

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2728038

**Высокоградиентный мокрый магнитный сепаратор со
сверхпроводящей магнитной системой**

Патентообладатель: *Общество с ограниченной ответственностью
"МАГНЕТИТ" (RU)*

Авторы: *Тагунов Евгений Яковлевич (RU),
Измалков Владимир Александрович (RU)*

Заявка № 2017133641

Приоритет изобретения 27 сентября 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 28 июля 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 27 сентября 2037 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Излиев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B03C 1/025 (2020.01); B03C 1/034 (2020.01)

(21)(22) Заявка: 2017133641, 27.09.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.09.2017

Дата регистрации:
28.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.09.2017

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2019 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 28.07.2020 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

119609, Москва, ул. Удальцова, 46, кв. 83,
Тагунову Е.Я.

(72) Автор(ы):

Тагунов Евгений Яковлевич (RU),
Измалков Владимир Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"МАГНЕТИТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2038160 C1, 27.06.1995. SU
1648568 A1, 15.05.1991. SU 1569033 A1,
07.06.1990. SU 1704833 A1, 15.01.1992. DE
3316443 A1, 08.11.1983. US 3988240 A, 26.10.1976.
ШВЕДЧИКОВА И.А. и др. "Классификация
полиградиентных магнитных сепараторов",
Вестник НТУ "ХПИ", N19(1062), 2014, с. 64-76.

(54) **Высокоградиентный мокрый магнитный сепаратор со сверхпроводящей магнитной системой**

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к устройствам для разделения материалов по магнитным свойствам - магнитной сепарации, может быть применено в горнорудной, химической и других отраслях промышленности для обогащения слабомагнитных руд и для глубокой очистки различных материалов от слабомагнитных включений. Высокоградиентный мокрый магнитный сепаратор включает рабочий орган в виде ротора с вертикальной осью, магнитную систему, охватывающую часть ротора, расположенные по внешнему диаметру ротора боксы с матрицами из ферромагнитных элементов, формирующих полиградиентную среду с высоким уровнем магнитных сил, узел подачи исходного питания, узел подачи промывной и смывной воды, узел сбора и отвода продуктов сепарации. Магнитную систему выполняют на основе сверхпроводящих соленоидов. Внешнюю часть ротора, на которую воздействует интенсивное магнитное поле, выполняют из

непроводящего полимерного материала. В боксы ротора помещают полиградиентные ферромагнитные матрицы двух типов, отличающиеся уровнем действующих в них магнитных сил. Матрицы первого и второго типа чередуются по диаметру ротора. Подача питания в них производится отдельно через секционированный питающий желоб, а продукты сепарации поступают в секционированный узел сбора, выполненный с возможностью отдельного получения магнитных и немагнитных продуктов, выделенных матрицами обоих типов. Полиградиентные матрицы выполнены в виде объемной решетки из ферромагнитных стержней различного сечения, взаимное расположение которых обеспечивает диагональное замыкание основной части магнитного потока, проходящего через матрицу. Технический результат - повышение эффективности процесса сепарации. 2 з.п. ф-лы, 11 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B03C 1/025 (2020.01); B03C 1/034 (2020.01)(21)(22) Application: **2017133641, 27.09.2017**(24) Effective date for property rights:
27.09.2017Registration date:
28.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **27.09.2017**(43) Application published: **27.03.2019 Bull. № 9**(45) Date of publication: **28.07.2020 Bull. № 22**

Mail address:

**119609, Moskva, ul. Udaltsova, 46, kv. 83,
Tagunovu E.YA.**

(72) Inventor(s):

**Tagunov Evgenij Yakovlevich (RU),
Izmalkov Vladimir Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"MAGNETIT" (RU)**(54) **HIGH-GRADIENT WET MAGNETIC SEPARATOR WITH SUPERCONDUCTING MAGNETIC SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: drilling of soil or rocks; mining; chemistry.

SUBSTANCE: disclosed invention relates to devices for separation of materials by magnetic properties - magnetic separation, can be used in mining, chemical and other industries for enrichment of weakly magnetic ores and for deep cleaning of different materials from weakly magnetic inclusions. High-gradient wet magnetic separator comprises a working member in the form of a rotor with a vertical axis, magnetic system enveloping part of rotor, boxes arranged along outer diameter of rotor with matrices of ferromagnetic elements forming polygradient medium with high level of magnetic forces, feed unit of initial feed, unit of flushing and flushing water supply, assembly of collection and removal of separation products. Magnetic system is based on superconducting solenoids. External part of rotor, which is exposed to intense magnetic field, is made of non-conducting polymer material.

Polygraphic ferromagnetic matrices of two types are placed in the rotor boxes, differing by the level of magnetic forces acting in them. Matrices of the first and second types alternate along rotor diameter. Supply of power to them is performed separately through the sectional supplying chute, and separation products are supplied to the sectional assembly of collection, which is made with possibility of separate production of magnetic and nonmagnetic products separated by matrices of both types. Polygradient matrixes are made in the form of a volumetric grid of ferromagnetic rods of different cross-section, mutual arrangement of which ensures diagonal closure of the main part of the magnetic flow passing through the matrix.

