

(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)

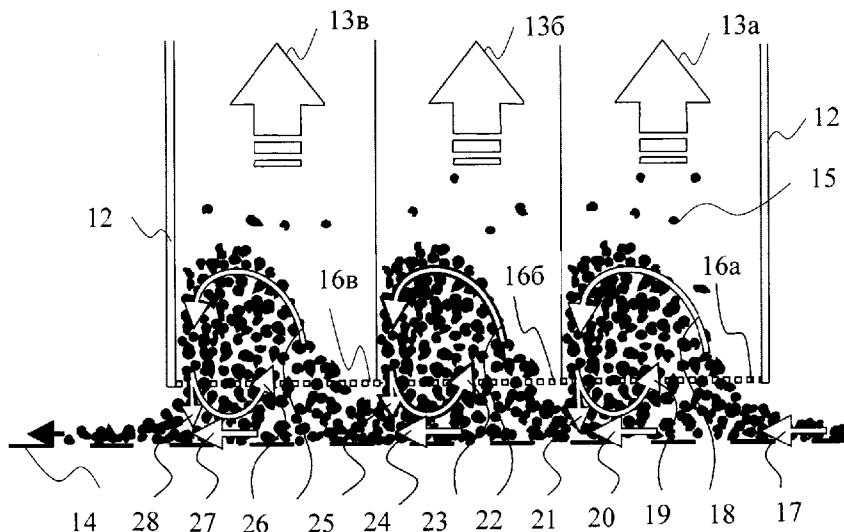


(10) Номер международной публикации
WO 2018/124909 A 1

- (51) Международная патентная классификация : В 07В 4/08 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки : РСТ/RU2016/000936
- (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) : АЕ, АG, АL, АМ, АО, АТ, АU, АZ, ВА, ВВ, ВG, ВН, ВN, ВR, ВW, ВY, ВZ, СA, СH, СL, СN, СO, СR, СU, СZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Название изобретения : СПОСОБ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО 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 method for pneumatically separating mineral raw materials, comprising placing raw materials which are to be separated on an air-permeable surface which traverses a vertical 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 vertical 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



WO 2018/124909 A1

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, 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)

transferred with the rising air flow out of the vertical chamber into a gravitational deposition chamber. What is novel is that the vertical chamber is divided by vertical partitions into two or more sections arranged consecutively and/or in parallel, wherein the upper bases of the sections are associated with one another inside the vertical chamber by a common air flow which transfers the particles into the gravitational deposition chamber.

(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 $+50$ °C. Заявляется способ пневматического обогащения минерального сырья, включающий размещение обогащаемого сырья на воздухопроницаемой поверхности, пересекающей вертикальную 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 потоком переносятся из вертикальной камеры в камеру гравитационного осаждения. Новым является то, что вертикальная камера разделена вертикальными переборками на две или более последовательно и/или параллельно расположенных секций, при этом верхние основания секций объединены внутри вертикальной камеры общим воздушным потоком, переносящим частицы в камеру гравитационного осаждения.

Способ пневматического обогащения минерального сырья

Изобретение относится к области обогащения минерального сырья и может
5 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.

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

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

Во-первых, технология обогащения сырья должна быть универсальной, легко
перестраиваемой под переработку различного вида минерального сырья и при этом
должна быть пригодной для обогащения различных по плотности материалов (угля,
30 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 мобильные обогати-

тельные фабрики модульного типа , с малым уровнем капитальных затрат на их доставку и установку .

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

В-третьих , технология обогащения сырья должна быть всепогодной и круглогодичной , чтобы процесс проходил не сезонно с временным привлечением трудовых ресурсов , а шел постоянно - с круглогодичной занятостью местного населения . По этой причине технологический цикл обогащения сырья должен включать диапазон температур окружающего воздуха от -50 до $+50$ °С и должен допускать размещение оборудования под открытым небом или с использованием укрытий легкого типа .

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

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

Известен также способ обогащения сырья , широко используемый до настоящего времени , основанный на разделении продуктов по плотности в воздушной 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 реше-

ту тяжелые зерна стремятся вниз, легкие зерна поднимаются в верхнюю часть слоя создаваемого из перерабатываемого продукта.

Способ позволяет производить круглогодичное обогащение сырья под открытым небом или с использованием укрытий легкого типа.

5 Основным недостатком известного способа обогащения сырья является низкая эффективность процесса разделения продуктов, высокая степень заражения тяжелых продуктов легкими фракциями, т.к. процесс осуществляется в слое продукта расположенного на решетке. Увеличение толщины слоя необходимое для образования раздельных слоев из продуктов различной плотности приводит к его высокому сопро-

10 тивлению, и как следствие низкой степени его разрыхления и низкой эффективности разделения фракций. Невозможность обеспечения быстрой перестройки технологического процесса под переработку различного вида минерального сырья, т.к. каждый сепаратор создается для переработки продуктов с заданным диапазоном плотности.

