

УДК 621.926:5344.16

Жамиль Абдельрахим Жамиль Альсайиде

(Украина, Днепрпетровск, Государственное высшее учебное заведение "Национальный горный университет")

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТНОГО СЕПАРАТОРА СУХОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Состояние вопроса

Магнитные сепараторы для сухого обогащения руд нашли широкое применение на фабриках горно-обогатительных комбинатов Украины (Полтавский ГОК, Ингулецкий ГОК), а так же в странах СНГ (Соколовско-Сарбайский ГОК, Лисаковский ГОК и др.). Они применяются для предварительного обогащения магнетитовых кварцитов, а также как основные обогатительные аппараты для сухого магнитного обогащения скарных руд. Сепараторы для сухого магнитного обогащения работают в технологических линиях рудоподготовки и обогащения. С точки зрения управления технологическими процессами обогащения весьма важна стабилизация расчетной или номинальной производительности обогатительных аппаратов по руде и продуктам обогащения. Однако при обогащении руд с переменным содержанием железа это невозможно выполнить без применения систем автоматического контроля и регулирования производительности магнитных сепараторов по магнитному продукту.

Известен способ автоматического контроля производительности магнитного сепаратора сухого обогащения по величине активной мощности электродвигателя барабана сепаратора [1]. Этот способ обладает следующим недостатком. На величину активной мощности влияют состояние редуктора и попадание в рабочее пространство сепаратора посторонних предметов. Поэтому этот способ обладает недостаточной точностью и надежностью при длительной эксплуатации сепаратора. Это не позволяет создать точные и надежные системы автоматического контроля и регулирования важнейшего технологического параметра процесса магнитного обогащения – производительности магнитных сепараторов сухого обогащения по магнитному продукту.

Цель работы - разработка и исследование нового способа автоматического контроля производительности по магнитному продукту магнитного сепаратора сухого обогащения, точность которого не зависит от состояния редуктора и заштыбовки рабочего пространства сепаратора, что является актуальной научно-технической задачей.

Изложение основного материала

В работе [2] теоретически обоснована зависимость амплитудного значения переменной электродвижущей силы, возникающей в последовательно соединенных электрических катушках, размещенных на полюсных наконечниках магнитной системы сепаратора в зоне выделения магнитного продукта при постоянной плотности в ванне сепаратора от производительности магнитного сепаратора по магнитному продукту. Причиной возникновения в катушке электродвижущей силы является бегущее магнитное поле, возникающее в рабочей зоне сепаратора при его работе [1]. Эта электродвижущая сила определяется по формуле для магнитного сепаратора сухого обогащения

$$E = \frac{\alpha \cdot N \cdot w \cdot S}{\delta \cdot V} \cdot Q_M, \quad (1)$$

где Q_M - производительность сепаратора по магнитному продукту; α - постоянный коэффициент, который определяется конструкцией сепаратора; N - число измерительных катушек; w - число витков в измерительной катушке; S - площадь поперечного сечения измерительной катушки; δ - плотность руды; V - объем рабочего пространства сепаратора в зоне установки измерительной катушки.

Функциональная схема системы автоматического контроля и регулирования производительности магнитного сепаратора для сухого обогащения руд изображена на рис. 1. Поэтому применение предложенного способа к магнитным сепараторам сухого обогащения и проведенные соответственно исследования будут представлять научный и практический интерес.

На рисунке приняты такие обозначения: 1 - бункер с исходной рудой; 2 - магнитный сепаратор; 3 - магнитная система; 4 - вибропитатель; 5 - электродвигатель вибропитателя; 6 - электрическая катушка; 7 - измерительный блок; 8 - регулятор; 9 - тиристорный преобразователь частоты; 10 - конвейер; 11 - конвейерные весы; 12 - вторичный прибор; 13 - слой руды на поверхности барабана; Q - производительность по исходной руде; Q_M - производительность по магнитному продукту; α, β, ν - массовые доли железа соответственно в исходной руде, магнитном и немагнитном продуктах; ω - скорость вращения барабана сепаратора; Q_{M0} - заданное значение производительности по магнитному продукту; U - напряжение на выходе электрической катушки.

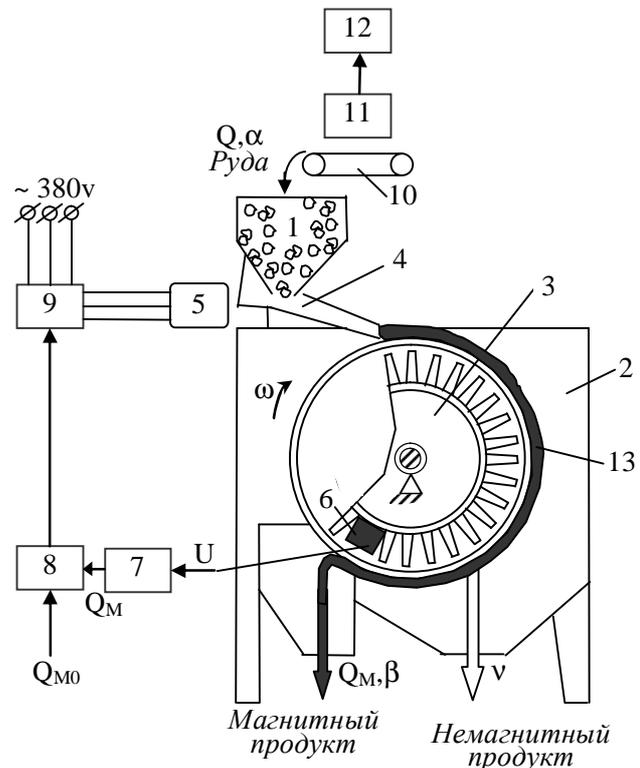


Рис. 1. Функциональная схема системы автоматического контроля и регулирования производительности магнитного сепаратора