EFFECT: technical result is higher efficiency of separation process.

3 cl, 11 dwg

Изобретение относится к устройствам для разделения материалов по магнитным свойствам - магнитной сепарации, может быть применено в горнорудной, химической и других отраслях промышленности для обогащения слабомагнитных руд и для глубокой очистки различных материалов от слабомагнитных включений.

Известен электромагнитный высокоинтенсивный роторный магнитный сепаратор типа 6ЭРМ, рабочим органом которого является трехъярусный ротор с вертикальной осью [1], [2]. На внешнем диаметре ротора, в каждом ярусе расположены боксы, в которых установлены матрицы-кассеты из рифленых пластин, расположенных вертикально с зазором относительно друг друга и выполняющие роль концентраторов магнитного потока. Электромагнитная система включает катушки с магнитопроводящими сердечниками, которые заканчиваются полюсными наконечниками, охватывающими ротор с двух противоположных сторон. Исходный материал подается в боксы верхнего яруса вращающегося ротора, находящихся в зонах действия магнитного поля возле двух разноименных полюсов. Частицы минералов, обладающих магнитными свойствами, притягиваются к рифлениям пластин, промываются водой, а затем выносятся вращающимся ротором в зону, где магнитное поле отсутствует и где под действием струй смывной воды происходит их разгрузка в сектор магнитной фракции узлов сбора продуктов сепарации. Немагнитные частицы свободно проходят через рабочий зазор и разгружаются в соответствующий сектор узлов сбора продуктов сепарации. Немагнитная фракция верхнего яруса ротора подается затем для перечистки на средний ярус, а немагнитная фракция среднего яруса в свою очередь перечищается на нижнем ярусе. Магнитные фракции всех трех ярусов объединяются. Верхний, так называемый «скальпирующий» ярус, имеющий пониженное значение индукции магнитного поля в рабочей зоне (до 0,2 Тл) предназначен для выделения из сепарируемого материала сильномагнитных частиц.

Недостатком этого сепаратора является высокое энергопотребление и большая масса электромагнитной системы, ротора и сепаратора в целом. Модель 6 ЭРМ 35/315 при производительности по исходному питанию 100 т/час (гематитовая железная руда) имеет расход электроэнергии более 250 кВт и массу более 200 тонн. Кроме этого, величины индукции магнитного поля в рабочих зазорах пластинчатых матриц этого сепаратора (до 1,2 Тл) недостаточна для эффективного осаждения мелких (шламистых), слабомагнитных частиц.

Наиболее близким аналогом (прототипом) заявляемого устройства является высокоградиентный магнитный сепаратор со сверхпроводящими магнитными системами [3]. Этот сепаратор имеет рабочий орган в виде ротора с вертикальной осью, по внешнему диаметру которого установлены рабочие «трехэтажные» камеры. Две, диаметрально расположенные магнитные системы, включающие криостаты с соленоидами, охватывают камеры снаружи и изнутри ротора. Магнитные системы создают горизонтально направленное высокоинтенсивное магнитное поле с индукцией в радиальном зазоре до 3 Тл. Как и все мокрые роторные сепараторы, аналог включает также узлы загрузки питания, промывки и смыва магнитной фракции и систему сбора и отвода продуктов сепарации.

Рабочие камеры имеют по высоте три участка: верхний без ферромагнитной матрицы с вертикальными немагнитными перегородками, средний и нижний с матрицами соответственно в виде рифленых пластин и просечно-вытяжных сеток. Сепарируемый материал, содержащий частицы различной крупности и магнитной восприимчивости, поступающий в камеры в рабочей зоне сепаратора, проходит последовательно эти три участка, характеризуемые различным уровнем магнитных сил с повышением их сверху

вниз.

В первом верхнем участке («этаже») за счет действия объемно-градиентных сил происходит осаждение на немагнитные перегородки частиц максимальной крупности и магнитной восприимчивости. В среднем участке с рифлеными пластинами осаждаются материал, характеризующийся средней крупностью и магнитной восприимчивостью. На сетках третьего участка («этажа») осаждается самый мелкий шламистый материал с минимальной магнитной восприимчивостью. Немагнитная фракция разгружается в рабочей зоне, а объединенная магнитная фракция трех участков смывается вне зоны действия поля в узел сбора и отвода продуктов сепарации.