Кроме того, известный способ обогащения сырья не позволяет осуществлять

15 высокоэффективное разделение сырья по фракциям из-за высокого влияния влажности 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 обогащаемого

20 сырья на воздухопроницаемой поверхности, пересекающей вертикальную 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

25 который попадают и беспрепятственно проходят сквозь него частицы меньшей плотности, а затем восходящим воздушным потоком переносятся из вертикальной камеры в камеру гравитационного осаждения.

Известный способ позволяет производить круглогодичное обогащение сырья под открытым небом или с использованием укрытий легкого типа, а также произво-

30 дить 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 .

5 Во-первых , при попытке увеличения производительности способа по сырью , 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 .

10 Во-вторых , увеличение скорости конвейера автоматически приводит к смещению и уплотнению псевдокипящего слоя у задней (по движению) 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 сепарации .

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

20 Указанная задача в способе пневматического обогащения минерального сырья , включающем размещение обогащаемого сырья на воздухопроницаемой поверхности , пересекающей вертикальную 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 25 проходят сквозь него частицы меньшей плотности , а затем восходящим воздушным потоком переносятся из вертикальной камеры в камеру гравитационного осаждения , решена тем , что вертикальная камера разделена вертикальными переборками на две или более последовательно и/или параллельно расположенных секций , при этом верхние основания секций объединены внутри вертикальной камеры общим воздушным потоком , переносящим частицы в камеру гравитационного осаждения .

30 Указанное выполнение способа позволяет в одной вертикальной камере , рассчитанной на сепарацию частиц по заданной границе плотности , организовать многостадийный отбор указанных частиц за счет одновременного воздействия на части-

цы нескольких последовательных вертикальных потоков , каждый из которых увлечает частицу в свою секцию , тем самым снижая ее горизонтальную скорость и горизонтальную составляющую кинетической энергии , что уменьшает уплотнение псевдокипящего слоя в каждой секции вертикальной камеры и обеспечивает равномерное распределение псевдокипящего слоя по всей площади вертикальной камеры , тем самым обеспечивая повышение производительности способа .

Известная вертикальная 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 вертикальной камеры на секции , имеющие равные или разные по площади поперечные сечения и , соответственно , одинаковую или различную скорость потоков в них , что 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 вертикальной камеры могут иметь одинаковую или различную высоту расположения оснований секций над конвейером , тем самым обеспечивая создание в каждой секции вертикальной камеры псевдокипящий слой различной плотности , что позволит в первых секциях обеспечить предварительную сепарацию частиц с плотностью значительно ниже заданной , а в последних секциях - провести более точное и эффективное разделение частиц по плотности .

Разделение вертикальной камеры на секции расположенные вдоль направления движения конвейера , позволяет ликвидировать неравномерность поля скоростей воздуха в вертикальной камере в поперечном сечении (вдоль конвейера) , а разделение камеры на секции расположенные поперек направления движения конвейера , позволяет ликвидировать неравномерность поля скоростей воздуха в вертикальной 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 со-

противление в каналах с минимальной скоростью, а, следовательно, как результат скорость потока во всех каналах стремиться к среднему значению по всей камере.

5 Таким образом, вертикальная камера с несколькими вертикальными секциями, в каждой из которых присутствует объемный псевдокипящий слой из частиц заданной плотности, позволяет организовать многопоточное пневматическое выделение из обогащаемого сырья частиц требуемой фракции с большей производительностью и высокой селективностью, что не имеет аналогов среди известных методов, применяемых в настоящее время в установках пневматической сепарации, а значит, соответствует критерию «изобретательский уровень».

10 Заявляемый способ поясняется рисунками на фиг. 1-6.

На фиг. 1 представлена блок-схема установки с вертикальной камерой для пневматического обогащения минерального сырья, на которой вертикальная камера выполнена неразделенной на секции, как в прототипе, а стрелками показаны траектории движения частиц обогащаемого минерального сырья, всасываемых с воздушно-проницаемого конвейера и их взаимодействие с воздушным потоком и частицами псевдокипящего слоя. Так же показано смещение самого слоя к задней (по направлению движения конвейера) стенке вертикальной камеры, где: 1 - стенки вертикальной камеры; 2 - направление движения всасывающего потока воздуха в вертикальной камере; 3 - воздухопроницаемый конвейер с частицами обогащаемого минерального сырья; 4; 5 - нижнее основание вертикальной камеры; ба-бе - направления движения частиц обогащаемого минерального сырья, 7 - камера гравитационного осадения, соединенная с вертикальной камерой всасывающим воздуховодом 8, а также система отсоса воздуха 9 из камеры гравитационного осадения; 10 - шлюзовая затвор для удаления обогащенного минерального сырья 11.

