

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**№ 2424060**

## ГРАВИТАЦИОННО-МАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009149276

Приоритет изобретения 28 декабря 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 июля 2011 г.

Срок действия патента истекает 28 декабря 2029 г.

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам*

Б.П. Симонов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

**B03C1/06** (2006.01)**B03B5/74** (2006.01)**B03B5/06** (2006.01)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21), (22) Заявка: **2009149276/03, 28.12.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**28.12.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **28.12.2009**(45) Опубликовано: **20.07.2011**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 829183 A, 15.05.1981. SU 982804 A1, 23.12.1982. SU 940849 A, 07.07.1982. RU 2350395 C1, 27.03.2009. RU 2187372 C1, 20.08.2002. RU 2132745 C1, 10.07.1999. FR 2106559 A5, 05.05.1972. US 2771995 A, 27.11.1956. DE 1104463 B, 13.04.1961.**Адрес для переписки:  
**199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)**

(72) Автор(ы):

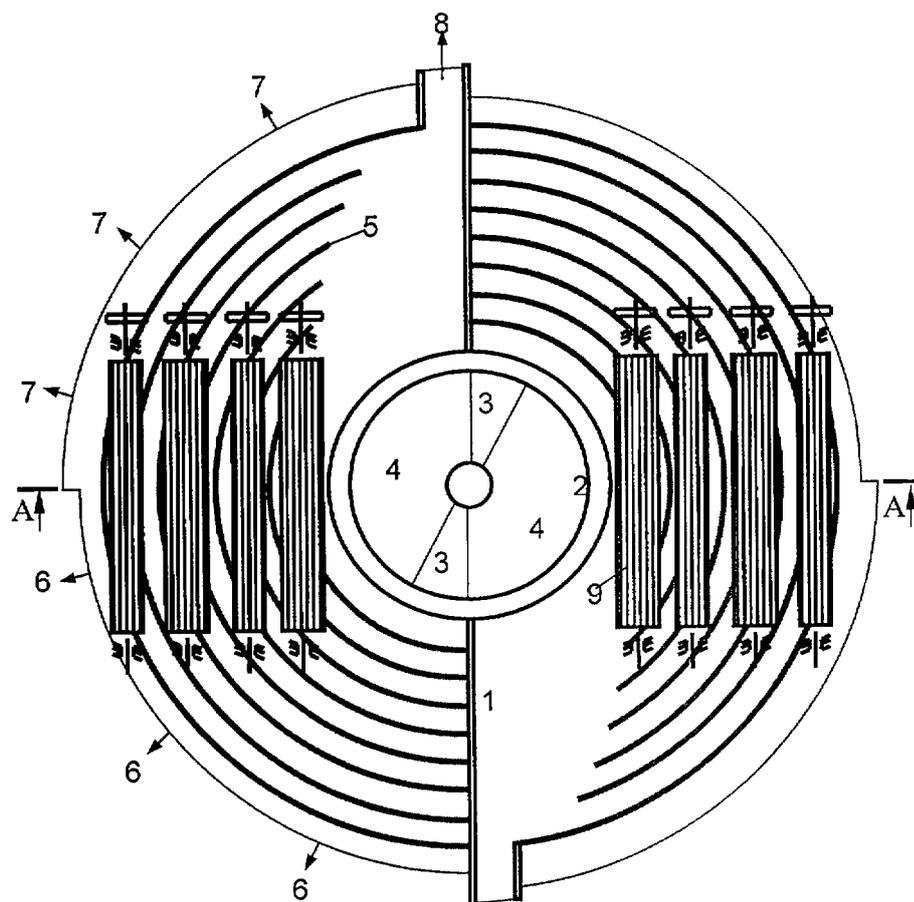
**Кусков Вадим Борисович (RU),  
Цай Александр Георгиевич (RU),  
Кускова Яна Вадимовна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)****(54) ГРАВИТАЦИОННО-МАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано для повышения эффективности обогащения мелких плотных минералов, в том числе и с низким коэффициентом сферичности. Гравитационно-магнитный сепаратор имеет распределительный бункер для подачи питания и смывной воды, деку, которая выполнена в виде диска, приемники для продуктов разделения. Диск разделен на два или более секторов, каждый из секторов имеет не менее двух зон для разгрузки продуктов разделения, имеющих последовательно увеличивающиеся радиусы. Первая зона с наименьшим радиусом служит для разгрузки удельно-легкого продукта, а каждая последующая зона имеет увеличивающиеся радиусы и служит для разгрузки продуктов с возрастающей плотностью. Дека приводится в движение высокочастотным шаговым двигателем, обеспечивающим ее непрерывное вращение и подачу противоимпульсов, что обеспечивает инерционный сдвиг частиц в направлении ее вращения. Над поверхностью деки расположены постоянные вращающиеся магниты, причем угол сдвига между осями намагниченности соседних магнитов равен 110-130°. Технический результат - повышение извлечения плотных частиц и удельной производительности, а также упрощение конструкции и оперативного регулирования и управления аппарата. 3 ил., 1 табл.



