

П. П. Ананьев, Е. Н. Липная, К. И. Наумов (Москва, НП «ЦИГТ»). Моделирование процесса дефлокуляции минеральных частиц в водной суспензии под действием импульсного электрического поля.

В НП «ЦИГТ» совместно с сотрудниками ОАО «Михайловский ГОК» были проведены исследования по предварительной дефлокуляции магнетитовой суспензии под действием импульсного электрического поля. На основании анализа механизма образования флокул в водной среде, который может быть обусловлен силами взаимного притяжения, возникающих при наличии разноименных электрических зарядов на частицах, имеющих различные размеры и минеральный состав [1], [2], была предложена модель процесса дефлокуляции.

Обеспечение процесса дефлокуляции за счет воздействия на водную суспензию импульса электрического поля требует создания условий возникновения кулоновских сил отталкивания, вызванных появлением дополнительных виртуальных зарядов, обусловленных различной степенью поляризации минеральных частиц. При этом величина силы отталкивания составит

$$F = \frac{a(E, q, \varepsilon, \rho, d)}{(r_0 + x)^2}, \quad (1)$$

где r_0 — расстояние между частицами в состоянии равновесия, x — текущая координата, a — функция параметров напряженности электрического поля E , начального приведенного заряда частицы q , диэлектрической проницаемости и плотности материала частицы ε и ρ соответственно, размера частицы d .

С учетом линеаризации выражения (1), уравнение движения, описывающее поведение динамической модели частицы при воздействии импульса электрического поля, примет вид

$$\ddot{x} + b\dot{x} + \frac{2a}{r_0^3}x = \frac{a}{r_0^3}, \quad (2)$$

где b — параметр, характеризующий силу вязкого сопротивления.

Уравнение (2) представляет собой линейное неоднородное уравнение второго порядка с изменяющимися коэффициентами. В зависимости от формы импульса и значений его параметров, поведение динамической системы может носить различный характер. Так, например, при воздействии импульсом прямоугольной формы, коэффициенты уравнения (2) становятся постоянными на время действия импульса, а максимальное перемещение частицы имеет место при времени импульса, равном $\tau = \pi/(8a - b^2r_0^3)^{1/2}$, при выполнении неравенства $8a > b^2r_0^3$.

При гармонической форме импульса, на период его действия, уравнение (2) принимает вид уравнения Хилла, так как параметр a является функцией периодического электрического поля. При этом вынуждающая сила a/r_0 и квадрат собственной частоты системы $2a/r_0^3$ описываются одинаковой гармонической функцией. Для анализа поведения динамических систем такого класса требуется проводить исследование их устойчивости, что сводится к нахождению характеристического показателя λ . При $\lambda^2 > 0$ и $\lambda > b/2$ будет наблюдаться явление параметрического резонанса.

Предложенная модель позволяет рассчитать параметры электрического воздействия, обеспечивающие прогнозируемое поведение рассматриваемой динамической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров С.А., Бондаренко Ю.В., Чурилов Н.Г., Семенов В.В. Оценка электростатического заряда пылевых частиц, образующихся при добыче и переработке железистых кварцитов. — Горный журнал, 2002, № 7, с. 82–84.
2. Чантурия В.А., Дмитриева Г.М., Трофимова Э.А. Интенсификация обогащения железных руд сложного вещественного состава. М.: Наука, 1988, 206 с.
3. Хаяси Т. Нелинейные колебания в физических системах. М.: Мир, 1968, 432 с.