



УКРАЇНА

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО(19) UA (11) 15096 (13) A  
(51) B 03 C 1/10ОПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується  
в редакції заявника

(54) СПОСІБ БЕЗПЕРЕРВНОЇ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ СЛАБОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ПРИБОРІВ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) 93005596  
(22) 29.03.93  
(24) 30.06.97  
(46) 30.06.97. Бюл. № 3  
(56) Патент Чехословаччини № 227800, кл. В 03 С 1/14.  
(72) Туркенич Олександр Михайлович, Лапшин Євген Семенович, Улубабов Рафаел Сергійович, Дудник Володимир Іванович  
(73) Науково-виробнича фірма "Магнітні та гідравлічні технології"  
(57) 1. Способ непрерывной магнитной сепарации слабомагнитных материалов, включающий подачу обогащаемого материала к параллельным, расположенным с зазором относительно друг друга и по одну сторону от общей касательной плоскости длинномерным ферромагнитным телам, находящимся в магнитном поле, причем общая касательная плоскость направлена под углом к силовым линиям магнитного поля, вывод немагнитных частиц сквозь зазоры в немагнитный продукт, вывод магнитных частиц в магнитный продукт, о т л и ч а ю щ и с я тем, что подачу обогащаемого материала осуществляют под острым углом к образующим ферромагнитных тел, разделяют поток обогащаемого материала на отдельные потоки до его подхода к ферромагнитным телам и направляют эти потоки в зазоры между ферромагнитными телами, причем магнитные частицы выводят в магнитный продукт с той же стороны относительно общей касательной плоскости ферромагнитных тел, с которой осуществляют подачу обогащаемого материала.

2. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и с я тем, что при осуществлении мокрого процес-

2

са сепарации в месте вывода магнитных частиц в магнитный продукт перемещают поток жидкости совместно с потоком обогащаемого материала.

3. Способ по пп. 1 и 2, о т л и ч а ю щ и с я тем, что обогащаемый материал подают в зазоры по прямолинейной траектории.

4. Устройство для осуществления способа непрерывной магнитной сепарации слабомагнитных материалов, содержащее магнитную систему с межполюсным зазором, по меньшей мере, один ряд длинномерных ферромагнитных тел, установленных в межполюсном зазоре, причем ферромагнитные тела каждого ряда размещены параллельно и с зазором относительно друг друга по одну сторону от общей для этого ряда касательной плоскости, которая расположена под углом к направлению силовых линий поля магнитной системы, питатель и приемники немагнитного продукта, расположенные по разные стороны общих касательных плоскостей каждого ряда, приемник магнитного продукта, о т л и ч а ю щ е с я тем, что общие касательные плоскости расположены под острым углом к направлению от питателя к приемнику немагнитного продукта, каждое из ферромагнитных тел имеет немагнитную накладку, прилегающую к той его продольной стороне, которая обращена к питателю, а приемник магнитного продукта расположен с той же стороны относительно общих касательных плоскостей, с которой расположен питатель.

5. Устройство по п. 4, о т л и ч а ю щ е с я тем, что немагнитные накладки имеют ширину большую, чем толщина ферромаг-

(19) UA (11) 15096 (13) A

нитных тел и установлены симметрично относительно их продольных осей.

6. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что общие касательные плоскости

каждого из смежных рядов ферромагнитных тел, равноудаленных от питателя, наклонены в противоположные стороны относительно направления от питателя к приемнику немагнитного продукта.

Изобретения относятся к области сепарации слабомагнитных материалов по магнитным свойствам, в частности, в горнорудной, химической, пищевой и других областях промышленности.

Наиболее близким к предлагаемому является способ, включающий создание магнитного поля, направленного под прямым или близким к нему углом к горизонтальной плоскости, в которой параллельно и с зазорами относительно друг друга размещены длинномерные ферромагнитные тела (ФМТ), подачу обогащаемого материала к ФМТ перпендикулярно плоскости их размещения, вывод немагнитных частиц сквозь зазоры в немагнитный продукт, вывод ФМТ из зоны магнитного поля, смыв магнитных частиц с ФМТ в магнитный продукт, последующий возврат ФМТ в зону магнитного поля.