Фиг. 1

Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано для повышения эффективности обогащения мелких плотных минералов, в том числе и с низким коэффициентом сферичности.

Известен концентрационный стол, который имеет трапециевидные или ромбические деки, вдоль которых крепятся узкие рейки - рифли, высота которых уменьшается в направлении к торцевой части деки стола. Также стол имеет опорное устройство с механизмом регулирования поперечного наклона деки, приводной механизм (Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения, стр.197. М., Недра 1993). Недостатки стола - в низкой удельной производительности, низкой эффективности обогащения мелких и с низким коэффициентом сферичности частиц, сложность оперативного управления и регулирования.

Известен «Круглый концентрационный стол» (Авт. св. SU № 564007, опубл. 05.07.77, бюл. № 25), включающий круглую деку с нарифлениями и привод, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности обогащения путем увеличения длины пути обогащаемого материала дека стола выполнена в виде винтовой спирали. Основным недостатком является низкая эффективность обогащения мелких и с низким коэффициентом сферичности частиц, сложность изготовления деки аппарата, сложность оперативного управления и регулирования работы стола.

Известно «Устройство для улавливания тонкого золота» (патент RU № 2080937, опубл. 10.06.1997). Устройство содержит корпус в виде барабана, установленный с возможностью поворота на определенный угол. Корпус снабжен ребордами и внешними перегородками, образующими ряд ванн, в которые помещен магнитоактивный материал, создающий своеобразную шубу из дисперсных частиц. Шуба удерживается магнитным полем от цепи магнитных элементов внутри корпуса, поворачивающихся независимо от последнего. Магнитные элементы расположены в пределах угла 180-270°. При этом реборды, корпус и внешние перегородки выполнены из магнитоинертного материала. Устройство может быть установлено на конце промывочного прибора. При прохождении пульпы крупные и легкие частицы проходят поверх шубы, а тяжелые частицы золота проникают внутрь нее. Недостатками устройства являются сложность конструкции, высокий износ движущихся частей,

сравнительно низкое извлечение плотных мелких частиц, большая сложность оперативного управления и регулирования.

Известно «Устройство для извлечения тонкодисперсных минеральных частиц из массопотока» (патент RU № 2132745, опублик. 10.07.1999), принятое за прототип. Устройство содержит наклонный желоб с днищем и верхними бортами, магнитную систему, включающую несколько рядов магнитных элементов, установленных поперек желоба под днищем, и разгрузочный механизм. Магнитная система снабжена двумя индукционными решетками и приспособлением для ориентации магнитных элементов, а днище - нижними бортами. Причем разгрузочный механизм выполнен с возможностью разворота верхнего и нижнего отделения желобов. Каждая индукционная решетка выполнена в виде параллельных пластин из ферромагнитного материала, установленных над магнитными элементами по вертикальной оси их полюсов вдоль потока и связанных между собой поперечными пластинами из немагнитного материала. Приспособление для ориентации магнитных элементов каждого ряда выполнено в виде противовесов, жестко закрепленных на концах оси, установленной вместе с размещенными на ней магнитными элементами внутри трубы из немагнитного материала. Основными недостатками устройства являются: недостаточно высокое извлечение мелких минералов и сравнительно невысокая удельная производительность, сложность конструкции, низкая ремонтпригодность, большая масса, сложность оперативной регулировки и управления.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение извлечения плотных частиц, особенно мелких и с низким коэффициентом сферичности, повышение производительности, упрощение конструкции аппарата и упрощение оперативного регулирования и управления.

