© Е.С. Слепцова, С.М.Федосеев, А.И. Матвеев, 2013

УДК 622.762.2/.9; 622.767.62

Е.С. Слепцова, С.М.Федосеев, А.И. Матвеев

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТЫ ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЫ С МАГНИТОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПОСТЕЛЬЮ

Рассмотрена работа отсадочной машины с постелью из магнитоструктурированной цепочки с учетом пульсации разделяющей среды. Теоретически указана область рациональной работы отсадочной машины в зависимости от размера обогащаемого материала.

Ключевые слова: магнитоструктурированная цепочка, сила тяжести, гидродинамическое сопротивление, напряженность магнитного поля.

Предложенный в лаборатории ОПИ ИГДС СО РАН способ отсадки полезных ископаемых в магнитном поле [1] имеет перспективы широкого практического применения, а также теоретический интерес для дальнейшего его усовершенствования.

В ранней работе [2] рассмотрено поведение минеральных частиц в постели отсадочной машины, в случае единичной магнитоструктурированной цепочки, в статике. На самом деле, пульсация подрешеточной воды, ее параметры играют немаловажную роль в процессе отсадки.

В процессе отсадки вода в рабочей зоне отсадочной машины колеблется «вверх–вниз» с частотой колебаний $n, |с^{-1}|$, и ходом (амплитудой) $A, |м|$.

Средняя скорость поступательного движения воды равна $v=2A\cdot n$. Тогда на элемент магнитоструктурированной цепочки по вертикальной оси, кроме суммарных силы тяжести и архимедовой силы, также действует сила гидродинамического сопротивления, вызванная поступательным движением разделяющей среды (воды).

Общий закон сопротивления (закон Ньютона) жидкой среды движущему телу выражается в виде:

$$F_{Г.С.} = \Psi \cdot d^2 \cdot v^2 \cdot \delta \qquad (1)$$

где Ψ – коэффициент гидродинамического сопротивления; d – характерный размер частицы; v – скорость потока жидкости; δ – плотность жидкой среды.

Как правило, на обогащение в отсадочную машину подается классифицированный материал (определенного класса) и для упрощения расчетов примем, что все минералы имеют сферическую форму.

Наиболее достоверные результаты для силы гидродинамического сопротивления для шарообразных частиц в воде дает формула Риттингера [3]:

$$F_{Г.С.} = \pi \cdot v^2 \cdot d^2 \cdot \delta / 16 \qquad (2)$$

где v - скорость движения воды; d - характерный размер зерна; δ- плотность воды.

В расчетах характерный размер минеральных зерен d правильной геометрической формы заменяют эквивалентным диаметром $d_Э$, равным диаметру шара, равновеликим по объему тела с использованием коэффициента сферичности (ω), который для шарообразных частиц равен 1. Тогда для шарообразного зерна эквивалентный диаметр шара $d_Э$ равен его фактическому диаметру D. Таким образом, для силы гидродинамического сопротивления шарообразного тела в воде имеем:

$$F_{Г.С.} = \frac{\pi \cdot (4A^2 \cdot n^{-2}) \cdot D^2}{16} \cdot \delta = \frac{\pi \cdot A^2 \cdot n^{-2} \cdot D^2}{4} \cdot \delta \qquad (3)$$

С учетом гидродинамического сопротивления, условие осаждения тяжелых немагнитных минералов выталкиванием единичного элемента из магнитоструктурированной (м.с.) цепочки (преодолевая силу сцепления между зернами магнетита) или выноса легких немагнитных минералов (л.н.м.) из рабочей зоны не нарушая целостность м.с. цепочки зоны будут иметь вид:

$$2K_{Тр.} \cdot F_c = K_{тр} \cdot \mu \cdot H^2 \cdot S = \frac{\leq}{\geq}[\frac{1}{6}\pi D^3(\delta_{магн.} + \delta_i) - \frac{2}{6}\pi D^3 \delta]g \pm F_{Г.С.} \qquad (4)$$

где $F_c = 0,5\mu \cdot H^2 \cdot S$ – сила сцепления магнитных минералов; H – напряженность магнитного поля; μ – магнитная проницаемость магнетита; $K_{тр}$ – коэффициент трения между зернами магнетита, образующих структурированную цепочку; $S = \pi \frac{D^2}{4}$ площадь сечения шарообразного минерала ; $\delta_{магн.}$ – плотность магнетита; δ_i – плотности немагнитных минеральных частиц, участвующих в процессе отсадки i =1 – золота, i = 2 – легких немагнитных минерала (л.н.м), например кварца; δ – плотность воды; $\frac{1}{6}\pi D^3(\delta_{магн.} + \delta_i) \cdot g$ – суммарная сила тяжести магнетита и зерен немагнитных минералов. $\frac{2}{6}\pi D^3 \delta \cdot g$ – суммарная архимедова сила, действующая на зерна магнетита и минерала δ_i.