При заданной ориентации магнитного поля относительно плоскости размещения ФМТ вблизи их поверхностей, обращенных навстречу подаваемому материалу, возникают зоны действия притягивающих магнитных сил, а в промежутках между ФМТ возникают магнитные силы, направленные из зазора. При подходе обогащаемого материала к ФМТ он попадает прежде всего в зону действия притягивающих сил. Магнитные частицы притягиваются к ФМТ, а немагнитные частицы удаляются сквозь зазоры в немагнитный продукт. Для смыва притянутого магнитного продукта ФМТ выводят из магнитного поля.

Так как в зазор между ФМТ поступает материал, из которого предварительно были извлечены магнитные частицы, то действующие там магнитные силы, направленные из зазора, уже не могут оказывать на процесс сепарации какое-либо влияние.

Способ реализуется с помощью устройства, включающего магнитную систему с межполюсным зазором, ротор, имеющий один или несколько рядов длинномерных ФМТ, причем ФМТ каждого ряда размещены параллельно и с зазором относительно друг друга в плоскости, которая при входе в межполюсный зазор располагается парал-

лельно или под небольшим углом к горизонтальной поверхности полюсных наконечников, питатель и приемник немагнитного продукта, которые расположены по разные стороны плоскостей размещения ФМТ, приемник магнитного продукта, расположенный под ФМТ, находящимися вне межполюсного зазора.

Таким образом, в известном способе между ФМТ создаются магнитные силы, направленные из зазора. Это открывает принципиальную возможность применения "барьерной технологии" в сочетании с большой производительностью. Однако предусмотренное в способе прохождение обогащаемого материала в зоне действия притягивающих магнитных сил порождает основной недостаток способа — необходимость использования ротора в устройстве для реализации этого способа. Наличие ротора снижает надежность, увеличивает габариты, вес и энергоемкость сепаратора.

Если в этом способе устранить прохождение материала в зоне действия притягивающих магнитных сил, то будет достигнута возможность реализации всех преимуществ "барьерной технологии" в сочетании с высокой производительностью. Для этого необходимо решить задачу непрерывной разгрузки магнитных частиц в магнитный продукт, так как при отсутствии притяжения магнитных частиц к ФМТ исключается возможность использования ротора.

В основу изобретения поставлена задача создать способ магнитной сепарации слабомагнитных материалов и устройство для осуществления этого способа, которые позволяют исключить притяжение магнитных частиц к ФМТ и обеспечивают непрерывную разгрузку магнитных частиц в магнитный продукт, чем достигается возможность осуществления непрерывного процесса сепарации с большой производительностью и низким уровнем взаимного засорения продуктов разделения.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в способе непрерывной магнитной сепарации слабомагнитных материалов, включающем подачу обогащаемого матери-

ала к параллельным, расположенным с зазором относительно друг друга и по одну сторону от общей касательной плоскости длинномерным ферромагнитным телам, находящимся в магнитном поле, причем общая касательная плоскость направлена под углом к силовым линиям магнитного поля, вывод немагнитных частиц сквозь зазоры в немагнитный продукт, вывод магнитных частиц в магнитный продукт согласно изобретению, подачу обогащаемого материала осуществляют под острым углом к образующим ферромагнитных тел, разделяют поток обогащаемого материала на отдельные потоки до его подхода к ферромагнитным телам, и направляют эти потоки – в зазоры между ферромагнитными телами, причем магнитные частицы выводят в магнитный продукт с той же стороны относительно общей касательной плоскости ферромагнитных тел, с которой осуществляют подачу обогащаемого материала

Кроме того, целесообразно при осуществлении мокрого процесса сепарации в месте вывода магнитных частиц в магнитный продукт перемещать поток жидкости совместно с потоком обогащаемого материала

Желательно также обогащаемый материал подавать в зазоры по прямолинейной траектории

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в устройстве для осуществления способа непрерывной магнитной сепарации слабомангнитных материалов, содержащем магнитную систему с межполюсным зазором, по меньшей мере один ряд длинномерных ферромагнитных тел, установленных в межполюсном зазоре, причем ферромагнитные тела каждого ряда размещены параллельно и с зазором относительно друг друга по одну сторону от общей для этого ряда касательной плоскости, которая расположена под углом к направлению силовых линий поля магнитной системы, питатель и приемники немагнитного продукта, расположенные по разные стороны общих касательных плоскостей каждого ряда, приемник магнитного продукта, согласно изобретению общие касательные плоскости расположены под острым углом к направлению от питателя к приемнику немагнитного продукта, каждое из ферромагнитных тел имеет немагнитную накладку, прилегающую к той его продольной стороне, которая обращена к питателю, а приемник магнитного продукта расположен с той же стороны относительно общих касательных плоскостей, с которой расположен питатель.