Технический результат достигается тем, что в гравитационно-магнитный сепараторе, включающем подвижную деку, распределительный бункер для подачи питания и смывной воды, приводной механизм, приемники для продуктов разделения, магнитную систему, дека выполнена в виде диска, который разделен на два или более секторов, каждый из секторов разделен не менее чем на две зоны разгрузки продуктов разделения, имеющих последовательно увеличивающиеся радиусы, при этом первая зона с наименьшим радиусом служит для разгрузки удельно-легкого продукта, а каждая последующая зона имеет увеличивающиеся радиусы и служит для разгрузки продуктов с возрастающей плотностью, при этом дека оснащена высокочастотным шаговым двигателем, над поверхностью деки расположены постоянные вращающиеся магниты, причем угол сдвига между осями намагниченности соседних магнитов равен 110-130°.

Устройство поясняется чертежами (фиг.1 - гравитационно-магнитный сепаратор, вид сверху, фиг.2 - разрез А-А, фиг.3 - разрез магнитной системы). Гравитационно-магнитный сепаратор состоит из дискообразной деки (1), которая разделена на сектора (в данном примере их два). Дека оборудована разгрузочным бункером (2), который разделен на отделения для подачи исходного питания (3) и смывной воды (4). На деке имеются нарифления (5). Каждый из секторов деки имеет несколько зон (секторов) разгрузки продуктов разделения с разными радиусами, причем наименьший радиус у сектора для разгрузки частиц с наименьшей плотностью, а следующие зоны, для разгрузки продуктов с увеличивающейся плотностью, имеют постоянно увеличивающиеся радиусы (В данном примере имеется три зоны - сектора разгрузки: 6 - для удельно-легкого, 7 - промежуточного и 8 - удельно-тяжелого продуктов). Над декой установлены постоянные вращающиеся магниты (9), причем угол сдвига между осями намагниченности соседних магнитов равен 110-130° (фиг.3). При таких углах расход электроэнергии на вращение магнитов минимален.

Высокочастотный шаговый двигатель обеспечивает одновременно и непрерывное вращение деки стола в заданном направлении, и периодическое вращение в противоположном направлении (асимметричное вращение, т.е., например, 90% времени дека вращается по часовой стрелке, 10% против), но при существенно больших ускорениях, чем у существующих конструкций столов, что повышает эффективность разделения.

Конструкция деки дает удлинение траектории и соответствующего времени осаждения плотных фракций в постели стола при неизменной площади концентрационного стола (в сравнении с традиционным аппаратом), что также повышает эффективность разделения. Центробежная сила, возникающая при вращении стола, во-первых, повышает его производительность, во-вторых, позволяет полнее извлекать более мелкие частицы.

Виброфлокуляционная ферромагнитная улавливающая среда создается на поверхности деки системой постоянных вращающихся магнитов. Это обеспечивает существенное снижение энергозатрат по сравнению с электромагнитной системой. При установке магнитной системы в радиально направленной зоне обеспечивается магнитная активизация пондеромоторных сил над всей поверхностью деки (т.к. она вращается), при этом возникает бегущая волна рыхления постели стола. Виброфлокуляционная

среда (магнитные частицы для ее создания или содержатся в руде, или добавляются в исходное питание) обладают высокой плотностью и характеризуются низкими значениями коэффициента сопротивления движению в среде и градиентной силы, являющихся причиной взаимного засорения концентрата и хвостов. В момент столкновения с виброфлокулой энергия частицы гасится, и она опускается на дно. Удельно-тяжелые частицы (в том числе весьма мелкие и с низким коэффициентом сферичности) под действием гравитационной силы проходят сквозь селективно взвешенный слой, преодолевая Архимедову силу. Удельно-легкие частицы, столкнувшиеся с виброфлокулой из ферромагнитных зерен, не могут преодолеть действие Архимедовой силы, подхватываются и перемещаются потоком дальше. Все это положительное влияние вращающегося магнитного поля накладывается на гравитационное разделение на поверхности деки, что предопределяет высокую эффективность разделения частиц, в том числе мелких и с низким коэффициентом сферичности.

При этом заявляемое устройство проще, чем прототип, легче ремонтируется и легко поддается оперативной регулировке, например от промышленного микроконтроллера. Заявляемое устройство позволяет обогащать более мелкие частицы, чем прототип из-за наличия центробежной составляющей и более эффективной работы индуктора, соответственно растет извлечение плотных минералов.

