© О.М. Чихачев, 2005

УДК 622.81

О.М. Чихачев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ БУРОВОГО ШЛАМА И ФИЗИКО – ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЗРЫВАЕМЫХ РУД

Испытания основаны на **предположении**, что релаксация напряжений при нагружении бурового шлама сжатием и физико–технические свойства руд, и, соответственно, содержание в них металла, имеют физическую зависимость. Для выбора параметров испытаний и определения минимальной представительной массы пробы произведён ситовой анализ бурового шлама руды цветного металла. Результаты представлены в табл. 1.

Минимальная представительная масса пробы бурового шлама [1]:

$Q = KD^2$, (1)

где К- коэффициент, учитывающий неоднородность и особенности геологического строения полезных ископаемых, для руд цветных металлов К = (0,06 –0,2), доли ед.; D - максимальный размер частиц бурового шлама, мм.

Расчёты по формуле (1) показали, что минимальная представительная масса пробы бурового шлама составляет 4,86-16,2 кг.

Отобранные пробы предварительно высушивали в сушильной печи. В основу методики проведения испытаний взяты методы оценки прочности строительных материалов [2,3]. Пробы бурового шлама засыпали в цилиндр с внутренним диаметром 150 мм. Для испытаний использовали гидравлический пресс ИПС – 1000, предел изменения нагрузки- 0,5–50 МН. Скорость нагружения бурового шлама пуансоном пресса – до 2 КН/с, глубина погружения - примерно 20 мм, что соответствует нагрузке 20 т. Напряжение определяли по формуле:

$\sigma = P/F = 20000/177 = 113$ кг/см^2, (2)

где P – нагрузка пуансона пресса на испытываемый буровой шлам, кг; F -площадь пуансона, см^2.

В соответствии с методикой В.В. Ржевского и Г.Я. Новика [4] и учитываемым большим периодом релаксации напряжений в горных породах, для оценки релаксации напряжений использовали **относительный показатель падения напряжения в породе R за 16 часов статического нагружения,** определяемый по формуле [4]:

$R = [\{\sigma - \sigma_T\}/\sigma_T]100$, %, (3)

где σ -первоначальное напряжение в буровом шламе, кг/см^2; σ_T - напряжение в буровом шламе после 16 часов нагружения, кг/см^2.

Результаты статических испытаний бурового шлама представлены в табл. 2.

По представленным экспериментальным данным определена зависимость релаксации напряжений в буровом шламе (характеризуемой критерием R) от физико–техни-ческих характеристик руды и содержания в них металла, и, соответственно – удельного расхода ВВ. Обработка результатов испытаний показала, что зависимость содержания металла в буровом шламе руды $\overline{a}$ от относительного показателя падения напряжения в породе R носит линейный характер (рис. 1).

$\alpha = 4{,}8719 + 2{,}5101R$, 10^{-6} % (1)

Анализ зависимости (1) показал, что для исследуемых руд она описывается теоретическим уравнением:

Таблица 1

Результаты ситового анализа проб бурового шлама

Классы крупности, мм	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	Средний диаметр куска, мм
Выход классов крупности, %	3	5	9	22	47	12	1	1	5,6

Таблица 2

Результаты статических испытаний проб бурового шлама

№ п/п	Среднее значение предела прочности на сжатие взрываемых участков, $\bar{\sigma}_{сж}$, кг/см^2	Среднее содержание металла в породе, $\bar{\alpha}$, 10^{-6} %	Начальное напряжение, σ, кг/см^2	Напряжение после 16 часов нагружения, σ_T, кг/см^2	Падение напряжения после 16 часов нагружения, $\Delta\sigma$, кг/см^2	Относительный показатель падения напряжения в породе, R, %	Рекомендуемый удельный расход ВВ, q кг/м^3
1.	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
2.	2462 - 2373	11 - 14	113	110	3	3	0,79
3.	2255 – 2137	18 –22	113	106	7	7	0,81
4.	1931 – 1783	29 –34	113	102	11	11	0,83
5.	1577 - 1400	41 – 47	113	98	15	15	0,83
6.	1370 – 1193	48 – 54	113	96	17	17	0,82
7.	1046 –957	59 –62	113	92	21	21	0,80
8.	928 – 869	63 – 65	113	90	23	23	0,79
9.	751 – 692	69 – 71	113	87	26	26	0,77
10.	603 – 574	74 – 75	113	85	28	28	0,75
11.	456 – 429	79 – 80	113	82	31	31	0,73