Недостатком этой конструкции является то, что смываемые магнитные фракции верхнего и среднего участка, содержащие слабомагнитные частицы с относительно высокой магнитной восприимчивостью, проходя через ниже лежащие матрицы с большим уровнем магнитных сил, не могут полностью разгрузиться. Это является следствием влияния остаточной намагниченности материала матриц и полей рассеяния магнитной системы, из-за которых на осадительных элементах ниже лежащих матриц магнитные силы не обращаются в ноль и оказываются достаточными для удержания магнитных частиц, смываемых с выше расположенных осадительных элементов. В результате часть материала с относительно большой и средней магнитной восприимчивостью и крупностью задерживается и постепенно накапливается в матрицах, снижая их пропускную способность и эффективность сепарации. Это обуславливает необходимость частых остановок ротора и отключения магнитных систем для замены или очистки матриц. Кроме этого, расположение магнитных систем внутри корпуса ротора, затрудняет их обслуживание, что очень важно именно для сверхпроводящих магнитных систем.

Целью изобретения является создание высокоградиентного мокрого магнитного сепаратора со сверхпроводящей магнитной системой, который по сравнению с существующими электромагнитными сепараторами обеспечивает более высокие показатели извлечения и качества концентрата при обогащении слабомагнитных руд (в том числе руд, содержащих труднообогатимые шламистые фракции) и получение более высокой степени очистки минерального сырья от слабомагнитных примесей, при кардинальном снижении энергопотребления и массы и существенно лучшей регенерацией осадительных матриц. Известно, что условием эффективного извлечения слабомагнитных частиц, т.е. частиц с низкой магнитной восприимчивостью, при сепарации измельченных руд, песков и других материалов является наличие на осадительных элементах сепаратора достаточных по величине магнитных сил, определяемых силовым параметром магнитного поля $B \cdot \text{grad } B$. Первый множитель B - индукция поля, создаваемого в рабочей зоне магнитной системой, второй множитель $\text{grad } B$ - градиент индукции, характеризующий неоднородность магнитного поля. Величина градиента магнитной индукции в значительной степени определяется конструктивными особенностями осадительных элементов, выполняющих в рабочем органе функцию ферромагнитных концентраторов магнитного потока - их формой, размерами, взаимным расположением.

Осадительными элементами в рабочем органе сепаратора могут быть: шары, рифленые пластины, стержни, сетки различных типов, стальная вата и пр. Часто исходное сырье представляет собой смесь частиц, имеющих различную магнитную восприимчивость и крупность, что создает объективные трудности для магнитной сепарации и снижает эффективность обогатительного процесса. Например, если в сырье есть зерна сильномагнитных или среднемагнитных минералов, то они интенсивнее

притягиваются к концентраторам магнитных сил, мешая захвату слабомагнитных частиц и при этом определенная часть последних может попасть в немагнитную фракцию - хвосты. Поэтому кроме параметров магнитного поля в рабочей зоне на эффективность сепарации значительно влияет способность сепаратора селективно выделять в

5 магнитный продукт частицы определенной магнитной восприимчивости.

В заявляемом устройстве - высокоградиентном мокром магнитном сепараторе задача повышения эффективности процесса обогащения руд (песков), содержащих слабомагнитные минералы, или процесса магнитной очистки различных материалов, в том числе и содержащих шламистые слабомагнитные фракции, при существенном

10 снижении энергопотребления и массы аппарата достигается благодаря следующим основным конструктивным особенностям:

- электромагнитная система, охватывающая снаружи рабочий орган (ротор), выполняется на основе сверхпроводящих соленоидов;

- рабочий орган - ротор с вертикальной осью вращения выполняется из

- 15 непроводящих, полимерных материалов;
- по внешнему диаметру ротора располагаются отсеки - боксы с установленными в них матрицами с ферромагнитными осадительными элементами для формирования высокоградиентного магнитного поля;

- в одну половину от числа боксов устанавливаются матрицы первого типа, в другую

- 20 половину - матрицы второго типа, предназначенные для создания более высокого, по сравнению с матрицами первого типа, уровня магнитных сил в рабочей области сепаратора, при этом матрицы могут быть сменными;

- подача сепарируемого материала осуществляется в матрицы первого и второго

- 25 типов отдельно, причем материал, прошедший свободно через матрицы первого типа
- немагнитная фракция первого приема сепарации, может направляться для пересортировки в матрицы второго типа на второй прием сепарации, для этого узел сбора продуктов сепарации выполняются секционированным с возможностью объединения магнитного продукта первого и второго приемов сепарации;

- подача исходного питания в матрицы с различными силовыми характеристиками

- 30 может при соответствующей технологической необходимости осуществляться параллельно двумя независимыми потоками для сепарации материалов, различающихся магнитной восприимчивостью и крупностью.

