

«Роликовый сепаратор на сильных магнитах с электрическим съемом магнитного продукта»

Разработан новый способ магнитной сепарации слабомагнитных руд и устройство для его создания, которые позволяют повысить индукцию магнитного поля в зоне сепарации до 1,8 – 2,0 Тл. Дано описание способа и устройства, а также пример расчета напряженности электрического поля, при которой происходит отрыв магнитного зерна от магнитного ролика. Приведены результаты лабораторных исследований, которые подтверждают высокую эффективность метода.

В настоящее время для очистки немагнитных зернистых материалов от магнитных включений во всем мире широко применяют ленточные роликовые сепараторы [1]. Обогащаемый материал из питателя поступает на ленту и вместе с ней огибает вращающийся магнитный ролик. Магнитные зерна под действием магнитной силы прижимаются к ленте, а немагнитные – опадают в немагнитный продукт сепарации. В месте отделения ленты от ролика магнитные зерна выходят из магнитного поля и под действием силы тяжести опадают в магнитный продукт. Магнитный ролик представляет собой набор последовательно чередующейся железных дисков и дисков из сильных редкоземельных (Nd – Fe – В) постоянных магнитов. Магнитные диски, прилегающие с двух сторон к одному железному диску, обращены друг к другу одноименными полюсами. Это позволяет создавать индукцию на поверхности ролика до 2 Тл.

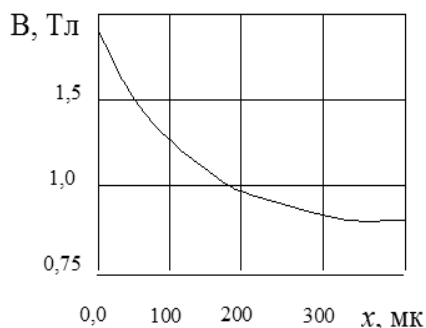


Рис. 1. Зависимость величины индукции от расстояния до поверхности ролика

Для очистки кварцевого песка, циркона и других материалов от слабомагнитных включений необходимо иметь как можно более высокую индукцию в зоне сепарации, то есть на поверхности ленты. Поэтому для этих целей ее изготавливают из тонкого прочного износостойкого материала толщиной 130 – 150 микрон. На рис. 1 приведен график зависимости величины магнитной индукции от расстояния x до поверхности ролика. Из графика видно, что

если индукция на поверхности железных дисков составляет 1,8 Тл, то с удалением от поверхности ролика она быстро падает и уже на удалении 150 микрон, то есть на поверхности ленты, где происходит процесс сепарации, она уменьшается до 1,2 – 1,3 Тл. Кроме того, срок службы

такой ленты не превышает 2 – 3 месяцев. Стоимость ленты составляет 800 – 1000 долларов США.

Перечисленные недостатки ленточных роликовых сепараторов отсутствуют у роликовых магнитных сепараторов РСТ с электрическим съемом магнитного продукта [2]. Схема сепаратора приведена на рис. 2. Сепаратор включает электропроводный магнитный ролик 1, немагнитный электрод 2, питатель 3, устройства для приема немагнитного 4 и магнитного 5 продуктов сепарации. Ролик и электрод подключены к разноименным клеммам источника высокого напряжения.

Принцип действия сепаратора заключается в следующем. Сухой зернистый 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 из магнитных зерен переходят на ролик, и они получают положительный заряд, то есть такой же, как и ролик. Поэтому зерна отталкиваются от ролика и двигаются к отрицательному 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.

В этих сепараторах обогащаемый материал подают непосредственно на открытую поверхность ролика, где магнитная индукция достигает 1,8 – 1,9 Тл. Отрыв магнитных зерен от магнитного ролика произойдет, если сила их отталкивания от ролика под действием электрических зарядов будет больше силы магнитного притяжения к ролику.

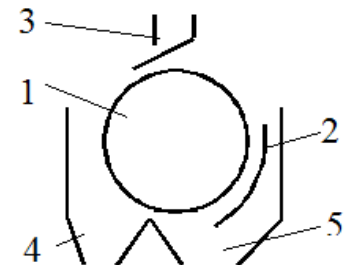


Рис. 2. Схема роликового сепаратора РСТ с электрическим съемом магнитного

Условие отрыва выражается неравенством

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

где χ , ρ , r – удельная магнитная восприимчивость, плотность и радиус зерна; H , grH – напряженность и градиент напряженности магнитного поля у поверхности ролика; E – напряженность электрического поля у поверхности ролика; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая проницаемость вакуума; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная проницаемость вакуума.