Гравитационно-магнитный сепаратор работает следующим образом. Сепарируемый материал из секторов (3) загрузочного бункера (2) попадает на рабочую поверхность сепаратора (1) - дискообразную деку и попадает в зону разделения, которая находится на поверхности деки непосредственно под магнитной системой. Из секторов (4) загрузочного бункера на деку поступает смывная вода. На поверхности деки на частицу кроме обычных сил, действующих на концентрационных столах - силе тяжести, силы гидродинамического давления потока воды и т.д., действует центробежная сила и сила от переменного магнитного поля, возникающего от вращающихся магнитов (9). В результате взаимодействия этих сил происходит расслоение частиц в соответствии с их плотностью и крупностью, затем частицы попадают в соответствующие кольцевые сборники (наименьший диаметр имеет сборник для удельно-легких частиц, сборники частиц со все возрастающей плотностью имеют, соответственно, возрастающие диаметры).

Например, гравитационно-магнитный сепаратор проверялся на искусственной смеси из вольфрама (2%), кварца (83%) и магнетита (15%), крупность материала составляла - 0,071 мм. При этом были получены результаты, приведенные в таблице 1.

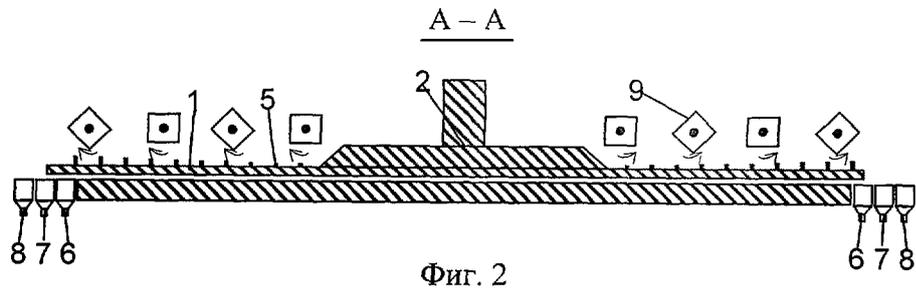
Производительность прототипа составляла 0,85 кг·ч на один кг массы аппарата, а у заявляемого аппарата 1,1 кг·ч на один кг массы.

Таблица 1			
Результаты опытов			
Наименование продукта	Выход, %	Содержание W, %	Извлечение W, %
Плотный	2,8	69,70	96,70
Промежуточный	12,4	0,40	2,46
Легкий	84,8	0,02	0,84
Итого:	100,0	2,02	100,00
Прототип			
Плотный	3,0	62,90	93,08
Промежуточный	13,9	0,71	4,87
Легкий	83,1	0,05	2,05
Итого:	100,0	2,03	100,00

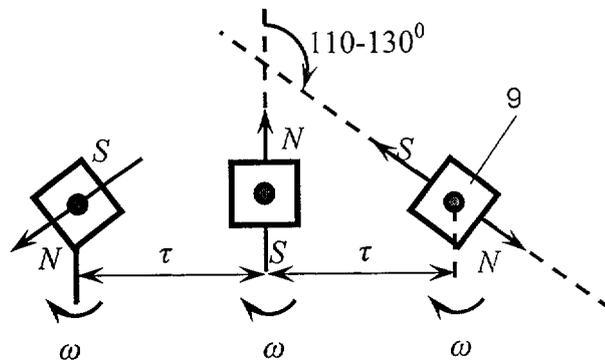
#### Формула изобретения

Гравитационно-магнитный сепаратор, включающий деку, распределительный бункер для подачи питания и смывной воды, приводной механизм, приемники для продуктов разделения, магнитную систему, отличающийся тем, что дека выполнена в виде диска, который разделен на два или более секторов, каждый из секторов разделен не менее чем на две зоны разгрузки продуктов разделения, имеющих последовательно увеличивающиеся радиусы, при этом первая зона с наименьшим радиусом служит для разгрузки удельно-легкого продукта, а каждая последующая зона имеет увеличивающиеся

радиусы и служит для разгрузки продуктов с возрастающей плотностью, при этом дека оснащена высокочастотным шаговым двигателем, над поверхностью деки расположены постоянные вращающиеся магниты, причем угол сдвига между осями намагниченности соседних магнитов равен  $110-130^\circ$ .



Фиг. 2



Фиг. 3