

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПАРАМЕТРА/-ОТНОШЕНИЯ ЖИДКОГО К ТВЕРДОМУ
И КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ НАВАЛА ПОРОД
ПРИ КУЧНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ МЕТАЛЛОВ**

Н. Б. Рыспанов, к.т.н.

Департамент горно-металлургической промышленности
ТОО «Mercury Trade»

Тамшылатып суланатын металдарды уй¹ндi куй¹нде сштшеу кезы¹де суйы¹тын н;аттыга катынасы /-параметры жэне кен уйждшершц фильтрациялау коэффиценти экспериментальны аньк¹таудыц эдютемеа жасалган.

Туйжд¹ сездер: фильтрациялау коэффицент¹ металдарды уй¹ндi куй¹нде сттшеу, унгымальщ сштттеу параметрлерк

The method of experimental determination of parameter/-relation of the liquid to the solid and coefficient of filtration of rocks in dump at heap leaching of metals with drip irrigation is developed.

Key words: coefficient of rock filtration, heap leaching of metals, parameters of bore-hole leaching.

Опыт и теория подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) металлов показывают, что наиболее важными параметрами этого процесса являются коэффициент фильтрации пород продуктивного горизонта и параметр/отношение жидкого к твердому за любой период отработки рудного тела. При кучном выщелачивании (КВ) металлов эти два параметра также являются весьма важными, во многом определяющими эффективность процесса КВ металлов. Однако в известной нам литературе этим параметрам практически не уделяется достойного внимания, и в этой связи теоретическое описание КВ имеет существенные недостатки.

В статье предлагается решение задачи экспериментального определения данных параметров, первоначально необходимых для проектирования технологий КВ металлов.

Фильтрация выщелачивающих растворов (ВР) через навал руды в штабеле под действием сил гравитации подчиняется закону Дарси.

При этом запишем для расхода Q через навал:

$$Q_0 = \frac{K_f \cdot S_a \cdot H}{l} \cdot M^3/\text{сут}, \quad (1)$$

где S_a - площадь орошения в штабеле, m^2 ;

l - высота штабеля, m ;

K_f - коэффициент фильтрации руды в навале, $m/\text{сут}$.

Из уравнения (1) следует:

$$Q_0 \quad m/\text{сут}. \quad (2)$$

Следовательно, для экспериментального определения коэффициента следует измерить расход BP через штабель в течение суток и замерить площадь \wedge фильтрации BP в штабеле.

С другой стороны, средняя скорость фильтрации BP определится в виде:

$$v_{\phi} = \frac{Q_0}{K_p} \cdot m/\text{сут} \quad (3)$$

где K_p - коэффициент эффективной пористости навала горной массы, доли ед.

Подставляя (3) в (1), очевидно, получим:

$$v_{\phi} = K_f \quad m/\text{сут} \quad (4)$$

Этим весьма важным результатом подтверждается, что средняя скорость фильтрации BP через навал руды в штабеле в точности равна коэффициенту фильтрации K_f

$$\frac{H}{v_{\phi}} = \frac{H}{K_f} \text{ сут}, \quad (5)$$

оттуда получим

$$K_f = \frac{H}{t} \quad m/\text{сут} \quad (6)$$

Из уравнения (5) следует, что для определения коэффициента фильтрации следует замерить время t прохождения раствора объемом Q_0 через штабель высотой H .

Для определения параметра/(Ж:7) запишем уравнения:

$$t, \quad K_{\phi} \quad \text{сут} \quad (7)$$

и время диффузионного растворения

$$t_a = \frac{l^2 - 10^{-8} C_0}{\pi^2 \cdot D_n} \cdot \text{с};$$

где t_a - время диффузии металла из куска руды, сут;

l - средний размер куска в навале, см;

$C_0 = 1$, относительная величина содержания металла в руде;

$C_{np} < 0,75$ - предельное извлечение металла из руды при КВ;

D_n - эффективный коэффициент диффузии металла из куска руды, можно в первом приближении принять:

$$D_n = 0,864 \cdot 10^{-3} \text{ см/сут.}$$

По физическому смыслу ясно, что параметр/(Ж:7) запишется в виде:

$$f \sim \frac{Q_a \cdot l \cdot \rho_r}{V_{\text{шт}} \cdot \rho_{\text{р}}} \quad (8)$$