25

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 передней (по направлению движения конвейера) стенке вертикальной камеры.

30 На фиг. 3 представлен фрагмент входной части установки для пневматического обогащения минерального сырья, на которой изображена вертикальная 3-х секционная камера, нижние основания секций которой находятся на одинаковой высоте относительно конвейера, где: 12 - стенки вертикальной камеры; 13а-13в - направление

движения всасывающих потоков воздуха в секциях вертикальной камеры ; 14 - воздухопроницаемый конвейер с частицами обогащаемого минерального сырья 15; 16а-16в - нижние основания секций вертикальной камеры ; 17-28 - траектории движения частиц обогащаемого минерального сырья внутри секций камеры .

5 На фиг . 4 представлен фрагмент входной части установки для пневматического обогащения минерального сырья , на которой изображена вертикальная 3-х секцион - ная камера , нижние основания секций которой находятся на разной высоте относи - тельно конвейера , где : 29 - стенки вертикальной камеры ; 30 - воздухопроницаемый конвейер с частицами обогащаемого минерального сырья 31; 32а - 32в - направле -
10 ние движения всасывающих потоков воздуха в секциях вертикальной камеры ; 33а - 33в - нижние основания секций вертикальной камеры .

На фиг . 5 представлен фрагмент входной части установки для пневматического обогащения минерального сырья , на которой изображена вертикальная многосекци - онная камера , состоящая из трех последовательно установленных секций , располо -
15 женных вдоль конвейера и трех последовательно установленных секций , располо - женных поперек конвейера , причем нижние основания всех секций находятся на одинаковой высоте относительно конвейера , где : 34 - воздухопроницаемый конвейер ; 35 - многосекционная вертикальная камера , состоящая из трех рядов секций 36' - 38' , расположенных вдоль направления движения воздухопроницаемого конвейера
20 34 и трех рядов секций 36" - 36"" , расположенных поперек направления его движе - ния , а на фиг . 6 представлен рисунок , поясняющий распределение частиц обогащае - мого минерального сырья внутри секций 35" - 35"" расположенных поперек конвейера 34.

Для понимания заявляемого способа , сначала рассмотрим процессы проходя -
25 щие в вертикальной камере , представленной на фиг .1. Частицы 4, перерабатываемо - го сырья движутся на воздухопроницаемом ленточном конвейере 3. Наиболее мел - кая фракция сразу просыпается через конвейер 3 и удаляется из зоны сепарации час - тиц (процесс просыпания через конвейер 3 и удаления просыпавшихся частиц ус - ловно не показан). Далее частицы 4, перемещаясь на конвейере 3, попадают в зону
30 всасывания вертикальной камеры , ограниченной стенками 1, где частицы 4 с пото - ком 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 одновремен -

ным 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 восходящим 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 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) 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 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 удалит ее из пространства вертикальной камеры.

Таким образом, при увеличении скорости движения воздухопроницаемого конвейера 3 будет наблюдаться снижение эффективности разделения частиц в вертикальной камере. При этом, единственным методом, который позволяет увеличить производительность пневматического обогащения минерального сырья, является именно увеличение скорости движения воздухопроницаемого конвейера 3. Для устранения указанного недостатка, предлагается выполнить вертикальную камеру с несколькими вертикальными параллельными секциями, так, как показано на фиг.3. Применение нескольких последовательных камер, установленных по ходу конвейера

14 позволяет снизить влияние паразитных потоков на процесс разделения. Так, например, если в результате взаимодействия легкой частицы движущейся в псевдокипящем слое по траектории 21 с частицей, движущейся по траектории 20 произойдет вынос ее за пределы секции, то она все равно остается в зоне сепарации, перейдя в
5 другую секцию. Предположим, что при установившемся режиме в вертикальной секции, вынос легких частиц тяжелыми составляет 10%. Таким образом, в первой секции удастся извлечь 90% легких частиц, а во второй секции еще 90% из тех легких частиц, которые попали во вторую секцию, т.е. суммарная эффективность разделения в двух последовательных секциях будет составлять 99% при эффективности
10 разделения в одной секции 90%. Это решение позволяет добиваться существенного увеличения скорости движения конвейера и, соответственно, производительности заявляемого способа.

