

«Способ сухой магнитной сепарации слабомагнитных материалов с электрическим съемом магнитного продукта и устройство для его осуществления»

Способ сухой магнитной сепарации слабомагнитных материалов с электрическим съемом магнитного продукта и устройство для его осуществления. Изобретение относится к области сухой сепарации слабомагнитных материалов по магнитным свойствам, в частности, в горнорудной, химической, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Известен способ сухой магнитной сепарации материалов включающий подачу обогащаемого материала на вращающийся горизонтальный барабан в зоне действия магнитного поля, создаваемого неподвижной магнитной системой из постоянных магнитов, которая находится внутри барабана и охватывает меньше половины длины его окружности, притягивание магнитных зерен к поверхности барабана под действием магнитной силы, удаление немагнитных зерен под действием центробежной силы и силы тяжести в немагнитный продукт сепарации, вывод барабаном магнитных зерен из зоны действия магнитного поля, где они под действием силы тяжести отделяются от барабана и поступают в магнитный продукт сепарации [1].

Недостаток данного способа заключается в том, что удержание магнитных зерен на барабане происходит на удалении от поверхности магнитной системы, где магнитные силы значительно меньше, чем на ее поверхности и этим ограничиваются заложенные в магнитной системе возможности по извлечению зерен с наиболее низкой магнитной восприимчивостью.

Данный способ сепарации осуществляется в устройстве, который включает барабан с горизонтальной осью вращения, магнитную систему, которая находится внутри барабана и охватывает менее половины длины его окружности, питатель для подачи на барабан обогащаемого материала, устройство для приема немагнитного и магнитного продуктов сепарации [1].

Принцип действия сепаратора заключается в следующем. Обогащаемый материал подают сверху на поверхность вращающегося барабана. Магнитные зерна притягиваются к барабану, а немагнитные зерна удаляются в устройство для приема немагнитного продукта. При последующем движении вместе с вращающимся барабаном магнитные

зерна выходят из магнитного поля, где они под действием силы тяжести отделяются от барабана и поступают в устройство для принятия магнитного продукта.

Недостатком данного устройства является наличие барабана. Его внешняя поверхность удалена от поверхности магнитной системы на расстояние, равное толщине обечайки барабана плюс зазор между внутренней поверхностью барабана и магнитной системой. Величина этого расстояния больше 10 мм. На таком удалении от магнитной системы напряженность магнитного поля и его градиент значительно меньше, чем на поверхности магнитной системы. Это ограничивает заложенные в магнитной системе возможности по извлечению зерен с самой низкой магнитной восприимчивостью.

Прототипом заявляемого способа сухой магнитной сепарации материалов является способ, который включает подачу обогащаемого материала на горизонтальную бесконечную ленту, которая огибает ролик, набранный из постоянных магнитов, вдоль всей длины окружности ролика; притяжение магнитных зерен к поверхности ленты под действием магнитной силы; удаление немагнитных зерен под действием центробежной силы и силы тяжести в немагнитный продукт сепарации, выведение магнитных зерен движущейся лентой из магнитного поля ролика, где они под действием силы тяжести отделяются от ленты и поступают в магнитный продукт сепарации [2].

Недостаток данного способа заключается в том, что удержание магнитных зерен на ленте происходит на удалении от поверхности ролика, где магнитные силы значительно меньше, чем на поверхности ролика и этим ограничиваются заложенные в магнитной системе ролика возможности по извлечению зерен с самой низкой магнитной восприимчивостью.

Данный способ сепарации осуществляется в устройстве, включающем ролик с горизонтальной осью вращения, который набран из постоянных магнитов создающих магнитное поле вдоль всей длины окружности ролика, горизонтальный немагнитный натяжной ролик, бесконечную ленту, которая огибает магнитный и натяжной ролики, питатель для подачи на ленту обогащаемого материала, устройство для приема немагнитного и магнитного продуктов сепарации [2].

Принцип действия устройства заключается в следующем. Обогащаемый материал подают сверху на внешнюю поверхность ленты. Магнитные зерна под действием магнитной силы прижимаются к ленте, а немагнитные зерна

удаляются в устройство для приема немагнитного продукта. После схода ленты с магнитного ролика магнитные зерна выходят из магнитного поля, где они под действием силы тяжести отделяются от ленты и поступают в устройство для приема магнитного продукта.