Подставляя в (8) значение g из (6), получим:

$$f \sim \frac{Q_a \cdot l \cdot \rho_r}{V_{\text{шт}} \cdot \rho_{\text{р}}} \quad (9)$$

С другой стороны, можно записать для параметра Ж:Г:

$$f = \frac{Q_a \cdot t_e \cdot \rho_r}{V_{\text{шт}} \cdot \rho_{\text{р}}} \quad (10)$$

где Q_a - суточный дебит ВР, м³/сут; через штабель КВ\

ρ_n - плотность навала руды, т/м³;

ρ_r - плотность раствора, т/м³;

$V_{\text{шт}}$ - объем штабеля, м³.

Если l и t_s не равны между собой, то (8) и (10) приводят к различным результатам, т. е. к неоднозначности параметра f . Из этого следует, что при сформированном штабеле из руды с крупностью

кусков I величина t_d является минимальным временем для выщелачивания металла из руды. Если при этом

то это условие является идеальным с позиции диффузионного растворения и фильтрации ВР через штабель.

В любом другом случае, когда $g > t_g$ или $g_{\phi} < t_g$ длительность процесса выщелачивания определяется либо временем t_B при $l_{\phi} < t_B$, либо временем l , когда $l_{\phi} > t_B$.

Рассмотрим отношение (8) и (10), тогда получим:

$$\frac{l}{l_{\phi}} = \frac{t}{t_g} < 1$$

при $l_{\phi} = t_g$ и это является основным условием наиболее эффективного выщелачивания металла из руд при КВ.

Однако в реальных условиях трудно настроить процесс так, чтобы было соблюдено условие (11), поскольку l и t_a зависят от многих случайных факторов.

В среднем оценка/должна производиться по формуле (8) или (10).

Вначале определяется время l_{ϕ} и t_g по формулам (3), (4), а затем уже параметр/для более длительного процесса l или t_g .

Рассмотрим конкретный пример для месторождения «Тохтазан».

В проекте заложено: $Q_0 = 3600 \text{ м}^3/\text{сут}$; $U_{\text{ш}} = 125000 \text{ м}^3$ (одного слоя);

$$\rho = 1,7 \text{ г/м}^3; \quad \rho = 1,05 \text{ т/м}^3; \quad l = 2 \text{ м}; \quad \ln \frac{Q_0}{C_{\text{ПР}} \cdot l^2} = 0,076;$$

$$O_{\text{я}} = 0,864 \cdot 10^3 \text{ см/сут}; \quad l = 2 \text{ см}; \quad K = 0,3 \text{ м/сут.}$$

По формулам (3) и (4) находим:

$$t_a = \frac{2^2 \cdot 0,076 \cdot 10^3}{0,864} = 36,7 \text{ сут.}$$

Здесь практически $t = t_g$.

По формуле (9) определяем l (Ж:Т):

$$l = \sqrt{\frac{3600 \cdot 36,7 \cdot 1,05}{125000 \cdot 1,7}} = 0,65 \text{ м}$$

Таким образом, в нашем случае $\alpha < 1$, то, видимо, характерно для случая, когда $\alpha = t^\alpha$.

Если же, например, при переизмельченной руде или для отходов обогатительных фабрик $K_{\phi} \approx 0,1$ м/сут, то

$$\tau \cdot 4 \text{ г}^{1,0} \text{ с} \text{ут}$$

В данном случае время выщелачивания металла растягивается и растет параметр/

$$\frac{3600-100-1,05}{125000-1,7} = 1,7$$

Таким образом, показана возможность определения экспериментально-аналитическим методом коэффициента фильтрации на вала руды в штабеле и параметра $(\cdot \text{Ж}:T)$ при KB любых металлов. Получены формулы для вычисления времени диффузионного растворения металлов. Разработан метод определения эффективного коэффициента диффузии KB золота. Обоснован метод экспериментального определения параметра/-отношение жидкого к твердому за любой интервал времени выщелачивания и основополагающего параметра - коэффициента фильтрации растворов в пористой среде штабеля.