Работа системы. Производительность по руде Q . Исходная руда поступает в бункер 1. Величина Q определяется частотой вращения электродвигателя 5, которая зависит от частоты переменного тока на выходе управляемого тиристорного преобразователя 9. При вращении барабана 1 вокруг неподвижной магнитной системы 3 в рабочем пространстве между внутренней поверхностью барабана сепаратора и поверхностью полюсных наконечников создается бегущее магнитное поле. Магнитная индукция этого поля определяется количеством магнитного продукта в слое 13 на поверхности барабана сепаратора. В катушке 6 наводится электродвижущая сила E , пропорциональная производительности по магнитному продукту Q_M . Электродвижущая сила фиксируется измерительным блоком 7, который содержит шкалу, отградуированную в единицах производительности по магнитному продукту Q_M . При изменении свойств исходной руды изменяется производительность сепаратора по магнитному продукту Q_M . Текущее значение Q_M сравнивается с заданным Q_{M0} . Сигнал рассогласования $Q_{M0} - Q_M$ поступает на регулятор 8 и переходя через тиристорный преобразователь 9 и электродвигатель 5 изменяет производительность вибропитателя 4 по исходной руде таким образом, чтобы производительность сепаратора по магнитному продукту Q_M стала равна заданному значению Q_{M0} .

Экспериментальные исследования системы автоматического контроля производительности проводились на сепараторе типа 206Б-СЭ ССГОКА. Во время эксперимента записывались показания измерительного блока 7 и отбирались пробы исходной руды, магнитного и немагнитного продукта. В лаборатории методом химического анализа определялись массовые доли железа α, β, ν соответственно в руде, магнитном и немагнитном продуктах. Рассчитывалась производительность сепаратора по магнитному продукту как

$$Q_M = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot Q_0}{100\%}, \quad (2)$$

где γ - выход магнитного продукта; Q_0 - показания вторичного прибора 12 конвейерных весов 11.

$$\gamma = \frac{\alpha - v}{\beta - v} \cdot 100\% . \quad (3)$$

По результатам математической обработки результатов эксперимента методом наименьших квадратов было составлено уравнение регрессии

$$U = -1,38 + 5,04Q_M . \quad (4)$$

Оценка дисперсии случайной ошибки $S^2 = 2,36$; стандартная ошибка регрессии $S = 1,54$; дисперсия регрессионного коэффициента a $S_a^2 = 1,99$; стандартная ошибка регрессионного коэффициента a $S_a = 1,41$; дисперсия регрессионного коэффициента b $S_b^2 = 0,1$; стандартная ошибка регрессионного коэффициента b $S_b = 0,32$; коэффициент детерминации $r^2 = 0,93$; коэффициент корреляции $r = 0,96$; t-критерий Стьюдента $t_{(18, 0.025)} = 2,1$; доверительные интервалы $-4,34 \leq a \leq 1,59$; $4,36 \leq b \leq 5,72$.

Уравнение регрессии (4) является статической характеристикой системы (рис. 2) автоматического контроля производительности сепаратора по магнитному продукту.

Точность системы автоматического контроля

$$\Delta = \frac{\delta}{U_{max} - U_{min}} \cdot 100\% \frac{2,5}{30} \cdot 100\% \approx 8\% , \quad (5)$$

где U_{max} и U_{min} - соответственно максимальное и минимальное значения измеряемой величины; δ - остаточное среднеквадратическое отклонение.

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод. Электродвижущая сила, возникающая в электрической катушке, размещенной на полюсном наконечнике магнитной системы сепаратора, пропорциональна производительности сепаратора по магнитному продукту.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в разработке системы автоматического регулирования производительности магнитного сепаратора для сухого обогащения руд по магнитному продукту.

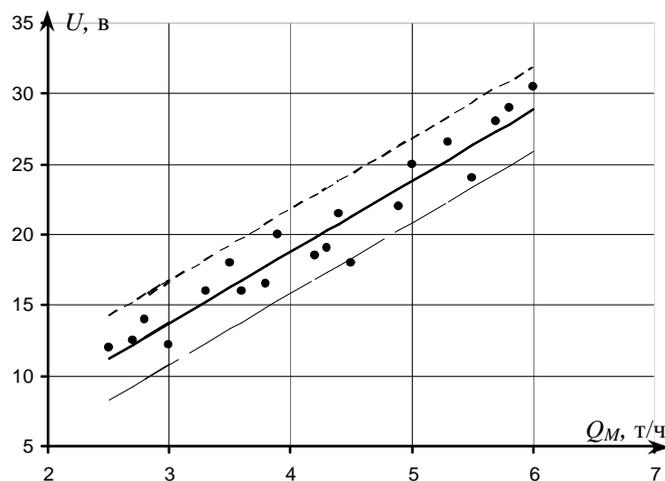


Рис. 2. Статическая характеристика системы автоматического контроля производительности сепаратора

Список литературы

1. Кочура, Е.В. Теоретические зависимости активной мощности приводного двигателя барабана магнитного сепаратора от характеристик концентрата [Текст]/Е.В. Кочура// Обогащения руд. -1994. -№6. -С. 46 - 49.

2. Кочура, Е.В. Теоретическое обоснование метода автоматического контроля производительности магнитного сепаратора по магнитному продукту [Текст]/ Е.В. Кочура, Жамиль Абдельрахим Жамиль Альсаяйде.// Науковий вісник НГУ. – 2011. – №6. –С.131 – 133.

Рекомендовано до друку: проф. Ткачевим В.В.