УДК 622.341.1;622.7

Э.А.ФЕДОТОВ
Московский государственный горный университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ РАЗУПРОЧНЕНИЯ ПЕРЕД ИЗМЕЛЬЧЕНИЕМ

Целью работы является разработка научно обоснованных рекомендаций по межзерновому разупрочнению железистых кварцитов для снижения энергоемкости их измельчения, полноты раскрытия извлекаемых минеральных зерен, увеличения выхода концентрата и его качества, а также уменьшения потерь железа в хвостах.

Изучена методика оценки влияния импульсной электромагнитной обработки железистых кварцитов на эффективность их ударного разрушения.

The goal of this research was to develop scientifically justified recommendations on weakening of ferriferous quartzite grains to decrease power consumption during their disintegration, to enhance the efficiency of ore-grain release and the concentrate output and quality, as well as to reduce losses of iron in mill tailings. A method to assess the influence of impulse electromagnetic treatment of ferriferous quartzites on the effectiveness their impact fracture is analyzed.

Рассматриваемая методика предназначена для оценки вновь образованной поверхности при ударном разрушении железистых кварцитов, которое имеет место на мельнице первой стадии измельчения, где разрушаются куски руды размером 18 мм.

Методика включает пять этапов.

Этап 1. Оценка физически связанной воды, адсорбированной на единице поверхности железистого кварцита. Из железистого кварцита изготавливают эталонную пластину толщиной 1 мм и площадью не менее 7000 мм^2 (нами была изготовлена пластина размером 98 × 75 × 1 мм) и рассчитывают общую поверхность пластины $S_{\text{п}}$. В нашем случае

$$S_{\text{п}} = 98 \cdot 75 \cdot 2 + 98 \cdot 1 \cdot 2 + 75 \cdot 1 \cdot 2 =$$

$$= 14700 + 196 + 150 = 15046 \text{ мм}^2 =$$

$$= 15{,}046 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

На электронных весах с точностью до 0,1 г определяют массу сухой пластины $G_{\text{п.с}}$. Затем пластину окунают в воду, извлекают из нее и дают воде свободно стечь с пластины. После этого на пластине остается физически связанная вода. Пластину снова взвешивают. Масса пластины вместе с адсорбированной на ней физически связанной водой $G_{\text{п.м}}$. Вычисляют массу адсорбированной физически связанной воды на поверхности пластины

$$G_{\text{в}} = (G_{\text{п.м}} - G_{\text{п.с}}) \qquad (1)$$

и массу адсорбированной на единице поверхности пластины физически связанной воды

$$G_{\text{в.1}} = G_{\text{в}}/S_{\text{п}}. \qquad (2)$$

Этап 2. Определение суммарной поверхности кусков руды в контрольной пробе до ее разрушения. Из раздробленной руды отсеивают фракцию (–10 + 7 мм) и из нее отбирают 10 проб (пять экспериментальных и пять контрольных) примерно по 50 г (0,05 кг) в каждой (30-35 кусков). Каждую из контрольных проб взвешивают с точностью до 0,1 г и получают массу каждой контрольной пробы в сухом виде: $G_{\text{к.с.1}}$, $G_{\text{к.с.2}}$, $G_{\text{к.с.3}}$, $G_{\text{к.с.4}}$, $G_{\text{к.с.5}}$.

Каждую контрольную неразрушенную пробу помещают в химический стакан и наливают в него воду, затем воду сливают, извлекают мокрые куски руды и взвешивают их. Масса мокрой неразрушенной контрольной пробы $G_{\text{к.м }1}$; $G_{\text{к.м }2}$; $G_{\text{к.м }3}$; $G_{\text{к.м }4}$; $G_{\text{к.м }5}$.

Масса адсорбированной воды на кусках каждой неразрушенной контрольной пробы

$$G_{\text{в.к }i} = (G_{\text{к.м }i} - G_{\text{к.с }i}).$$

Среднее значение массы адсорбированной воды на поверхности кусков руды неразрушенных контрольных проб

$$G_{\text{в.к}} = \sum_{i=1}^{5} G_{\text{в.к }i} / i .$$

Средняя общая поверхность кусков контрольной неразрушенной пробы

$$S_{\text{к}} = G_{\text{в.к}}/G_{\text{в.1}}.$$

Этап 3. Определение суммарной поверхности кусков руды в контрольной пробе после ее разрушения. Каждую контрольную неразрушенную пробу высушивают в естественных условиях в течение трех суток, а затем подвергают разрушению на ударном копре путем двукратного сбрасывания груза. Масса груза $G_{\text{т}} = 2{,}385$ кг; высота сбрасывания груза $H = 0{,}7$ м.