Знак "+", соответствует движению воды вниз, а знак "–" соответствует движению воды вверх. Для наиболее «жесткого» условия выпадения золотин в камерный концентрат соответствует знак "–", когда движение воды создает эффект уменьшения суммарной силы тяжести, а «жесткое» условие выноса легкого немагнитного минерала не проваливаясь соответствует знаку «+» Тогда рациональная работа отсадочной машины возможна при выполнении условий.

$$2K_{тр.} \cdot F_c \geq [(m_{магн..} + m_{л.н.ф.}) \cdot g - F_{арх}] + F_{Г.С.} - \textit{вынос} \quad \textit{л.н.м.}$$

$$2K_{тр.} \cdot F_c \leq [(m_{магн.} + m_{зол.}) \cdot g - F_{арх}] - F_{Г.С.} - \textit{осаждение золотин}$$

Данное условие соблюдается при значениях напряженности магнитного поля от H_1 до H_2 в зависимости от диаметра D частиц, участвующих в процессе отсадки. В явном виде данные условия имеют вид:

1) Условие выноса легких немагнитных минералов:

$$2K_{тр} \cdot F_c = K_{тр} \cdot \mu \cdot H^2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \geq [\frac{1}{6}\pi D^3(\delta_{магн} + \delta_{л.н.ф.}) - \frac{2}{6}\pi D^3 \delta]g + \frac{\pi \cdot A^2 \cdot n^{-2} \cdot D^2 \cdot \delta}{4} \qquad (5)$$

2) Условие осаждения золотин в камерный продукт:

$$2K_{тр}\cdot F_c = K_{тр}\cdot\mu\cdot H^2\cdot\frac{\pi D^2}{4}\le[\frac{1}{6}\pi D^3(\delta_{магн}+\delta_{зол})-\frac{2}{6}\pi D^3\delta]g-\frac{\pi\cdot A^2\cdot n^{-2}\cdot D^2\cdot\delta}{4} \quad (6)$$

Или же нормальная работа отсадочной машины возможна в области напряженностей магнитного поля от H_1 до H_2 в зависимости от диаметра (D) минеральных зерен, участвующих в процессе отсадки:

$$H_1 \ge \sqrt{\frac{D[0{,}66(\delta_{магн}+\delta_{л.н.ф.})-1.33\delta\ ]g+A^2\cdot n^{-2}\cdot\delta}{K_{тр}\cdot\mu}}\ ; \quad (7)$$

$$H_2 \le \sqrt{\frac{D[0{,}66(\delta_{магн.}+\delta_{зол.})-1.33\delta\ ]g-A^2\cdot n^{-2}\cdot\delta}{K_{тр}\cdot\mu}}\ , \quad (8)$$

где в системе СИ $\delta_{магн.}$, $\delta_{зол.}$, $\delta_{л.н.ф}$ [кг/м^3]. – плотности минералов (табличные); g –ускорение свободного падения (9,81 м/с^2); $K_{тр.}$ – коэффициент трения между зернами магнетита (безразмерный); μ – магнитная проницаемость магнетита (безразмерный)). ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Федосеев Семен Михайлович - научный сотрудник лаборатории обогащения полезных ископаемых,
Слепцова Екатерина Семеновна - научный сотрудник лаборатории обогащения полезных ископаемых, e-mail: slept@mail.ru
Матвеев Андрей Иннокентьевич - доктор технических наук, заведующий лабораторией обогащения полезных ископаемых,
Институт горного дела Севера им. Н.В.Черского Сибирского отделения Российской академии наук (ИГДС СО РАН)

ГОРНАЯ КНИГА

Факторный анализ. Лекция 2. Повышение качества управления методами факторного анализа
Л.Х. Гитис
2013
20 с.
ISBN 978-5-98672-364-8
УДК 622.02
Даны оригинальные методы использования фрактального анализа в задачах производственного и социально-экономического управления.