Теперь рассмотрим вариант осуществления заявляемого способа, представленный на фиг.4, где используется 3-х секционная камера, нижние основания секций
15 которой находятся на разной высоте от поверхности конвейера. Указанный вариант позволяет обеспечить распределение псевдокипящего слоя в продольных вертикальных секциях, таким образом, чтобы в первых по движению секциях, имеющих псевдокипящий слой меньшей плотности, производилось выделение основной массы частиц с плотностью существенно ниже, чем заданная граничная плотность, тем самым снижая нагрузку на последнюю секцию, где производится окончательное удаление частиц с плотностью близкой к заданной граничной плотности.

На фиг.5 представлен еще один вариант реализации заявляемого способа, в котором вертикальная камера 35 выполнена многосекционной, состоящей из трех последовательно установленных секций, расположенных вдоль конвейера 36' - 38' и
25 трех последовательно установленных секций 36" - 36"', расположенных поперек конвейера 34, причем нижние основания всех секций находятся на одинаковой высоте относительно конвейера 34.

На фиг.6 представлено распределение частиц обогащаемого минерального сырья внутри секций 36" - 36"', расположенных поперек конвейера 34. Такое расположение секций внутри сепарационной камеры позволяет одновременно обеспечить равномерность псевдокипящего слоя, как в продольном, так и в поперечном сечении вертикальной камеры. На фиг.6 представлено распределение частиц обогащаемого минерального сырья внутри секций 36" - 36"', расположенных поперек конвейера 34.
30

Для практической реализации заявляемого способа была изготовлена опытная установка для сепарации шлаков феррохромного производства, с целью дальнейшего получения феррохрома. Процесс пневматического обогащения осуществлялся на вертикальной камере, которая состояла из 3-х последовательных вертикальных секций (фиг.3). До 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. Прямоугольная вертикальная камера выполнена сечением 600x150 мм и высотой 900 мм и разделена внутри вертикальными перегородками на 3 секции одинакового сечения. Камера соединена воздухопроводом с камерой гравитационного осаждения диаметром 1200 мм и высотой 2500 мм. Воздушный поток в вертикальной 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 феррохром с незначительными включениями шлака, являющийся товарным концентратом. Указанное выполнение вертикальной камеры позволило равномерно распределить псевдокипящий слой и в 1.6 раза увеличить производительность установки по сравнению с единой прямоугольной вертикальной сепарационной камерой сечением 600x150 мм и высотой 900 мм.

Формула изобретения

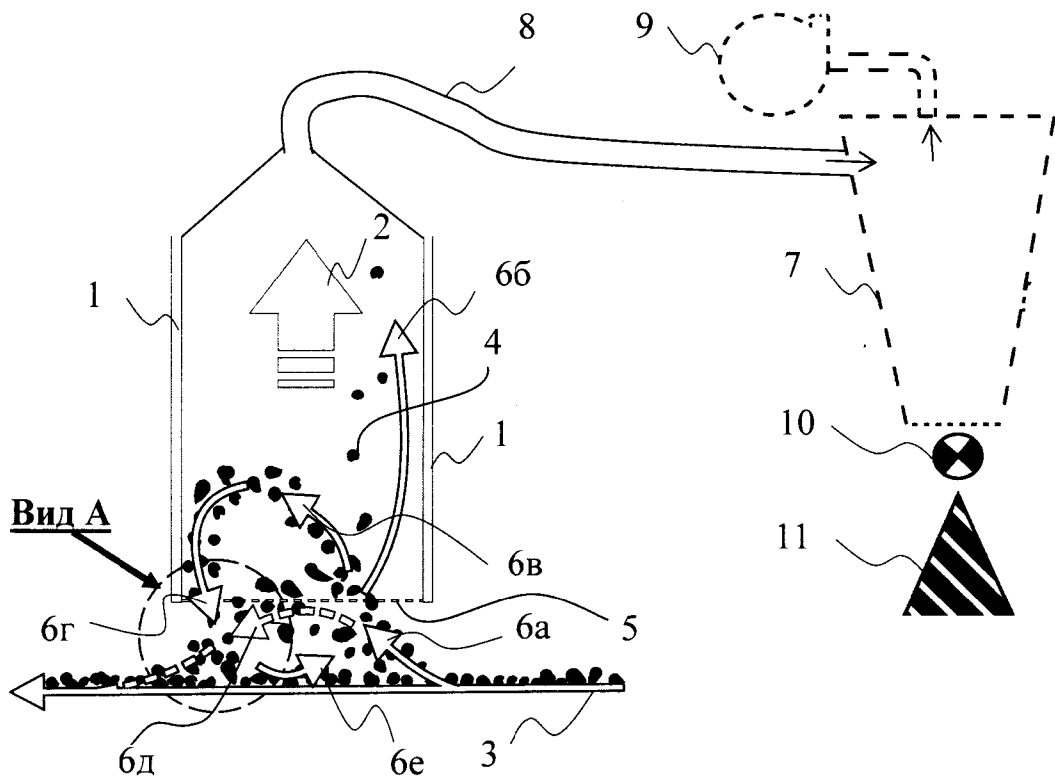
1. Способ пневматического обогащения минерального сырья, включающий размещение обогащаемого сырья на воздухопроницаемой поверхности, пересекающей вертикальную камеру с восходящим воздушным потоком, поднимающим легкие фракции с воздухопроницаемой поверхности, выполненной в виде конвейера, пропущенного 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 потоком переносятся из вертикальной камеры в камеру гравитационного осаждения, отличающийся тем, что вертикальная камера разделена вертикальными переборками на две или более последовательно и/или параллельно расположенных секций, при этом верхние основания секций объединены внутри вертикальной камеры общим воздушным потоком, переносящим частицы в камеру гравитационного осаждения.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что вертикальная камера разделена на секции, имеющие равные по площади поперечные сечения.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что вертикальная камера разделена на секции, имеющие разные по площади поперечные сечения.