Левая часть этого неравенства описывает зависимость действующей на зерно удельной электрической силы от параметров зерна и напряженности электрического поля, а правая – зависимость действующей на это же зерно удельной магнитной силы от магнитных свойств зерна и параметров магнитного поля. Под удельными понимаются силы, которые действуют на единицу массы зерна. Когда напряженности электрического поля становится достаточно большой для перехода подвижных зарядов из зерна на ролик, заряды зерна и ролика делаются одинаковыми и магнитное зерно отталкивается от магнитного ролика.

В качестве примера определим напряженность электрического поля, необходимую для отрыва зерна радиусом $r = 0,1$ мм, имеющего магнитную восприимчивость $\chi = 200 \cdot 10^{-8}$ мЗ/кг и плотность $\rho = 4 \cdot 10^3$, от ролика, который имеет характеристику поля, приведенную на рис. 1. В соответствии с графиком на удалении 0,1 мм от поверхности ролика, то есть в центре зерна, напряженность поля $H = 1,1 \cdot 10^3$ кА/м и градиент поля $grH = 3,2 \cdot 10^3$ кА/м². Подставляя в уравнение значения приведенных параметров получаем, что напряженность электрического поля E , необходимая для отрыва зерна от ролика, составляет 370 кВ/м. Так как зерно не получает максимальный электрический заряд, то для отрыва зерна необходимо создавать несколько большую напряженность. Например, если разность потенциалов между роликом и электродом, зазор между которыми равен 10



Рис. 3. Роликовый сепаратор РСТ с электрическим съемом магнитного продукта

10

мм, составляет 10 кВ, то напряженность электрического поля равна 1000 кВ/м, то есть вполне достаточна для отрыва зерна от ролика.

Общий вид двухроликового сепаратора РСТ с длиной роликов 100 мм приведен на рис 3. Выше роликов виден барабанный сепаратор с индукцией на поверхности барабана 0,36 Тл. Обогащаемый материал поступает на барабан, где удаляются зерна с повышенной магнитной восприимчивостью.

Далее последовательно на двух роликах происходит очистка материала от слабомагнитных зерен.

Показатели очистки зависят от свойств обогащаемого материала и производительности.

На рис. 4 приведена зависимость содержания

Fe₂O₃ в очищенном кварцевом песке Вольногорского комбината от удельной производительности роликового сепаратора с электрическим съемом магнитного продукта. Содержание Fe₂O₃ в песке до очистки составляло 0,071%. В результате очистки при производительности 5 т/(ч•м) содержание Fe₂O₃ снизилось до 0,02 %. Выход магнитного продукта менее 6 %.

Очистке подвергался также кварцевый песок с содержанием железа 700 ppm. В результате двух приемов сепарации с удельной производительностью сепаратора 0,5 т/(ч•м) содержание железа в очищенном песке снизилось до 16 – 20 ppm.

Таким образом, новый способ магнитной сепарации слабомагнитных руд и устройство для его создания позволяют повысить индукцию магнитного поля в зоне сепарации до 1,8 – 2,0 Тл. Результаты выполненных лабораторных исследований подтверждают высокую эффективность метода.

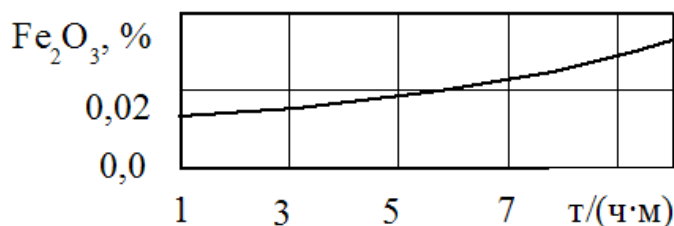


Рис. 4. Зависимость содержания Fe₂O₃ в кварцевом песке Вольногорского комбината от удельной производительности роликового

Список литературы:

- Svoboda J. Magnetic Methods for the Treatment of Minerals. – Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1987.
- Turkenich A. M. Low magnetic material separation method associated with a magnetic product electrical removal and a device for carrying out said method. Int. Appl. Nr: PCT/UA2005/000026. Int. Pub. Nr.: WO 2006/112803, 26.10.2006.

АВТОР: ТУРКЕНИЧ А. М.