Недостатком данного устройства является наличие ленты. Ее внешняя поверхность, на которую подают обогащаемый материал, удалена от поверхности магнитного ролика на расстояние, равное толщине этой ленты. Это ограничивает заложенные в магнитной системе ролика возможности по извлечению зерен с наименьшей магнитной восприимчивостью. Поэтому ленту стремятся сделать как можно меньшей толщины. Известны сепараторы с толщиной ленты 150 микрон. Эксплуатация ленточных сепараторов осложняется сходом ленты с роликов, попаданием магнитного материала на магнитный ролик, быстрым износом дорогой ленты, особенно тонкой.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ [2] сухой магнитной сепарации материалов и устройство для его осуществления путем создания условий для снятия с поверхности магнитного ролика притянутых к нему магнитных зерен без использования ленты, чем достигается возможность подачи обогащаемого материала непосредственно на поверхность магнитного ролика, где напряженность магнитного поля и его градиент являются наибольшими, а также снижаются эксплуатационные расходы и повышается надежность работы сепаратора.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в способе сухой магнитной сепарации материалов, включающем подачу обогащаемого материала в магнитное поле, создаваемое вращающимся вокруг горизонтальной оси магнитным роликом, удержание магнитных зерен в магнитном поле под действием магнитной силы, которая направлена к поверхности ролика, удаление немагнитных зерен из магнитного поля под действием силы тяжести в немагнитный продукт сепарации, выведение магнитных зерен при вращении магнитного ролика за пределы зоны удаления немагнитных зерен и последующее удаление магнитных зерен в магнитный продукт сепарации, согласно изобретению подачу обогащаемого материала осуществляют непосредственно на поверхность магнитного ролика, который является электропроводным, а для обеспечения отрыва магнитных зерен от ролика и их последующего удаления в магнитный продукт, создают за пределами зоны удаления

немагнитных зерен электрическое поле между магнитным роликом и немагнитным электродом, подавая на них напряжение противоположного знака, с напряженностью, при которой электрическая сила, отрывающая магнитные зерна от поверхности ролика, больше магнитной силы, прижимающей эти зерна к поверхности ролика.

Параметры магнитного зерна, параметры магнитного и электрического полей, при которых обеспечивается отрыв зерна от магнитного ролика, удовлетворяют неравенству

$$\frac{3\varepsilon_0}{\rho r} E^2 > \chi \mu_0 H \operatorname{gr} H$$

где χ, ρ, r удельная магнитная восприимчивость, плотность и радиус зерна; $H, \operatorname{gr} H$ - напряженность и градиент напряженности магнитного поля у поверхности ролика; E - напряженность электрического поля у

поверхности ролика; ε_0, μ_0 - диэлектрическая и магнитная проницаемости вакуума.

Напряженность электрического поля, которая создается у поверхности магнитного ролика в зоне отрыва от него магнитных зерен, более 1 киловольта на метр.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что в устройстве для осуществления способа сухой магнитной сепарации слабомагнитных материалов, которое включает набранный из постоянных магнитов ролик с горизонтальной осью вращения, питатель для подачи обогащаемого материала, устройство для приема немагнитного и магнитного продуктов сепарации, согласно изобретению ролик является электропроводным, а вдоль всей длины магнитного ролика и с зазором относительно него со стороны устройства для приема магнитного продукта расположен электрод.

Зазор между электродом и роликом более 5 мм

Обращенная к ролику поверхность электрода является вогнутой. Электрод выполнен в виде набора установленных с зазором относительно друг друга электропроводных немагнитных тел.

Электрод и ролик изолированы электрически один от другого, крепятся на

диэлектрических элементах и подключены к разноименным клеммам источника высокого напряжения.

Электрод подключен к отрицательному источнику высокого напряжения. Напряжение между электродом и магнитным роликом более 1 киловольта.

Причинно-следственная связь между признаками изобретения и достигаемым результатом (отрыв магнитных зерен от магнитного ролика без использования ленты), заключается в следующем. Согласно изобретению обогащаемый материал подается на токопроводящий магнитный ролик. Под действием магнитной силы магнитные зерна притягиваются непосредственно к поверхности ролика. В зоне разгрузки магнитного продукта между роликом и электродом создается разность электрических потенциалов. Под действием этой разности потенциалов подвижные электрические заряды, знак которых противоположен знаку ролика, переходят из магнитных зерен на ролик. В результате магнитные зерна получают электрический заряд, одноименный с зарядом ролика и отталкиваются от него. После отрыва от магнитного ролика зерна двигаются к электроду, который является немагнитным и не удерживает магнитные зерна.

Перемещение некоторых зерен между роликом и электродом может происходить многократно, но в итоге все они неминуемо переходят в магнитный продукт.

Отрыв магнитных зерен от магнитного ролика произойдет, если сила их отталкивания от ролика под действием электрических зарядов будет больше силы магнитного притяжения к ролику. Условие отрыва выражается неравенством

$$\frac{3\varepsilon_0}{r\rho} E^2 > \chi\mu_0 HgrH$$

Левая часть этого неравенства описывает зависимость действующей на зерно удельной электрической силы от параметров зерна и напряженности электрического поля [1], а правая часть неравенства описывает зависимость удельной магнитной силы, действующей на это же зерно, от магнитных свойств зерна и параметров магнитного поля [1]. Под удельными здесь понимаются силы, которые действуют на единицу массы зерна.

При напряженности электрического поля более 1 киловольта на метр разность потенциалов между магнитным зерном и токопроводящим магнитным роликом становится достаточно большой для перехода подвижных зарядов из зерна на ролик, после чего заряды зерна и ролика становятся одинаковыми и магнитное зерно отталкивается от магнитного ролика.