Целесообразно, чтобы немагнитные накладки имели ширину большую чем толщину

на ферромагнитных тел и были установлены симметрично относительно их продольных осей. Кроме того, целесообразно, чтобы общие касательные плоскости каждого из смежных рядов ферромагнитных тел, равноудаленных от питателя, были наклонены в противоположные стороны относительно направления от питателя к приемнику немагнитного продукта.

При заданной ориентации магнитного поля под прямым углом общей касательной плоскости, ФМТ, в промежутках между ФМТ возникают магнитные силы, направленные из зазора, но при этом с той стороны каждого ФМТ, которая обращена к питателю, образуется зона действия притягивающих магнитных сил. Двигаясь от питателя к ФМТ, обогащаемый материал прежде всего достигает этих зон. Чтобы избежать притяжения магнитных частиц к этим поверхностям, обогащаемый материал до подхода его к ФМТ формируют в виде отдельных потоков, которые направляют в зазоры, обходя зоны действия притягивающих магнитных сил

В устройстве с этой целью в зонах действия притягивающих магнитных сил устанавливают к ФМТ накладки из немагнитного материала

Величина магнитных сил, направленных из зазоров, в 2 раза больше отталкивающих магнитных сил. Следовательно, величина этих сил достаточна, чтобы служить барьером на пути движения магнитных частиц, препятствуя их проникновению в зазор. Чтобы магнитные частицы при этом не накапливались перед зазором, подача обогащаемого материала осуществляется под острым углом к образующим ФМТ. Под действием непрерывно набегающего потока обогащаемого материала магнитные частицы непрерывно сталкиваются вдоль зазора и разгружаются в магнитный продукт

Благодаря тому, что магнитные частицы не притягиваются к ФМТ, но при этом непрерывно разгружаются в магнитный продукт, достигается возможность осуществлять процесс непрерывной магнитной сепарации. При мокрой сепарации для обеспечения возможности непрерывной разгрузки магнитного продукта необходимо в месте вывода магнитных частиц в магнитный продукт перемещать поток жидкости совместно с потоком разделяемого материала.

Согласно предлагаемому способу, магнитные частицы отклоняются от зазора между ФМТ, так как магнитная сила направлена из зазора. Тем не менее, они могут туда попадать при различных нарушениях технологического режима, но это не приведет к их притяжению к ФМТ, так как непосредствен-

но в зазоре у поверхности ФМТ действуют отталкивающие силы. Именно это обстоятельство позволяет перемещать сепарируемый материал по всей или почти по всей ширине зазора, что и обеспечивает возможность создания сепаратора с большой производительностью.

Подача обогащаемого материала в зазоры по прямолинейной траектории создает постоянство условий сепарации по всей длине зазоров, что также способствует повышению эффективности процесса сепарации.

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг. 1 показан вертикальный разрез сепаратора; на фиг. 2 – горизонтальный разрез сепаратора; на фиг. 3 – эпюра отклоняющей магнитной силы; на фиг. 4 – горизонтальная проекция схемы действия сил в окрестности ФМТ; на фиг. 5 – вертикальный разрез сепаратора с криволинейными ФМТ; на фиг. 6 – вертикальный разрез сепаратора с ФМТ, имеющими взаимно противоположный наклон относительно поверхности полюсов.

Сепаратор (фиг. 1 и 2) включает магнитную систему 1, в межполюсном зазоре которой установлена матрица 2. Матрица набрана из одного или нескольких рядов длинномерных ФМТ в виде стержней 3. В каждом ряду стержни установлены параллельно и с зазором 4 относительно друг друга в плоскостях, которые расположены параллельно или под небольшим углом к поверхности полюсов. Сепаратор имеет также питатель 5, приемники магнитного 6 и немагнитного 7 продуктов сепарации, устройство 8 для подачи воды.