Каждую контрольную разрушенную пробу помещают в химический стакан и наливают в него воду, затем сливают воду, извлекают мокрые разрушенные куски руды и взвешивают их. Вес каждой мокрой контрольной разрушенной пробы $G^{P}_{\text{к.м }1}$; $G^{P}_{\text{к.м }2}$; $G^{P}_{\text{к.м }3}$; $G^{P}_{\text{к.м }4}$; $G^{P}_{\text{к.м }5}$.

Масса адсорбированной воды на каждой разрушенной контрольной пробе

$$G^{P}_{\text{в.к }i} = G^{P}_{\text{к.м }i} - G_{\text{к.с }i},$$

среднее значение массы адсорбированной воды на поверхности кусков контрольных разрушенных проб

$$G^{P}_{\text{в.к}} = \sum_{i=1}^{5} G^{P}_{\text{в.к }i} / i .$$

Средняя общая поверхность кусков контрольной разрушенной пробы

$$S^{\text{P}}_{\text{к}} = G^{P}_{\text{в.к}}/G_{\text{в.1}}.$$

Пробы после импульсной электромагнитной обработки (экспериментальные) подвергают операциям этапов 2 и 3.

Этап 4. Определение прироста поверхности кусков руды после разрушения контрольной пробы. Для проб контрольных и экспериментальных прирост

$$\Delta S_{\text{к, э}} = S^{P}_{\text{к, э}} - S_{\text{к, э}}. \qquad (3)$$

Этап 5. Сравнение относительного прироста поверхности кусков руды контрольной и экспериментальной проб. Энергоемкость образования новой поверхности при разрушении

$$\text{Э}_{\text{к, э}} = \text{Э}_{\text{р}} n / \Delta S_{\text{к}}, \qquad (4)$$

где $\text{Э}_{\text{р}} = mgH$; m – масса падающего груза на копре, $m = 2{,}385$ кг; H – высота сбрасывания груза, $H = 0{,}7$ м; $g = 9{,}81$ м/с^2; n – количество ударов груза по пробе породы на копре.

Для экспериментов по определению удельной поверхностной энергии были взяты существенно магнетитовые железистые кварциты Михайловского ГОКа.

В соответствии с этапом 1 методики экспериментальных исследований установлено:

- поверхность эталонной пластины $S_{\text{п}} = 15{,}046 \cdot 10^{-3}$ м^2;
- масса адсорбированной физически связанной воды на поверхности пластины согласно формуле (1) $G_{\text{в}} = 0{,}25 \cdot 10^{-3}$ кг;
- масса адсорбированной на единице поверхности эталонной пластины физически связанной воды согласно формуле (2) $G_{\text{в.1}} = 16{,}6157 \cdot 10^{-3}$ кг/м^2.

Результаты определения вновь образованной поверхности согласно формуле (3) при разрушении железистых кварцитов для пяти партий, в каждой из которых по пять проб, следующие: в первой партии $\Delta S_1 = 0{,}01$ м^2, во второй $\Delta S_2 = 0{,}044$ м^2, в третьей $\Delta S_3 = 0{,}042$ м^2, в четвертой $\Delta S_4 = 0{,}057$ м^2, в пятой $\Delta S_5 = 0{,}036$ м^2.

По результатам 25 экспериментов ($5 \times 5 = 25$) среднее значение вновь образованной поверхности при разрушении железистых кварцитов на копре

$$\Delta S = (0{,}01 + 0{,}044 + 0{,}042 + 0{,}057 + 0{,}036)/5 = 0{,}038 \text{ м}^2.$$

Энергоемкость образования единицы новой поверхности при разрушении железистых кварцитов на копре согласно формуле (4)

$$Э = \frac{2{,}385 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}7 \cdot 2}{0{,}038} = 861{,}99 \text{ Дж/м}^2 = 239{,}44 \cdot 10^{-6} \text{ кВт·ч/м}^2.$$

Научный руководитель д-р техн. наук проф. *С.А.Гончаров*