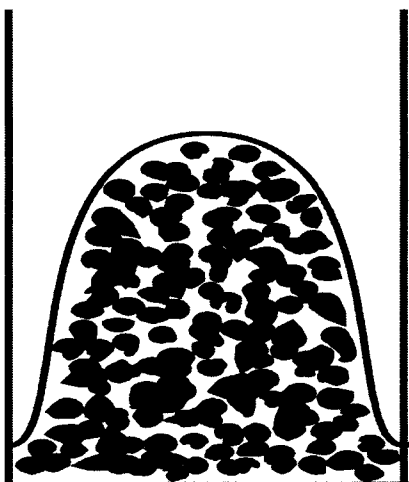
5. Способ по п.1 отличающийся тем, что нижние основания секций вертикальной камеры расположены на одинаковой высоте относительно поверхности конвейера.

6. Способ по п.1 отличающийся тем, что секции камеры расположены на разной высоте относительно поверхности конвейера.



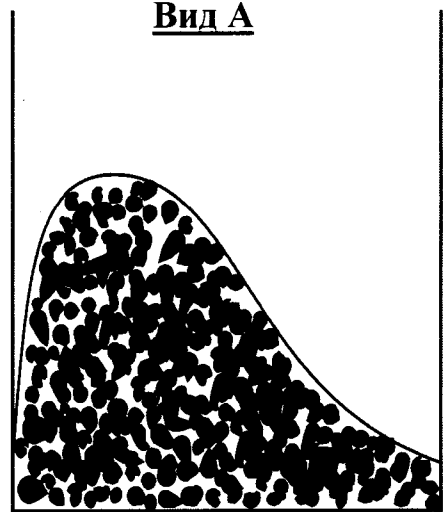
Фиг.1

Вид А

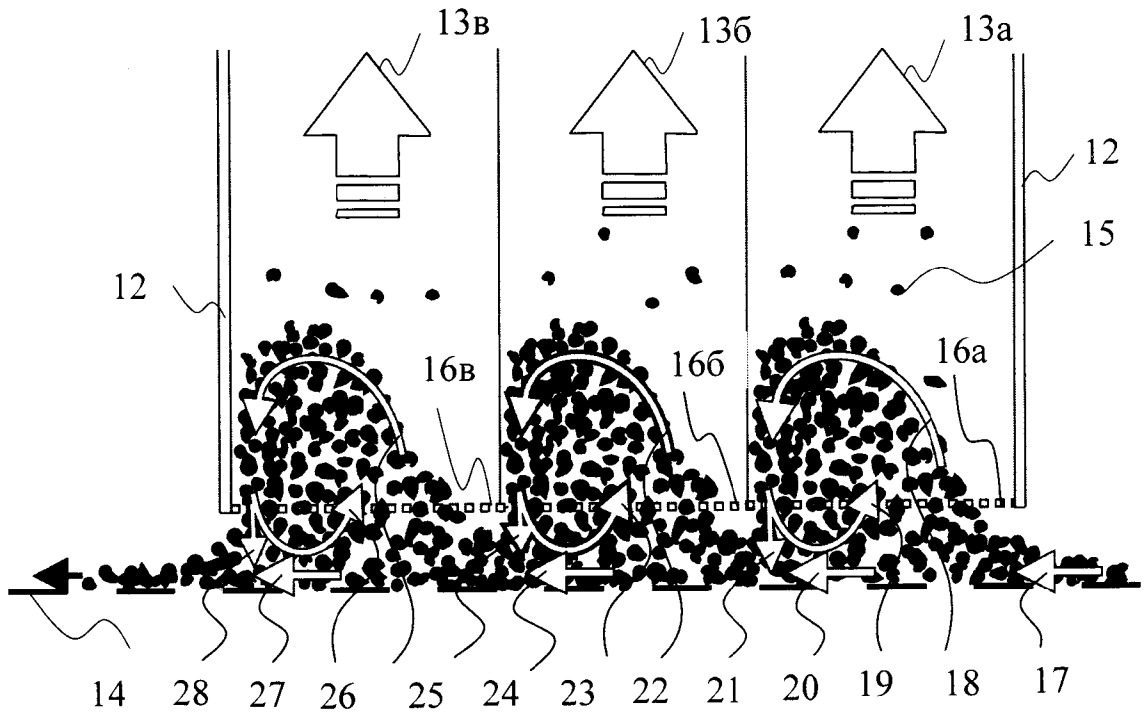


Фиг.2а