На фиг. 1 изображен вид сверху заявляемого сепаратора, на фиг. 2 - его вертикальный

35 разрез («А-А»), на фиг. 3 - горизонтальный разрез посередине ротора и магнитной системы («Б-Б»), на фиг. 4 - горизонтальный разрез по узлу приема продуктов сепарации («В-В»). На фиг. 5 и 6 изображены вертикальные сечения («А-А») матрицы первого

типа, осадительными элементами которой являются цилиндрические стержни различного сечения. На фиг. 7 и 8 изображены выносные элементы («Б») и («В») такой матрицы,

40 взаимное расположение цилиндрических стержней которой обеспечивает диагональное и прямое замыкание основной части магнитного потока соответственно. При

диагональном замыкании основная часть магнитного потока в матрице проходит по пути наименьшего магнитного сопротивления между осадительными элементами, расположенными на соседних горизонтальных уровнях, в то время как при прямом замыкании путями с наименьшим магнитным сопротивлением являются линии,

45 соединяющие осадительные элементы, расположенные на одном и том же уровне. На

фиг. 9 изображено вертикальное сечение установленной в ротор матрицы второго типа, а на фиг. 10 и 11 горизонтальные сечения такой матрицы с полиградиентной средой в виде сеток («А-А») и стальной ваты («Б-Б») соответственно.

Изображенный на фигурах 1, 2, 3 и 4 высокоградиентный мокрый магнитный сепаратор включает следующие основные узлы: рабочий орган - ротор с вертикальной осью 1, сверхпроводящую открытую магнитную систему 2, узел подачи исходного питания 3, узлы подачи промывной и смывной воды 4 и 5, узел приема продуктов сепарации - ванну 6. Сверхпроводящая магнитная система включает в себя криостат 7, соленоиды 8, ферромагнитный магнитопровод 9. Ротор включает матрицы двух типов 10 и 11, установленные в корпус 12 с чередованием по внешнему диаметру - один тип за другим, секционированного желоба 13 для приема материала, выпускных воронок для продуктов сепарации 14. Вся магнитная система сепаратора может состоять из
 10 несколько идентичных, расположенных по окружности магнитных систем, описанных выше.

Заявляемое устройство - высокоградиентный мокрый магнитный сепаратор работает следующим образом. Магнитная система 2 на основе сверхпроводящих соленоидов 8, помещенных вместе с магнитопроводом 9 в криостат 7, имеющий форму вогнутой
 15 линзы, создает горизонтально направленное магнитное поле, проходящее от полюса S к полюсу N через внешний сектор ротора в пределах угла охвата магнитной системы, зависящего от числа полюсов всей магнитной системы (на приведенном рисунке $\sim 90^\circ$). Индукция магнитного поля в рабочей зоне сверхпроводящей магнитной системы может существенно превышать величину 2 Тл, что недостижимо для обычной
 20 электромагнитной системы. Внешняя часть ротора 12, подверженная воздействию интенсивного магнитного поля, формируемого сверхпроводящей магнитной системой, изготавливается из непроводящего электрический ток полимерного материала для того, чтобы при вращении ротора избежать негативного влияния вихревых токов («токов Фуко»). Исходный сепарируемый материал в виде пульпы через узел подачи
 25 питания 3 в зоне действия магнитного поля, поступает в секционированный желоб 13, вращающегося ротора 1, при этом исходный материал при последовательной схеме подачи питания подается первоначально только в матрицы первого типа 10, а при параллельной схеме питания одновременно и в матрицы первого типа 10, и в матрицы второго типа 11. Матрица первого типа (фиг. 5,6), может представлять собой
 30 пространственную структуру (решетку) из ферромагнитных цилиндрических стержней различного диаметра 15, расположенных перпендикулярно вектору магнитного поля и плоскости перегородок 16. Замыкание основной части магнитного потока может быть диагональным (фиг. 7) и прямым (фиг. 8). На фиг. 7 и фиг. 8 линиями замыкания магнитного потока условно названы линии, вблизи которых концентрируется магнитный
 35 поток наибольшей плотности. В рассмотренных структурах области с максимальной плотностью магнитного потока примыкают к осадительным элементам в зонах с максимальными значениями магнитных сил, где наиболее эффективно извлекаются и накапливаются магнитные частицы. Кроме величины индукции фонового магнитного поля, уровень магнитных сил определяется диаметром стержней и расстоянием между
 40 ними. Вблизи поверхности стержней меньшего диаметра за счет больших градиентов магнитного поля создаются области с большими величинами магнитных сил, но с небольшим объемом зоны их действия. Вблизи поверхности стержней большего диаметра формируются зоны с меньшими значениями магнитной силы, которые при этом значительно медленнее убывают по мере удаления от поверхности осадительного
 45 элемента. В совокупности с возможностью изменения расстояния между стержнями это позволяет варьировать извлекающую способность матрицы, ориентируясь на ее способность извлекать слабомагнитные частицы с определенными величинами магнитной восприимчивости, и, в конечном итоге, создать основу механизма

селективного выделения магнитной фракции из смеси частиц с различными магнитными свойствами.