Питатель 5 и приемник немагнитного продукта 7 соединены каналом 9. Стержни имеют накладки 10, выполненные из немагнитного материала, толщина которых равна или больше диаметра стержней. Накладки могут устанавливаться на стержни не только со стороны питателя, но и с обратной стороны для предотвращения осаждения на стержнях магнитных частиц, прошедших сквозь зазоры из-за каких-либо нарушений технологического режима. Стержни ориентированы под острым углом к направлению от питателя к устройству для приема немагнитного продукта. Приемники магнитного продукта расположены с той же стороны относительно плоскостей размещения ФМТ, что и питатель.

Обогащаемый материал в виде пульпы из питателя 5 по каналу 9 подают к зазорам 4 между ферромагнитными стержнями 3, расположенными под острым углом к направлению движения обогащаемого материала. Магнитные частицы отклоняются от

зазоров магнитной силой, направленной из зазоров, и затем их вдоль зазора перемещают в приемники 6 магнитного продукта. Немагнитные частицы проходят сквозь зазор между стержнями, после чего их выводят в приемник 7 немагнитного продукта.

Действие магнитных сил иллюстрируется фиг. 3 и фиг. 4, где 3 – ФМТ в виде стержней, расположенные в плоскости, которая параллельна поверхности полюсов, а, следовательно, перпендикулярна магнитным силовым линиям, 11 – магнитные силовые линии, 12 – магнитная частица. Магнитные силовые линии вблизи зазора между стержнями отклоняются и концентрируются на стержнях. Это зоны действия притягивающих магнитных сил ( $f_p$ ). Те участки поверхности стержней, которые повернуты вовнутрь зазора, являются зонами действия отталкивающих магнитных сил ( $f_o$ ).

Выделим теперь одну контрольную поверхность  $S$  единичной площади в зазоре, а вторую –  $S_0$  на удалении от него. Точками А и В обозначены середины этих поверхностей. Через поверхность  $S_0$  проходит большее количество силовых линий, чем через поверхность  $S$ . Поэтому индукция магнитного поля в точке В выше чем в А, т.е. градиент магнитного поля направлен из зазора и, следовательно, на магнитную частицу действует сила  $F$ , также направленная из зазора. Под действием силы  $F$  магнитная частица будет перемещаться по траектории ЕС (см. фиг. 3), имеющей отклонение  $\Delta$  от траектории ED, по которой перемещалась бы та же частица при отсутствии магнитного поля. Следует отметить, что на магнитную частицу, находящуюся в точке А<sub>1</sub>, также действует отклоняющая сила  $F_1$ , но по сравнению с  $F$  она имеет противоположное направление.

ФМТ (фиг. 5) могут быть выполнены криволинейными с возрастающим углом наклона по отношению к направлению от питателя к приемнику немагнитного продукта, то есть с возрастающим углом наклона по ходу движения обогащаемого материала.

Для реализации способа в лабораторных условиях был разработан и изготовлен сепаратор, включающий электромагнитную систему, в межполюсном зазоре которой создается горизонтальное магнитное поле с индукцией до 1,3 Тл. Матрица сепаратора выполнена в виде двух ферромагнитных стержней диаметром 4 мм, расположенных с зазором 4 мм относительно друг друга. С той стороны каждого стержня, которая обращена к питателю, установлены немагнитные накладки. Стержни наклонены под углом 8° к вертикали. Над стержнями расположен питатель, под стержнями – приемник немаг-

нитного продукта. Приемник магнитного продукта находится относительно плоскости расположения стержней с той же стороны, что и питатель.

Благодаря заданной ориентации стержней относительно магнитного поля, в зазоре между ними возникают магнитные силы, направленные из зазора.

На лабораторном сепараторе был реализован мокрый метод сепарации. Обогащаемый материал в виде пульпы направлялся из питателя к зазору между стержнями. Магнитные частицы не могли пройти между стержнями, так как под действием магнитной силы отклонялись от зазора и вдоль него перемещались вниз в приемник магнитного продукта.

Немагнитные частицы сквозь зазор поступали в приемник немагнитного продукта.