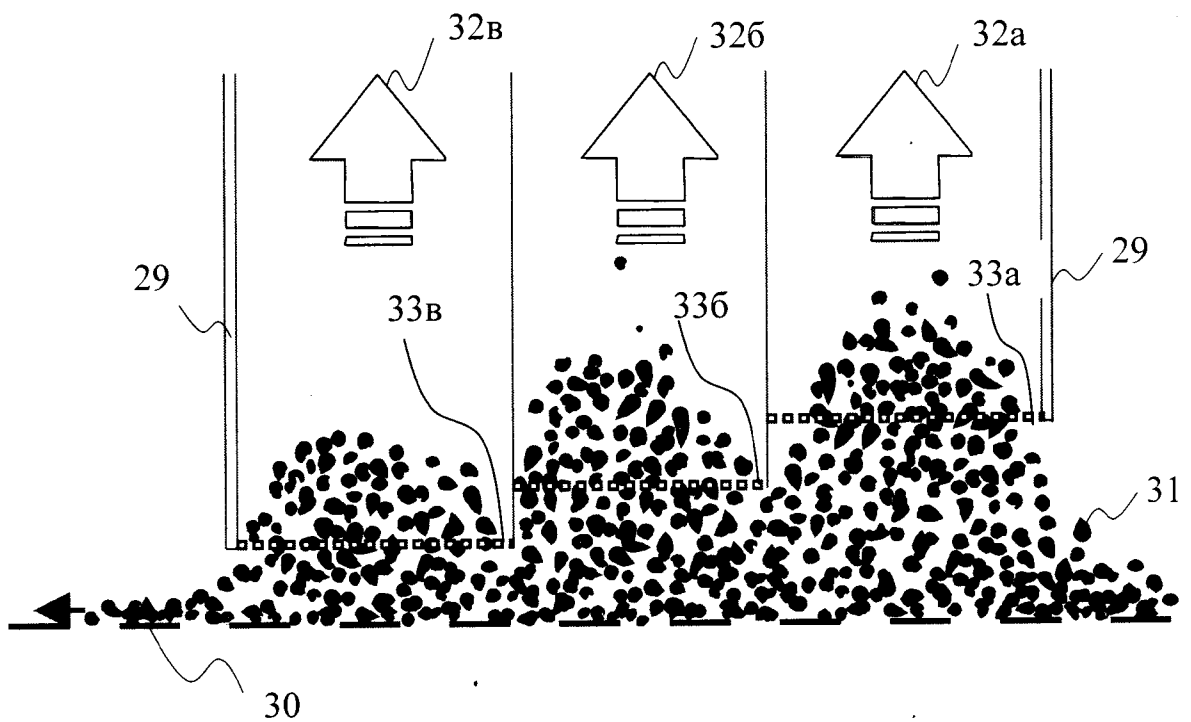
Вид А



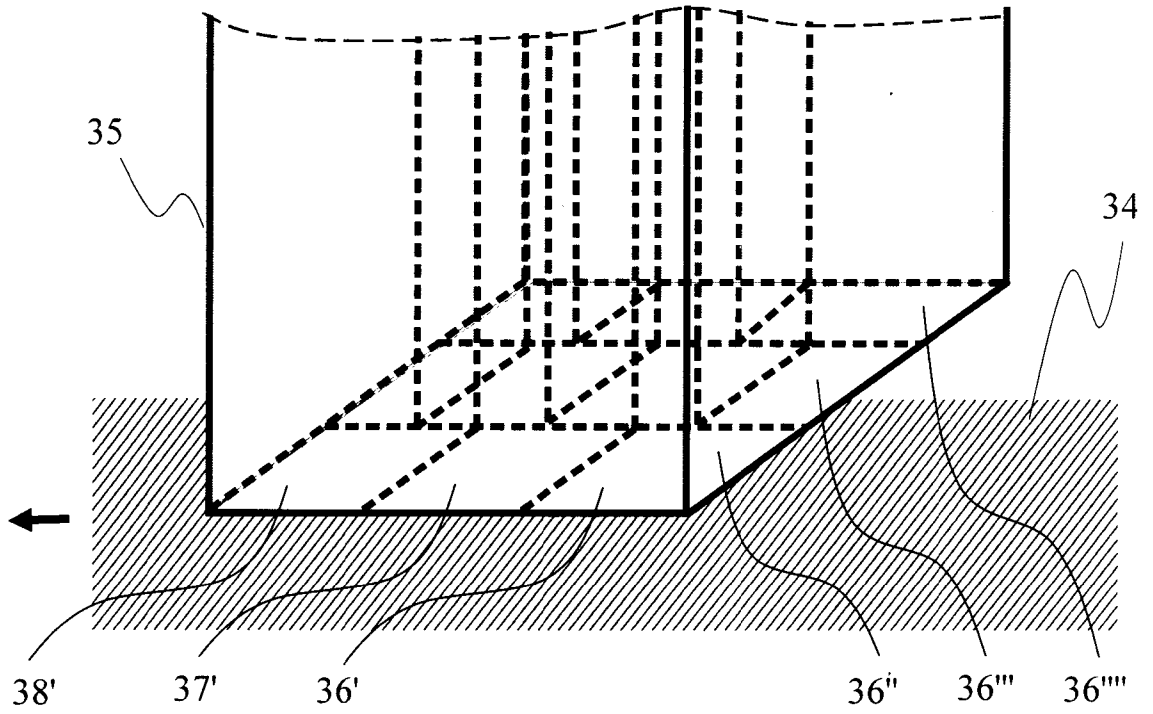
Фиг.2б



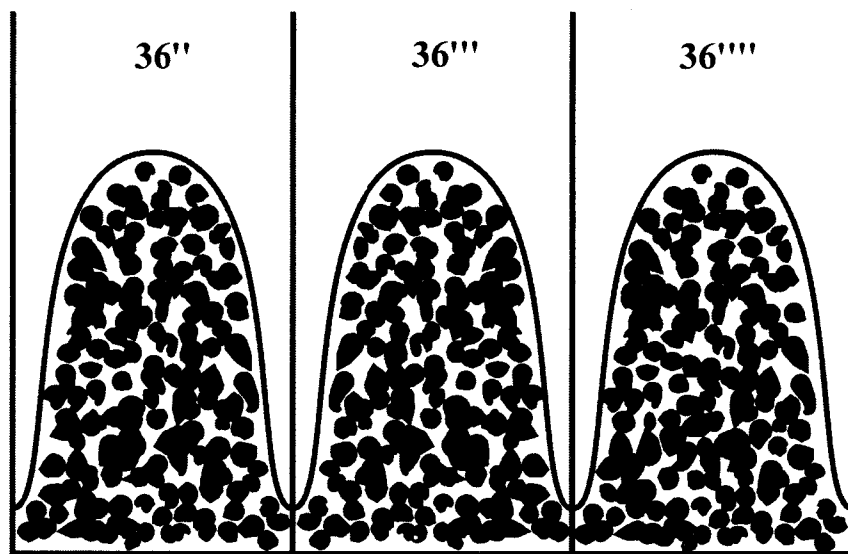
Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.
 PCT/RU 2016/000936