Наиболее перспективными с точки зрения эффективности извлечения частиц слабомагнитной фракции являются новые конструкции матриц из ферромагнитных стержней, пространственная структура которых приводит к диагональному замыканию основной части магнитного потока (фиг. 7). В этом случае в половине зон действия наибольших значений магнитных сил, сформированных вблизи поверхности осадительных элементов, пиковые величины магнитных сил достигаются в областях, заходящих в «зону тени» гидродинамического потока пульпы и промывной воды, которые всегда стремятся охватить верхнюю и боковые поверхности осадительных элементов. Т.о. слабомагнитные частицы, удерживаемые магнитными силами на поверхности осадительных элементов в этих зонах, не подвержены воздействию наиболее высокоскоростных участков гидродинамического потока, что способствует более эффективному удержанию слабомагнитных частиц на поверхности осадительных элементов.

Кроме цилиндрических ферромагнитных стержней в матрицах с диагональным замыканием магнитного потока могут быть использованы ферромагнитные стержни прямоугольного сечения с различной площадью сечения, на осадительной поверхности которых наибольший уровень магнитных сил достигается вблизи ребер стержня. Изменением параметров пространственной решетки из ферромагнитных стержней различного сечения в магнитном поле сверхпроводящей магнитной системы достигается возможность варьирования максимального уровня магнитных сил на поверхности осадительных элементов в пределах значений величины B grad B от $10^3 \text{ Тл}^2/\text{м}$ до $10^5 \text{ Тл}^2/\text{м}$.

Одной из задач при расчете технических параметров сепараторов указанного типа является конструирование матриц, в которых более низкий уровень магнитных сил в матрицах первого типа по сравнению с матрицами второго типа обеспечивает извлечение и последующий смыв сначала слабомагнитных частиц с более высокой магнитной восприимчивостью, а затем с более низкой. Использование такого механизма позволяет существенно снизить забивание матриц с наиболее высоким уровнем магнитных сил магнитными частицами с достаточно высокой магнитной восприимчивостью, которые имеют тенденцию «залипать» на высокоградиентных осадительных элементах, предназначенных для извлечения частиц с меньшей магнитной восприимчивостью, под воздействием магнитных сил, индуцированных полями рассеяния и остаточной намагниченностью осадительных элементов уже за пределами зоны действия интенсивного магнитного поля.

При прохождении матриц через зону действия интенсивного магнитного поля, они после подачи в них питания промываются водой через патрубки 4 для удаления из них прилипших немагнитных частиц. Магнитная фракция в матрицах первого типа выносятся, вращающимся ротором в зону вне действия магнитной системы, смывается водой, подаваемой патрубками 5 и через разгрузочные воронки 14 поступает в ванну 6 в сектор сбора магнитной фракции.

Матрицы второго типа (фиг. 9), установленные в роторе 1, могут быть использованы для пересортировки немагнитной фракции, прошедшей через матрицы первого типа в процессе первого приема сепарации, и выделения мелких (шламистых) частиц с низкой магнитной восприимчивостью. Для этого в них, в качестве ферромагнитных элементов, образующих полиградиентную среду, могут быть использованы ферромагнитные сетки 17 из просечно-вытяжного металла, установленные вертикально, перпендикулярно вектору поля, с расположенными между сетками дистанционными штифтами 18 (фиг.

10). В матрицах второго типа может быть использована также стальная вата 19 (фиг. 11). Уровень магнитных сил в таких матрицах в магнитном поле с индукцией более 2Тл, которое могут обеспечить только сверхпроводящие магнитные системы, позволяет извлекать самые слабомагнитные мелкодисперсные частицы. В некоторых случаях матрицы второго типа могут представлять из себя и пространственную структуру (решетку) из ферромагнитных стержней, отличающихся меньшими диаметрами и более плотным расположением в пространстве по сравнению с использованными в матрицах первого типа.

При последовательной подаче сепарируемого материала сначала в матрицы первого, а затем второго типа немагнитная фракция, прошедшая через матрицы первого типа и содержащая не захваченные ими слабомагнитные частицы, через воронки 14 поступает в желоб 6 в сектор сбора немагнитной фракции первого приема сепарации, а затем перекачивается для подачи в ротор через секционированный желоб 13 для пересортировки в матрицах второго типа 11, т.е. на второй прием сепарации. Немагнитный продукт из матриц второго типа разгружается в сектор сбора немагнитной фракции второго приема сепарации ванны 6, а магнитный продукт - в соответствующий сектор сбора магнитной фракции ванны 6. При такой схеме сепарации в секционированном узле сбора магнитной фракции магнитные продукты первого и второго приемов сепарации объединяются. При смыве (разгрузке) магнитной фракции из матриц первого и второго типов происходит их регенерация, т.е. очистка, необходимая для последующих циклов сепарации (цикл включает в себя подачу питания, промывку в магнитном поле с разгрузкой немагнитной фракции, смыв и разгрузку магнитной фракции).