Опробование производилось на искусственной смеси марганцевый концентрат-кварц, на слабомагнитных окисленных железных и марганцевых рудах, кварцевом песке, титановом порошке и других материалах.

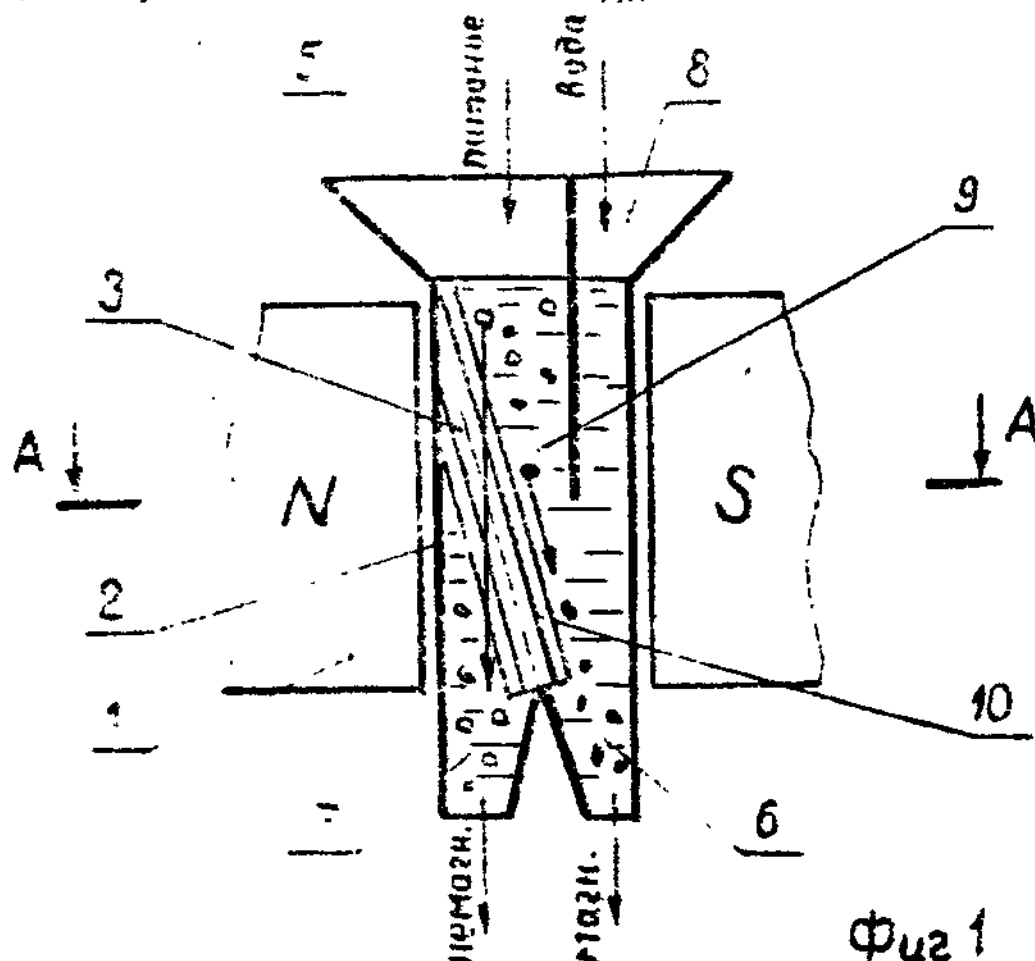
При обогащении искусственной смеси марганцевый концентрат-кварц крупностью 0,1–0,5 мм получено полное извлечение ком-

понентов смеси в соответствующие приемники продуктов разделения.

При обогащении естественных руд и порошков полученные показатели превосходят показатели обогащения другими известными методами. Например, при обогащении хвостов флотации песков обогатительной фабрики г. Пласт Челябинской области выход магнитного продукта при обогащении предлагаемым методом составил 47% против 33% при обогащении по способу Джонса на пластинах с выступами и впадинами. При этом засорение магнитного продукта, определяемое путем его перечистки в тех же условиях, составляло 4 и 9% соответственно. Использование способа, принятого в качестве прототипа, дает несопоставимо более низкие показатели обогащения.

