

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУТЕСАЙ 2

НОГАЕВА К.А., АРСТАНБЕКОВ Т.Т., БАЙКЕЛОВА Г.Ш.
izvestiya@ktu.aknet.kg

Изложена краткая характеристика месторождения и описание типа руды, также даны результаты лабораторных исследований руды на измельчаемость в шаровой мельнице. По полученным данным выявлена закономерность зависимости массы остатков крупного класса от продолжительности измельчения, что подтверждается кинетическим уравнением.

Месторождение Кутесай 2 открыто в начале 50-х годов и по общим запасам руды в настоящее время является одним из больших потенциальных сырьевых источников для цветной металлургии Кыргызской Республики

Руды месторождения являются комплексными (наложение нескольких типов оруденения: редкоземельного, циркониевого, ториевого и полиметаллического). Первые три типа оруденения примерно совпадают по времени образования, предшествуют полиметаллическому и образуют общий внешний контур, так называемой редкоземельный.

По минералого-геохимическим особенностям месторождение Кутесай-II относится к сложным. В строении его принимают участие более 80 минералов. Основными редкоземельными минералами на месторождении являются: монацит, ксенотим, иттрибастнезит, иттропаризит, итросинхизит, иттрофлюорит, флюоцерит, циртолит, ферриторит, малакон. По данным минералогического анализа 80-92 % редких земель и иттрия сосредоточены в перечисленных минералах. На месторождении проявлена зональность: в апикальной части гранофирового штока развито полиметаллическое, верхней и средней частях – редкоземельное и в нижней – цирконий-ториевое оруденение.

На месторождении выявлены следующие типы руд: кварц-хлоритовый, кварц-серицитовый, розовые гранофиры, кварц-мусковитовый, биотитовые роговики, брекчированные сланцы, силекситовые метасоматиты и окварцованные породы типа вторичных кварцитов. Первые три типа руд (кварц-хлоритовый, кварц-серицитовый, розовые гранофиры) составляют 80 % всех запасов месторождения и имеют высокие показатели обогащения (извлечение из руды $\sum TR_2O_3 - 64.5\%$, содержание в концентрате -6.2%).

Однако по данным разведки глубоких горизонтов Ак-Тюзским рудоуправлением. установлены изменения содержания полезных компонентов и других свойств руд с глубиной. Выявлены новые типы руд (кварц-мусковитовый, кварц-полевошпатовый, метасоматиты по гнейсам и гнейсовый), для которых требуются новые технологические схемы обогащения.

С этой целью нами были проведены исследования технологической пробы из нижних горизонтов на измельчаемость для изучения кинетики измельчения. Исследованию подвергалась руда, предварительно раздробленная до 20 мм и состоящая исключительно из зерен крупного класса.

Для управления процессом измельчения руды в шаровой мельнице и подбора условий наивыгоднейшей ее работы, нами была исследована кинетика измельчения. Руду в количестве 5,450 кг загружали в шаровую мельницу, что составляло 40 % объема мельницы, остальные 60% заполнялись шарами размер каждого составлял 50 мм. Измельчение проводили при скорости вращения мельницы равной 90 об / мин. Периодически через 15, 30, 45 минут от начала опыта отбирались пробы, которые просеивались через набор сит размер отверстий которых варьируется в пределах 0,074 – 2 мм. Полученные фракции каждого класса взвешивались на аналитических весах, их массы были пересчитаны на процентные содержания (табл 1) Как видно из таблицы через 15 минут измельчения 81,3 % измельченного материала составляет класс крупности +2мм, а через 45 минут он уменьшается почти на 15%.

Таблица 1

Результаты ситового анализа

Класс крупности мм	15мин	30мин	45мин
	%	%	%

+2	81.3	71.5	66
+1.40	2.2	1.35	0.52
+0.80	3	2.43	0.98
+0.315	4.9	5	4.4
+0.045	2.9	5.27	12.77
+0.074	5.7	14.45	15.33

Для наглядности исследования кинетики измельчения построили график зависимости массы Q остатков крупного класса на контрольном сите от продолжительности измельчения t (мин.) для каждого класса крупности (рис1). Как видно из рисунка, наблюдается закономерное уменьшение количества крупного класса в измельченном материале, имеющее общую для всех классов форму гиперболической кривой, что указывает на существование устойчивой связи между количеством недоизмельченной руды и временем измельчения.

Закономерный характер убывания массы крупного класса в зависимости от времени измельчения в шаровых мельницах был дан в уравнении кинетики [1]

$$\frac{dQ}{dt} = -kQ \quad (1)$$

где Q - масса остатка крупного класса в момент t ;

t - продолжительность измельчения;

k - постоянный коэффициент, зависящий от условий измельчения, относительной скорости измельчения

$$kQ = -\frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

Интегральное уравнение имеет следующий вид

$$Q = Q_0 e^{-kt} \quad (3)$$

где Q_0 - масса крупного класса, поступившего на измельчение в момент времени $t=0$.

Формула (3) представляет собой экспоненциально – степенное уравнение кинетики измельчения. Для определения постоянного коэффициента k строим график зависимости $\lg(Q_0/Q)$ от времени измельчения t (рис 2).

Полученные опытные точки содержания остатка и соответствующие им продолжительности измельчения в системе координат $\lg Q_0/Q$ и t имеют вид прямой линии, и это доказывает, что скорость измельчения подчиняется кинетическому уравнению (3). По наклону прямых можно определить константу скорости измельчения. Угловым коэффициентом прямых будет равен k для каждого класса крупности.

На основании исследований можно сделать следующие выводы:

1. Исследована кинетика измельчения новых типов руд месторождения Кутесай 2 в лабораторной шаровой мельнице.
2. Графически выявлено закономерное уменьшение количества крупного класса в измельченном материале от продолжительности измельчения, имеющее форму гиперболической кривой для каждого класса.
3. Скорость измельчения вполне описывается экспоненциально – степенным уравнением кинетики измельчения (3) и кинетическим уравнением $\frac{dQ}{dt} = -kQ$.
4. По виду графической зависимости $\lg \frac{Q_0}{Q}$ от времени, т.е. от наклона полученных прямых, можно определить значения константы скорости измельчения.

Литература

1. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980.
2. Андреев С.Е., Товаров В.В., Перов В.А. Закономерности измельчения и исчисление характеристик гранулометрического состава. – М.: Metallurgizdat, 1958.
3. Авдохин В.М., Основы обогащения полезных ископаемых. – М.: Горная книга 2008.