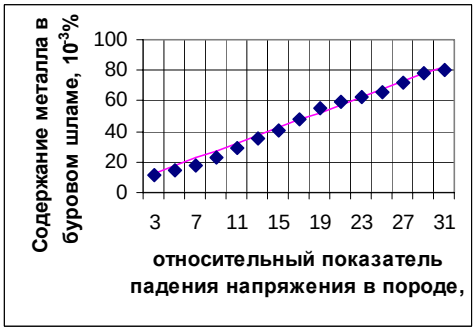

Рис. 1. Зависимость содержания металла в буровом шламе от относительного показателя падения напряжения в породе

$$\alpha = [(\alpha_{max} - \alpha_{min})/(R_{max}-R_{min})]R + +(\sqrt{\frac{R_{max}R_{min} + R_{min} - 1}{2}}),\ 10^{-6}\%, \qquad (2)$$

где α_{max}, α_{min}, R_{max}, R_{min} –соответственно максимальные и минимальные значения α и R в проведённых экспериментах, соответственно 10^{-6}% и ед.

Коэффициент корреляции между содержанием металла в буровом шламе и относительным показателем падения напряжения в породе составил 0,9, проверка по критерию Стьюдента подтвердила его значимость. Оценка зависимостей (1) и (2) по критерию разностного ряда [5] подтвердила, что они могут быть использованы для расчёта зависимости α от R.

Зависимость предела прочности бурового шлама руды на сжатие $\bar{\sigma}_{сж}$ и относительного показателя падения напряжения в породе R аппроксимируются прямолинейной зависимостью (рис.2):

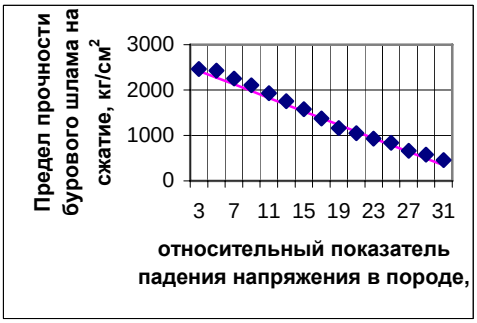

Рис. 2. Зависимость предела прочности бурового шлама от относительного показателя падения напряжения в породе

σ = 2642,412 - 74,038R (3)

Анализ зависимости (3) показал, что для исследуемых руд она описывается уравнением:

$$\sigma = \frac{\sigma_{\max}(R_{\max} + R_{\min})}{R_{\max}} - [2.5R_{\max} - \frac{(2R_{\min} + 1)}{2}]R, \text{ кг/м}^3 \quad (4)$$

где $\sigma_{\max}$ - максимальное значение предела прочности бурового шлама на сжатие, кг/м$^{3;}$

Коэффициент корреляции между пределом прочности бурового шлама на сжатие и относительным показателем падения напряжения в породе составил 0,9, проверка по критерию Стьюдента подтвердила его значимость .Оценка зависимостей (3) и (4) по критерию разностного ряда [5] показала, что различие сравниваемых рядов экспериментальных и расчётных значений несущественно и они могут быть использованы для расчёта σ при изменении R.

Использование полученных результатов позволяет оперативно, за 16 часов нагружения бурового шлама на гидравлическом прессе определять химический состав и физико-технические характеристики взрываемых руд. Это открывает большие возможности при управлении качеством минерального сырья. В настоящее время результаты химического анализа зачастую поступают на рудник после того, как блок уже взорван. Практически, работа может быть организована таким образом, что результаты замера релаксации поступят к проектировщику к моменту начала подготовки документации на массовый взрыв, что позволит правильно определить параметры отбойки блока - расход ВВ по скважинам, очередность взрывания и т. д. При добыче и переработке руды это способствует более рациональному использованию недр, сокращению затрат на единицу продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Козин В.З.* Опробование и контроль технологических процессов обогащения. – М.: Недра, 1985, 294 с.
2. *Попов К.Н., Шкурнов И.К.* Физико–механические испытания строительных материало. -М.: Высшая школа, 1989. –239 с.
3. *Иванов Ф.М., Крылов В.В.* Физико–механические испытания цементов. – М., Высшая школа, 1972, 192 с.
4. *Ржевский В.В., Новик Г.Я.* Основы физики горных пород, - М., Недра, 1984, 359 с.
5. *Шестаков Ю.Г.* Математические методы в геологии. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1988.-208 с.

Коротко об авторах

Чихачев Олег Михайлович – аспирант, кафедра «Разрушение горных пород взрывом», Московский государственный горный университет.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ГУЛЯЕВ Николай Юрьевич	Сдвижения земной поверхности в регионах с интенсивной техногенной нагрузкой на недра	25.00.16	к.т.н.