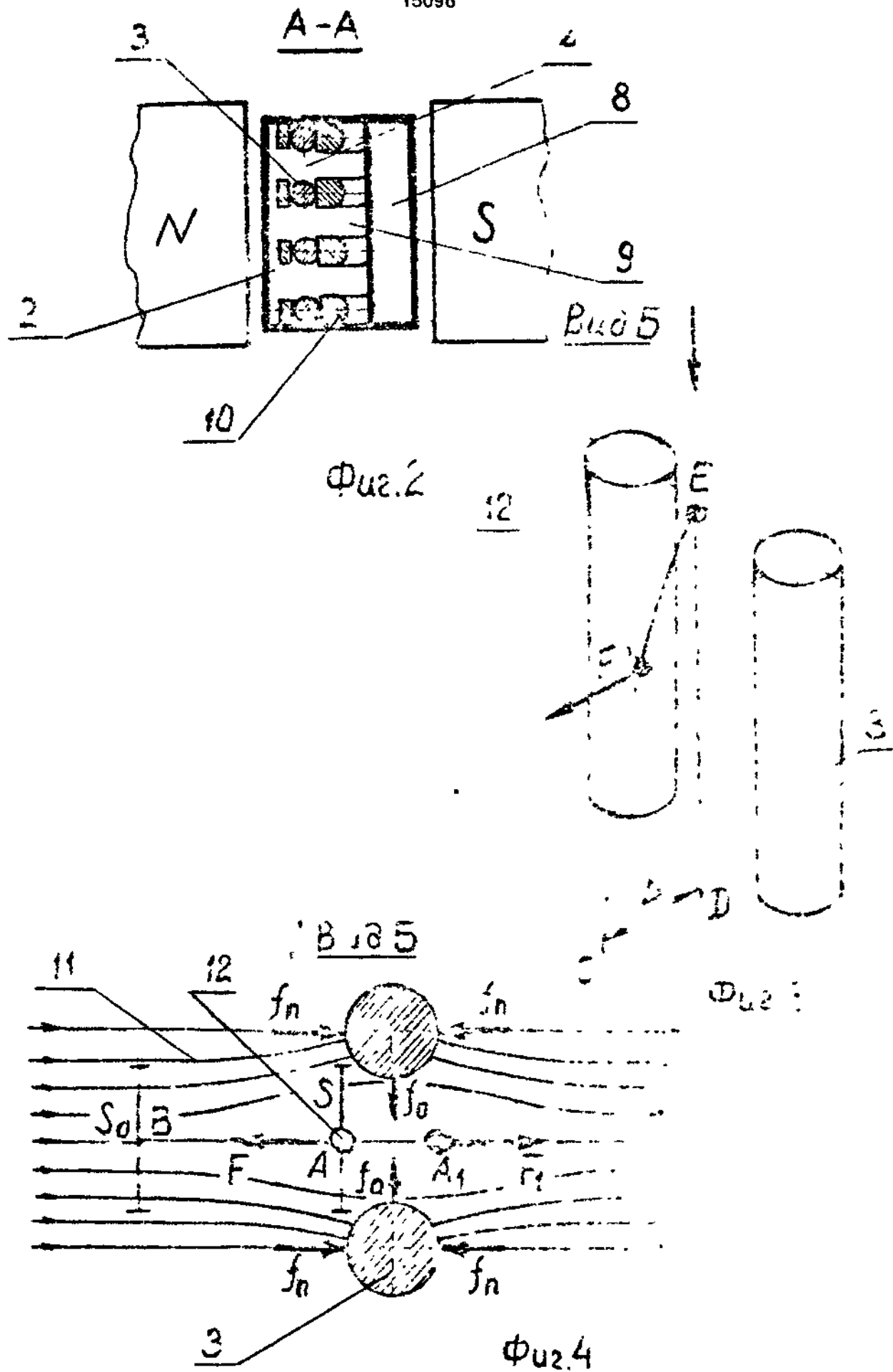
Применение предлагаемого способа обогащения и устройства для его реализации позволяет отказаться от использования ротора, осуществляя процесс сепарации с большой производительностью в матрице непрерывного действия.

Сепаратор может изготавливаться серийно с использованием стандартного оборудования.

