-3	1-6																																
A	SU 1731297 А 1 (УРАЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. М. КИРОВА) 07.05.1992, кол. 3, строки 17-27, кол. 4, строки 19-31, фиг. 3	1-6																																
A	RU 2354462 С 1 (ЗЮЛИН АЛЕКСЕЙ НИКИФОРОВИЧ и др.) 10.05.2009, с. 6, строки 8-10, 20-21, фиг. 3	1-6																																
A	SU 692638 А (ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА) 28.10.1979, фиг. 1	1-6																																
A	SU 70679 А (СИТНИКОВ А.Д.) 31.01.1949	1-6																																
* Особые категории ссылочных документов :	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение																																	
"А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности																																	
"Е" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"γ" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста																																	
"L" документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	"&" документ, являющийся патентом-аналогом																																	
"O" документ, относящийся кустному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.																																		
"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета																																		
<p>Дата действительного завершения международного поиска</p> <p style="text-align: center;">19 сентября 2017 (19.09.2017)</p>	<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске</p> <p style="text-align: center;">28 сентября 2017 (28.09.2017)</p>																																	
<p>Наименование и адрес ISA/RU:</p> <p>Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП -3, Россия, 125993 Факс: (8^95) 531-63-18, (8-499) 243-33-37</p>	<p>Уполномоченное лицо:</p> <p style="text-align: center;">Ю. Борзунова</p> <p>Телефон № (495)53 1-64-8 1</p>																																	