Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVIII, вып. 1, 1963 г.

УДК 622.831.001.5

ИССЛЕДОВАНИЕ НА МАЛЫХ ОБРАЗЦАХ СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Н. А. Чемоданов

Определение механических свойств массива горных пород в натурных условиях — сложная и пока неразрешенная проблема. Поэтому при решении практических задач в качестве характеристики прочности горных пород используются показатели временного сопротивления одноосному сжатию и растяжению, полученные в результате испытания образцов этих пород, отбираемых из наиболее характерных мест массива. Однако при этом возникает вопрос о правомерности экстраполяции результатов лабораторных испытаний образцов на массивы горных пород.

Существующие методики отбора проб, изготовления и испытания образцов, заимствованные из практики испытания строительных материалов, предусматривают исследования прочностных характеристик на образцах однородных и монолитных, по возможности не имеющих включений и видимых трещин. Следствием этого являются завышенные показатели механических свойств пород в массиве, которые в действительности неоднородны, разбиты трещинами, содержат прослойки, включения и другие нарушения структуры.

Изучение влияния трещиноватости на механические характеристики пород (масштабного фактора — по терминологии ИГД АН СССР [1]) на образцах правильной формы с различными линейными размерами привело к противоречивым результатам, так как большинство исследований проведено на природных материалах со свойственными им скрытыми дефектами структуры, на образцах, практически соизмеримых по величине. Линейные размеры образцов изменялись лишь в пределах 10—20 раз. Дальнейшее расширение диапазона линейных размеров образцов вряд ли оправдается ожидаемыми результатами. Наши исследования механических свойств пород Норильского месторождения определяли пределы прочности на сжатие и растяжение, модуль упругости и коэффициент Пуассона, главные разрушающие напряжения при объемном сжатии. Устанавливалось влияние на прочность пород трещиноватости, слоистости и присутствия включений (углистых, глинистых, песчанистых). Было отобрано и испытано более 100 проб горных пород, вмещающих угольные пласты I—IV Тунгусской свиты. Исследования проводились методом соосных пуансонов, разработанным Б. В. Матвеевым (ВНИМИ). Для испытаний использовались керны разведочных буровых скважин диаметром 40—100 *мм* [2].

В отличие от существующих методик, наиболее слабые или трещиноватые керны перед разрезкой на диски заключались в оболочку из

цементного раствора. Оболочка сохранялась на всех стадиях обработки образцов и снималась непосредственно перед испытаниями. Керны разрезались на диски алмазной дисковой пилой. Окончательная шлифовка и доводка параллельности плоскостей дисков осуществлялась на плоско-шлифовальном станке при малых скоростях подачи магнитного стола и абразивного круга. Одновременно обрабатывалось до 20 образцов. Серия образцов приклеивалась легкоплавким составом (канифоль и воск 1 : 1) к тщательно отшлифованной стальной пластинке, которая удерживалась на магнитном столе станка с помощью электромагнита. Непараллельность плоскостей и отклонения в толщине не превышали 0,01 *мм* для всех образцов одной серии.

Испытания проводились на 5-тонной универсальной испытательной машине типа УП-5 с постоянной скоростью нагружения. На сжатие и растяжение испытано 625 образцов, которые отражают типичные структурные особенности пород (трещиноватость, слоистость, однородность материала). Результаты исследований сведены в таблицу.

Пределы прочности основных типов пород Норильского угольного месторождения [1]

Порода	Место взятия пробы	Предел прочности породы, *кг/см²*				Уменьшение прочности трещиноватых пород, %	
		плотной		трещиноватой			
		на сжатие	на растяжение	на сжатие	на растяжение	на сжатие	на растяжение
Диабаз андезиновый	Основная кровля пласта II	1275	90	882	—	69,1	—
Порфирит лабрадоровый		1756	122	926	20	52,8	16,4
Алевролит мелкозернистый		750	47	580	36	77,3	76,7
Алевролит крупнозернистый песчанистый		1047	84	575	24	55,0	28,6
Аргиллит	Кровля пласта III	406	—	198	—	48,7	—
Песчаник среднезернистый		1495	101	690	58	48,4	57,4
Песчаник мелкозернистый тонкослоистый		1542	113	554	43	35,9	38,1
Алевролит мелкозернистый	Кровля пласта IV	1212	81	902	44	74,4	54,3
Песчаник мелкозернистый темно-серый		1472	96	904	65	61,4	67,7
То же, глинистый		1009	68	692	37	63,5	54,4
То же, углистый		737	58	382	30	51,8	51,7
Песчаник среднезернистый светло-серый		1217	84	777	62	63,9	73,8
Песчаник крупнозернистый светло-серый		938	63	804	62	85,7	98,3
То же, углистый		665	52	408	31	61,4	50,6
Песчаник среднезернистый, серый, слабоустойчивый	Кровля пласта VI	763	62	630	42	82,5	67,7
То же, углистый		742	51	547	43	73,8	84,3
Песчаник среднезернистый темно-серый		1173	84	781	49	65,5	58,4
Песчаник крупнозернистый светло-серый		810	60	625	47	77,2	78,3

[1] Средние данные

Изучение механических свойств и влияния трещиноватости на прочность горных пород позволяет сделать следующие выводы.

1. Изучать влияние трещиноватости можно на образцах малых размеров, принятых при обычных методах испытаний, соблюдая подобие структуры образца массиву пород.

2. Прочность пород, однородных по минералогическому составу, возрастает при уменьшении размеров составляющих их зерен: мелкозернистые песчаники с размером зерен 0,1—0,2 *мм* в 1,1—1,5 раза прочнее среднезернистых (0,2—0,5 *мм*) и в 1,5—2 раза прочнее крупнозернистых (зерно более 0,5 *мм*).

3. Присутствие более слабых прослойков, включений и трещин резко снижает прочность пород. Например, прослойки и включения глинистого материала снижают пределы прочности песчаников на растяжение и сжатие на 25—35%, углистого материала — на 18—50%. Трещиноватость снижает пределы прочности пород на сжатие на 15—65%, на растяжение — до 85%.

4. При решении практических задач горного дела (расчеты устойчивости целиков, обнажений и т. п.) и моделировании методом эквивалентных материалов необходимо учитывать структурные особенности и трещиноватость пород, вводя соответствующие поправочные коэффициенты, определяемые опытным путем по предлагаемой методике.

5. Методику исследования влияния масштабного фактора на малых образцах можно использовать для изучения влияния, например, влажности и сил смерзания трещиноватых коренных пород в зонах многолетней мерзлоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильницкая Е. И. Влияние масштабного фактора на прочностные свойства горных пород. Сб. «Физико-механические свойства, давление и разрушение горных пород». Вып. 1. Изд-во АН СССР, 1962.
2. Матвеев Б. В. Механические испытания горных пород методом соосных пуансонов. Углетехиздат, 1957.