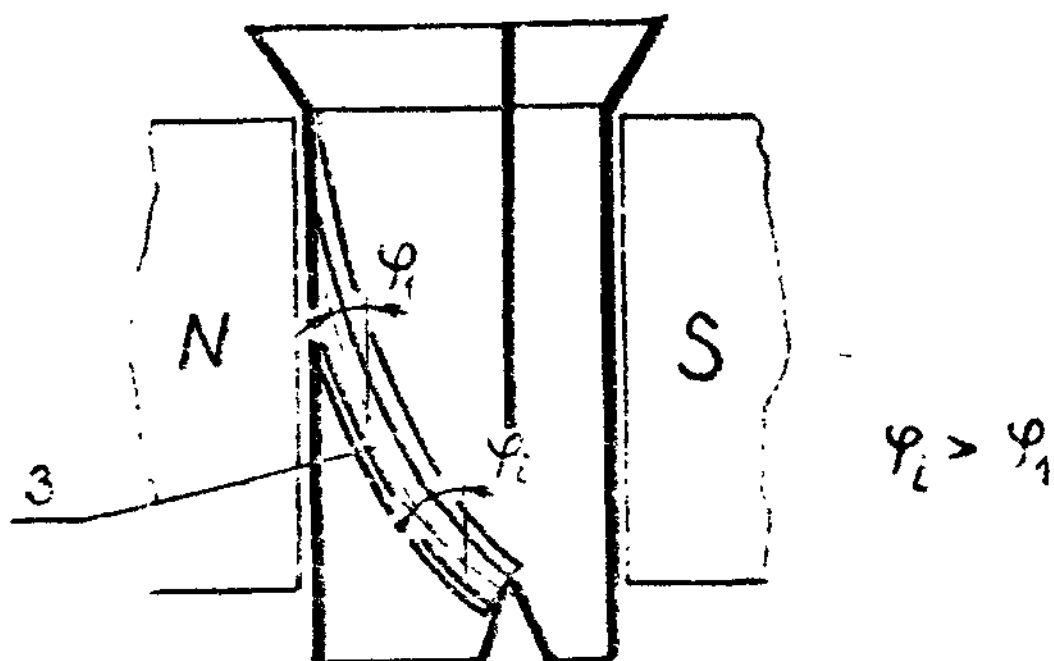


Фиг 1

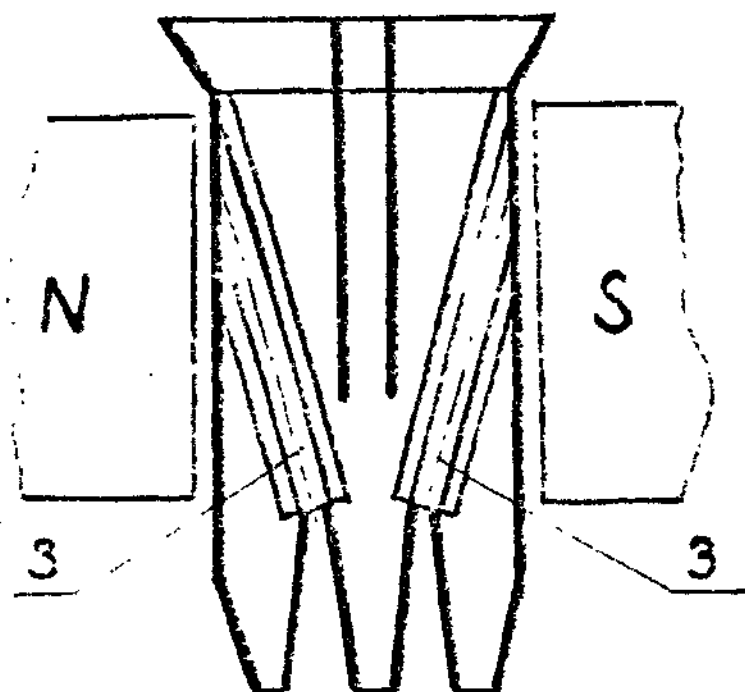
15096



15096



$\varphi_{\text{ч.5}}$



$\varphi_{\text{ч.6}}$

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор Л.Пилипенко

Замовлення 4166

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655. ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