Предложенная конструкция, позволяющая описанными выше способами последовательно и параллельно использовать два типа матриц с различным уровнем магнитных сил, предоставляет возможность отдельно (селективно) выделять частицы магнитной фракции, отличающиеся величиной магнитной восприимчивости и классом крупности, предотвращать забивание матриц с высоким уровнем магнитных сил частицами с большей магнитной восприимчивостью, для извлечения которых предназначены матрицы с меньшим уровнем магнитных сил, и тем самым обеспечивать надежную работу сепаратора. Эта конструкция позволяет также осуществлять сепарацию в одном роторе одновременно двух параллельных потоков материалов с различными свойствами.

Сепаратор со сверхпроводящей магнитной системой и ротором с двумя типами матриц способен обогащать или очищать сырье, характеризующееся широким диапазоном магнитных свойств и крупности частиц.

Источники информации

1. А.с. СССР №1215746, В03С 1/10, 18.06.82.

2. Кармазин В.В., Кармазин В.И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. - М.: Издательство МГГУ, 2005.

3. Патент РФ №2 038 160, В 03 С 1/3.

(57) Формула изобретения

1. Высокоградиентный мокрый магнитный сепаратор, включающий рабочий орган в виде ротора с вертикальной осью, магнитную систему, охватывающую часть ротора, расположенные по внешнему диаметру ротора боксы с матрицами из ферромагнитных элементов, формирующих полиградиентную среду с высоким уровнем магнитных сил, узел подачи исходного питания, узел подачи промывной и смывной воды, узел сбора и отвода продуктов сепарации, отличающийся тем, что магнитную систему выполняют

на основе сверхпроводящих соленоидов, внешнюю часть ротора, на которую воздействует интенсивное магнитное поле, выполняют из непроводящего полимерного материала, а в боксы ротора помещают полиградиентные ферромагнитные матрицы двух типов, отличающиеся уровнем действующих в них магнитных сил.

5 2. Магнитный сепаратор по п. 1, отличающийся тем, что матрицы первого и второго типа чередуются по диаметру ротора, подача питания в них производится отдельно через секционированный питающий желоб, а продукты сепарации поступают в секционированный узел сбора, выполненный с возможностью раздельного получения магнитных и немагнитных продуктов, выделенных матрицами обоих типов.

10 3. Магнитный сепаратор по п. 1, отличающийся тем, что полиградиентные матрицы выполнены в виде объемной решетки из ферромагнитных стержней различного сечения, взаимное расположение которых обеспечивает диагональное замыкание основной части магнитного потока, проходящего через матрицу.