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, Y	EA 022959 B 1 (STEPANENKO ANDREI IVANOVICH) 31.03.2016, the claims, fig. 1	1-2, 4-6
Y	SU 1217495 A (VSESOUZNYI NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKII I PROEKTNYI INSTITUT MEKHANICHESKOI OBRABOTKI POLEZNYKH ISKOPAEMYKH "MEKHANOBR") 15.03.1986, col. 1, lines 21-27, col. 2, lines 3-7, 26-33, fig. 1-3	1-2, 4-6
Y	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	1-2, 4-6
Y	RU 2354462 C 1 (ZIULIN ALEKSEI NIKIFOROVICH et al.) 10.05.2009, p. 6, lines 8-10, 20-21, fig. 3	4
Y	SU 692638 A (CHELIABINSKII INSTITUT MEKHANIZATSII I ELEKTRIFIKATSII SELSKOGO KHOZIAISTVA) 28.10.1979, fig. 1	5
Y	SU 70679 A (SITNIKOV A.D.) 31.01.1949, left-hand column, par. 2, fig. 1	6
II Further documents are listed in the continuation of Box C. D See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
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, Y</td> <td>EA 022959 в 1 (СТЕПАНЕНКО АНДРЕИ ИВАНОВИЧ) 31.03.2016, формула , фиг . 1</td> <td>1-2, 4-6</td> </tr> <tr> <td>Y</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>1-2, 4-6</td> </tr> <tr> <td>Y</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>1-2, 4-6</td> </tr> <tr> <td>Y</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>4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>SU 692638 А (ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА) 28.10.1979, фиг . 1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>SU 70679 А (СИТНИКОВ А .Д.) 31.01.1949, левая кол ., абзац 2, фиг . 1</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>		Категория *	Цитируемые документы с указанием , где это возможно , релевантных частей	Относится к пункту №	D, Y	EA 022959 в 1 (СТЕПАНЕНКО АНДРЕИ ИВАНОВИЧ) 31.03.2016, формула , фиг . 1	1-2, 4-6	Y	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	1-2, 4-6	Y	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	1-2, 4-6	Y	RU 2354462 С 1 (ЗЮЛИН АЛЕКСЕЙ НИКИФОРОВИЧ и др.) 10.05.2009, с . 6, строки 8-10, 20-21, фиг . 3	4	Y	SU 692638 А (ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА) 28.10.1979, фиг . 1	5	Y	SU 70679 А (СИТНИКОВ А .Д.) 31.01.1949, левая кол ., абзац 2, фиг . 1	6
Категория *	Цитируемые документы с указанием , где это возможно , релевантных частей	Относится к пункту №																				
D, Y	EA 022959 в 1 (СТЕПАНЕНКО АНДРЕИ ИВАНОВИЧ) 31.03.2016, формула , фиг . 1	1-2, 4-6																				
Y	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	1-2, 4-6																				
Y	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	1-2, 4-6																				
Y	RU 2354462 С 1 (ЗЮЛИН АЛЕКСЕЙ НИКИФОРОВИЧ и др.) 10.05.2009, с . 6, строки 8-10, 20-21, фиг . 3	4																				
Y	SU 692638 А (ЧЕЛЯБИНСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА) 28.10.1979, фиг . 1	5																				
Y	SU 70679 А (СИТНИКОВ А .Д.) 31.01.1949, левая кол ., абзац 2, фиг . 1	6																				
<p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С. <input type="checkbox"/> данные о патентах -аналогах указаны в приложении</p>																						
<p>* Особые категории ссылочных документов :</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"А" документ , определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>"Е" более ранняя заявка или патент , но опубликованная на дату международной подачи или после нее</p> <p>"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)</p> <p>"О" документ , относящийся кустному раскрытию , использованию , экспонированию и т .д .</p> <p>"Р" документ , опубликованный до даты международной подачи , но после даты испрашиваемого приоритета</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"Т" более поздний документ , опубликованный после даты международной подачи или приоритета , но приведенный для понимания принципа или теории , на которых основывается изобретение</p> <p>"Х" документ , имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска ; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем , в сравнении с документом , взятым в отдельности</p> <p>"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</p> <p>"&" документ , являющийся патентом -аналогом</p> </td> </tr> </table>		<p>"А" документ , определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>"Е" более ранняя заявка или патент , но опубликованная на дату международной подачи или после нее</p> <p>"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)</p> <p>"О" документ , относящийся кустному раскрытию , использованию , экспонированию и т .д .</p> <p>"Р" документ , опубликованный до даты международной подачи , но после даты испрашиваемого приоритета</p>	<p>"Т" более поздний документ , опубликованный после даты международной подачи или приоритета , но приведенный для понимания принципа или теории , на которых основывается изобретение</p> <p>"Х" документ , имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска ; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем , в сравнении с документом , взятым в отдельности</p> <p>"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</p> <p>"&" документ , являющийся патентом -аналогом</p>																			
<p>"А" документ , определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>"Е" более ранняя заявка или патент , но опубликованная на дату международной подачи или после нее</p> <p>"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)</p> <p>"О" документ , относящийся кустному раскрытию , использованию , экспонированию и т .д .</p> <p>"Р" документ , опубликованный до даты международной подачи , но после даты испрашиваемого приоритета</p>	<p>"Т" более поздний документ , опубликованный после даты международной подачи или приоритета , но приведенный для понимания принципа или теории , на которых основывается изобретение</p> <p>"Х" документ , имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска ; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем , в сравнении с документом , взятым в отдельности</p> <p>"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</p> <p>"&" документ , являющийся патентом -аналогом</p>																					
<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: 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>																					