Электрод подключен к отрицательному источнику высокого напряжения, поскольку подвижность электронов выше, чем положительных ионов, и они легче переходят на положительно заряженный ролик.

Напряжение между электродом и магнитным роликом более 1 киловольта обеспечивает создание необходимой напряженности электрического поля при ширине зазора между роликом и электродом достаточно большим по условию предотвращения электрических пробоев.

Проверка метода снятия магнитного продукта с помощью электрического поля была выполнена на лабораторном роликовом сепараторе. Ролик был набран из чередующихся электропроводных магнитных и железных дисков. С той стороны ролика, где предусмотрена разгрузка магнитного продукта, был расположен немагнитный электрод. Расстояние между роликом и электродом 10 мм. Напряженность магнитного поля на поверхности ролика составляла 0,95 Тл. Ролик вращался со скоростью 35 оборотов в минуту. На ролик подавалась смесь слабомагнитного ильменита и немагнитного рутила. Рутил сразу удалялся от ролика и поступал в немагнитный продукт сепарации. Ильменит магнитными силами удерживался на поверхности ролика и при его вращении переходил в зазор между роликом и электродом. При напряжении электрического поля более 4 киловольт ильменит полностью отрывался от ролика и поступал в магнитный продукт сепарации.

На фиг. 1 показан поперечный разрез роликового магнитного сепаратора с

электрическим съемом магнитного продукта.

Сепаратор включает электропроводный магнитный ролик 1, немагнитный электрод 2, источник высокого напряжения (на рисунке не приведен), питатель 3, устройства для приема немагнитного 4 и магнитного 5 продуктов сепарации. Ролик и электрод подключены к разноименным клеммам источника высокого напряжения.

Сухой зернистый обогащаемый материал, который является смесью магнитных и немагнитных зерен, подается из питателя 3 на ролик 1. Немагнитные зерна не удерживаются на вращающемся ролике и осыпаются в устройство для приема немагнитного продукта 4. Магнитные зерна под действием магнитной силы удерживаются на ролике и при его вращении выходят из зоны разгрузки немагнитного продукта и входят в зону электрического поля, которое создается между электропроводным магнитным роликом 1 и электродом 2. Ролик подключен преимущественно к клемме положительного заряда источника высокого напряжения, а электрод к отрицательной клемме. Поскольку ролик заряжен положительно, то электроны магнитных зерен переходят на ролик и эти зерна получают положительный заряд, то есть такой же, как и ролик. Поэтому они отталкиваются от ролика и двигаются к электроду. Поскольку электрод выполнен из немагнитного материала, то магнитные зерна не удерживаются на нем и осыпаются в устройство для приема магнитного продукта 5.

Перескакивание отдельных магнитных зерен между роликом и электродом может совершаться многократно.

Причинно-следственная связь между существенными признаками устройства и достигаемым результатом заключается в том, что заявляемое устройство позволяет реализовать существенные признаки заявляемого способа обогащения слабомагнитных материалов.

Ролик является электропроводным для обеспечения возможности перехода на него подвижных зарядов с притянутого к нему магнитного зерна. Электрод расположен со стороны принятия магнитного продукта, поскольку именно с этой стороны должно создаваться электрическое поле, которое необходимо для отрыва от ролика притянутых к нему магнитных зерен. Электрод расположен по всей длине магнитного ролика, поскольку обогащаемый материал подается на ролик по всей его длине.

При зазоре между электродом и роликом более 5 мм обеспечивается возможность создать необходимое напряжение электрического поля без электрического пробоя между роликом и электродом при такой напряженности электрического поля, при которой обеспечивается переход подвижных зарядов с магнитных зерен на электропроводный магнитный ролик.

Обращенная к ролику поверхность электрода является вогнутой для создания близких условий для отрыва зерен от ролика на всей длине дуги окружности ролика, где происходит разгрузка магнитного продукта.

Электрод выполнен в виде набора установленных с зазором относительно друг друга электропроводных немагнитных тел, что необходимо для выхода магнитных зерен через эти зазоры из пространства между роликом и электродом в магнитный продукт после их отрыва от ролика. Магнитные зерна не накапливаются на электроде благодаря тому, что все элементы электрода являются немагнитными.

Электрод и ролик изолированы электрически один от другого и крепятся на диэлектрических элементах для предотвращения возникновения между ними электрического пробоя.

Электрод и ролик подключены к разноименным клеммам источника высокого напряжения для создания между ними разности потенциалов.

Использование предлагаемого способа обогащения и устройства для его реализации позволяет осуществлять сепарацию слабомагнитных материалов на роликовом магнитном сепараторе без ленты. Сепаратор может изготавливаться серийно с использованием стандартного оборудования.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- Деркач В.Г., Специальные методы обогащения полезной ископаемые, М., Недра, 1966 - с. 333. ;
- Svoboda J., Magnenic Methods for the Treatment of Minerals, Elsevier Science Publishers B.Y., Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo, 1987 - с. 286. ;

АВТОР: ТУРКЕНИЧ А. М., д-р техн. наук