15

20

25

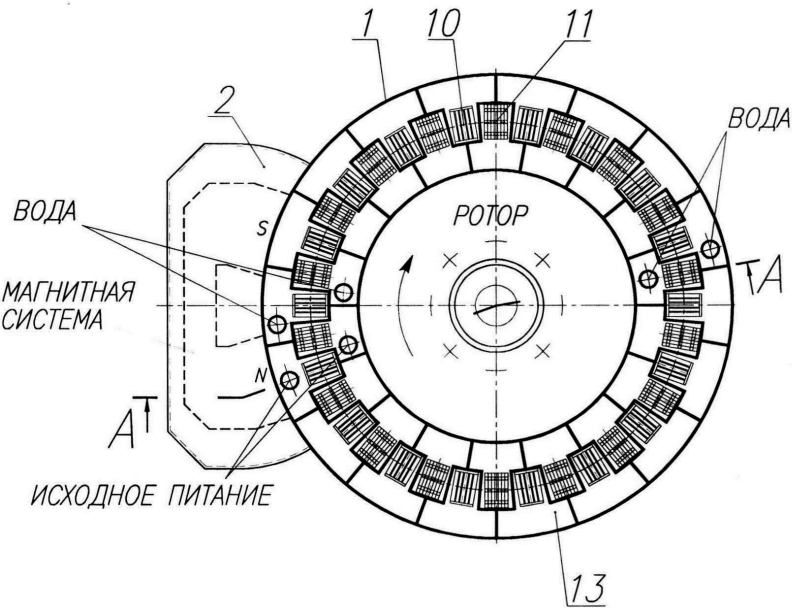
30

35

40

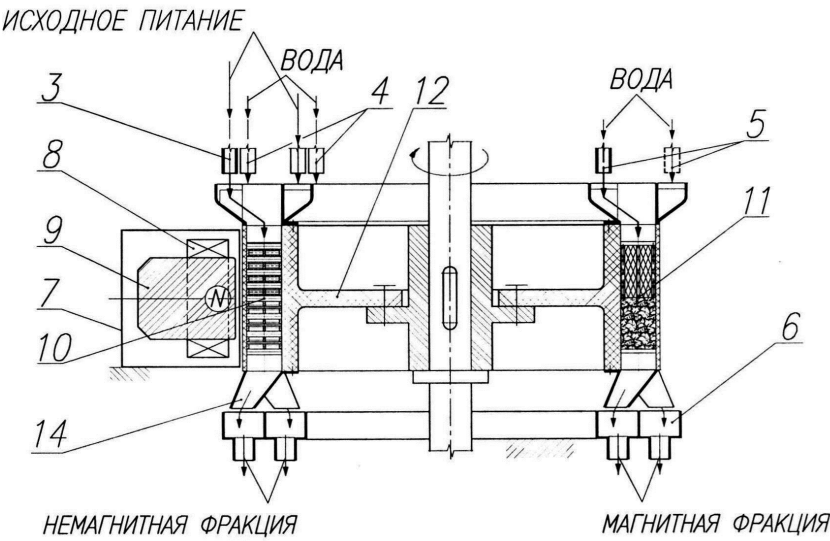
45

1



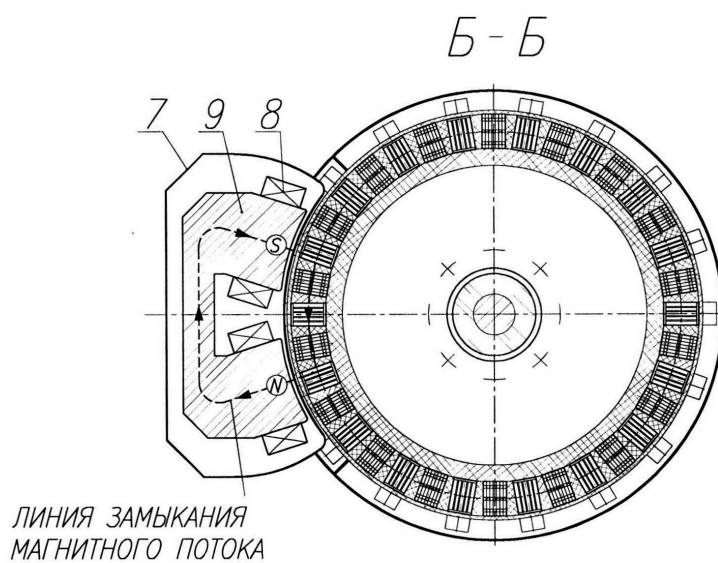
Фиг. 1

A - A

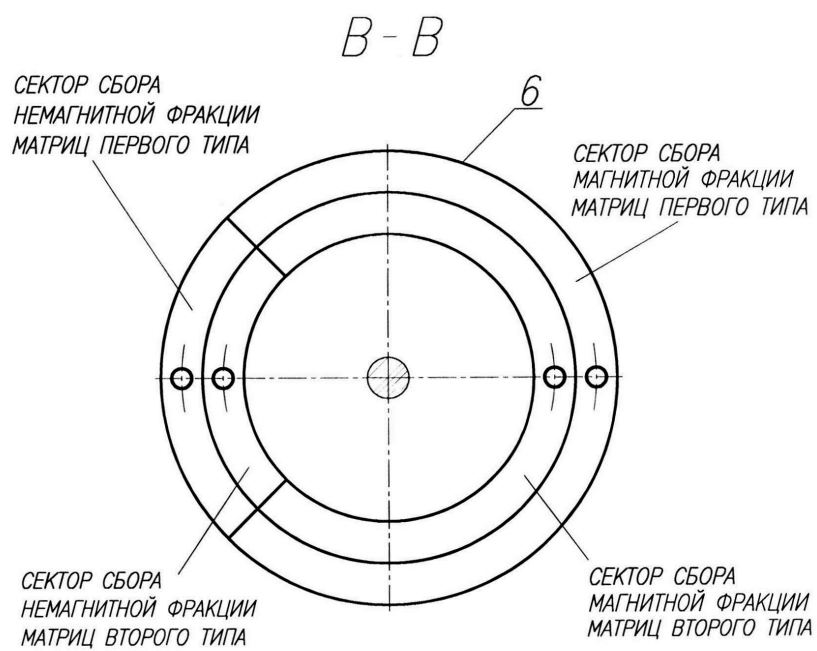


Фиг. 2

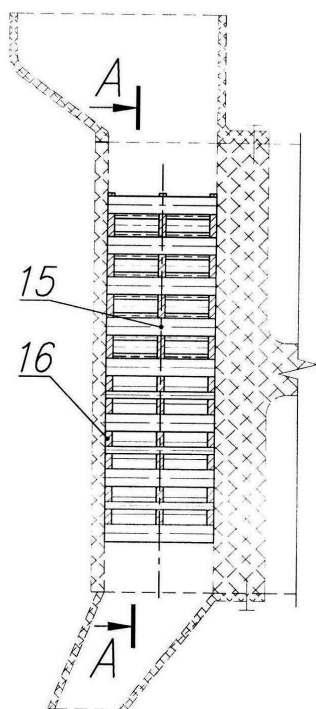
2



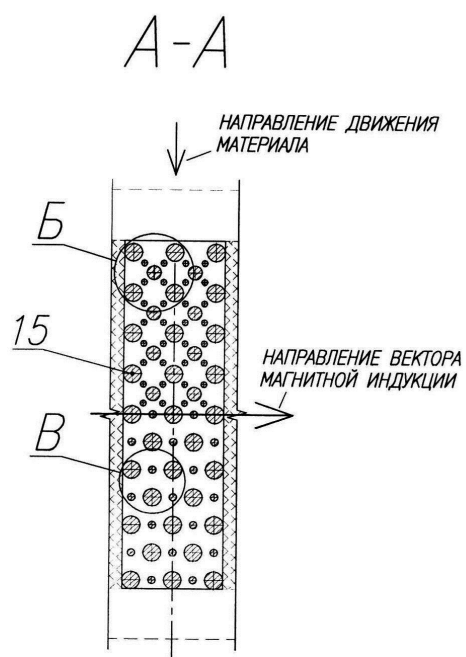
Фиг. 3



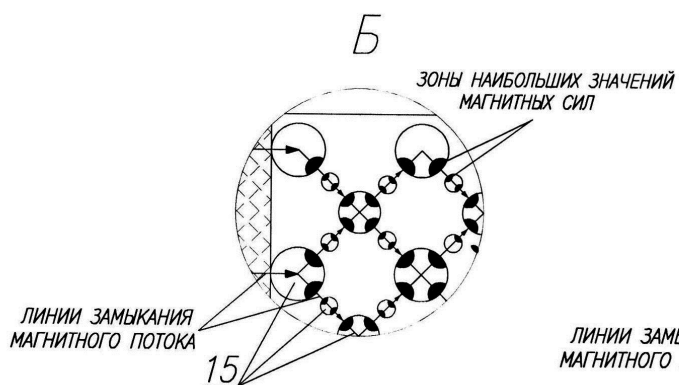
Фиг. 4



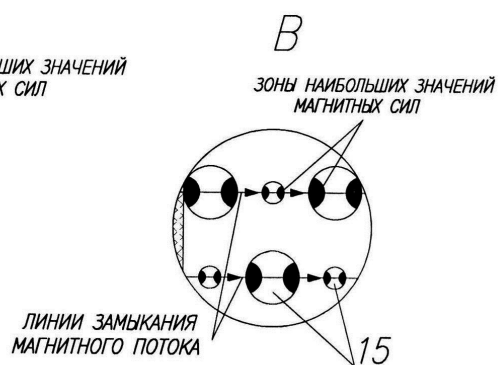
Фиг. 5



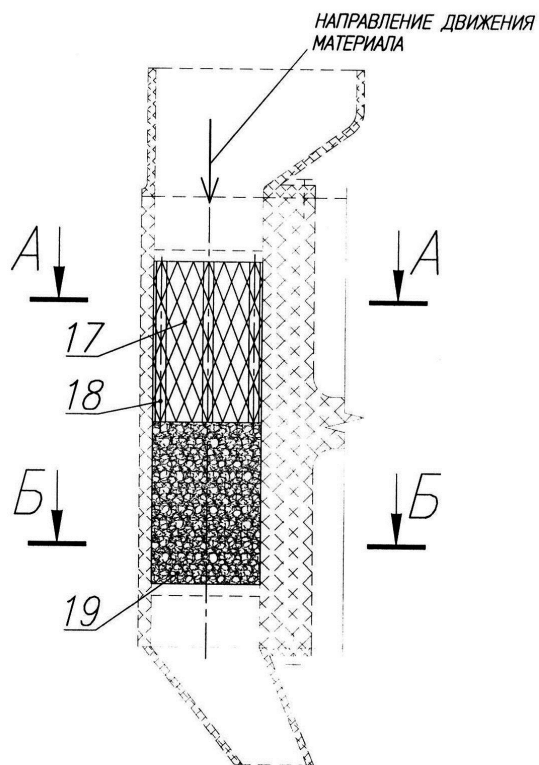
Фиг. 6



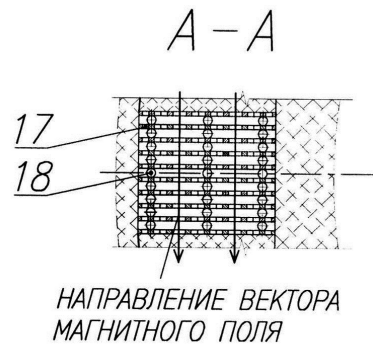
Фиг. 7



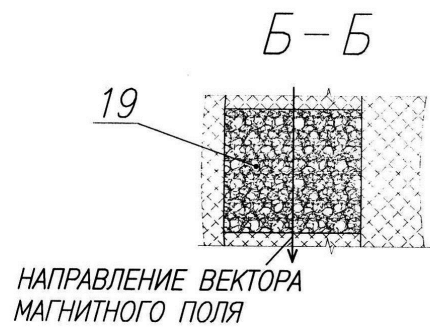
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11