

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЖАТИЮ И РАЗРЫВУ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ПОРОД УРОПСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В. Е. ОЛЬХОВАТЕНКО, Б. Л. ПЕТРИ, Н. С. РОГОВА

(Представлена кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии)

Уропское каменноугольное месторождение Кузбасса является одним из перспективных для разработки открытым способом. В геологическом строении месторождения принимают участие породы средней перми, ниже-верхнеюрского и четвертичного возраста, которые окажутся в бортах проектируемых карьеров.

Четвертичные отложения представлены глинами и суглинками, а по долинам рек аллювиальными песками и галечниками. Среди пород перми и юры наибольшим распространением в разрезе пользуются песчаники и алевролиты, значительно меньшим — аргиллиты. Прочность обломочных цементированных пород существенно зависит от состава цемента. В пределах месторождения наряду со среднепрочными породами широким распространением пользуются прочные песчаники с карбонатным и кремнеземистым цементом. Важными показателями при оценке прочности и устойчивости скальных и полускальных пород являются временное сопротивление сжатию и разрыву. Определение временного сопротивления сжатию песчаников и алевролитов Уропского месторождения проводилось на образцах правильной цилиндрической формы с соотношением высоты к диаметру, равным единице [1, 3, 4].

Для определения временного сопротивления разрыву пород в настоящее время применяются различные методы, подробная характеристика которых приведена в работе И. А. Турчанинова, Р. В. Медведева, В. И. Панина [4]. В нашем случае временное сопротивление разрыву определялось методом диаметрального сжатия образцов и раскалывания клиньями. Результаты исследований приведены в табл. 1 и на рис. 1. Ниже приводится характеристика физико-механических свойств песчаников и алевролитов Уропского месторождения.

Песчаники юры и перми характеризуются близкими значениями удельных весов, варьирующих в пределах 2,49—2,78 г/см<sup>3</sup>. Объемные

## Инженерно-геологические свойства некоторых типов пород Урупского месторождения

№ п. п.	Характеристики	Размерность	Типы пород		
			песчаники юры	песчаники перми	алевролиты перми
1	Удельный вес	г/см <sup>3</sup>	$\frac{2,49-2,75}{2,68}$	$\frac{2,63-2,78}{2,70}$	$\frac{2,65-2,73}{2,70}$
2	Объемный вес	г/см <sup>3</sup>	$\frac{1,88-2,62}{2,35}$	$\frac{2,20-2,54}{2,35}$	$\frac{2,32-2,46}{2,38}$
3	Влажность	%	$\frac{1,11-15,60}{5,96}$	$\frac{3,06-13,20}{5,73}$	$\frac{4,82-7,78}{6,14}$
4	Пористость	%	$\frac{3,84-34,10}{22,45}$	$\frac{10,44-23,71}{16,77}$	$\frac{14,28-19,70}{17,08}$
5	Коэффициент пористости		$\frac{0,04-0,72}{0,27}$	$\frac{0,13-0,52}{0,22}$	$\frac{0,11-0,24}{0,19}$
6	Степень влажности		$\frac{0,61-1,0}{0,90}$	$\frac{0,62-1,0}{0,84}$	$\frac{0,77-1,0}{0,85}$
7	Временное сопротивление сжатию	кг/см <sup>2</sup>	$\frac{16,1-905,0}{255,7}$	$\frac{32,7-773,0}{273,3}$	$\frac{68,5-168,0}{120,08}$
8	Временное сопротивление разрыву	кг/см <sup>2</sup>	$\frac{7,25-86,8}{34,57}$	$\frac{1,05-68,9}{31,24}$	$\frac{1,45-15,5}{7,81}$
9	Угол внутреннего трения	град.	$\frac{25^{\circ}-41^{\circ}}{36^{\circ}}$	$\frac{26^{\circ}-49^{\circ}}{41^{\circ}}$	—
10	Сцепление	кг/см <sup>2</sup>	$\frac{5,1-165,5}{64,2}$	$\frac{5-125}{60,8}$	$\frac{12,5-41,0}{26,0}$

Примечание. Исследовано песчаников юры 26, песчаников перми 42, алевролитов перми 6.

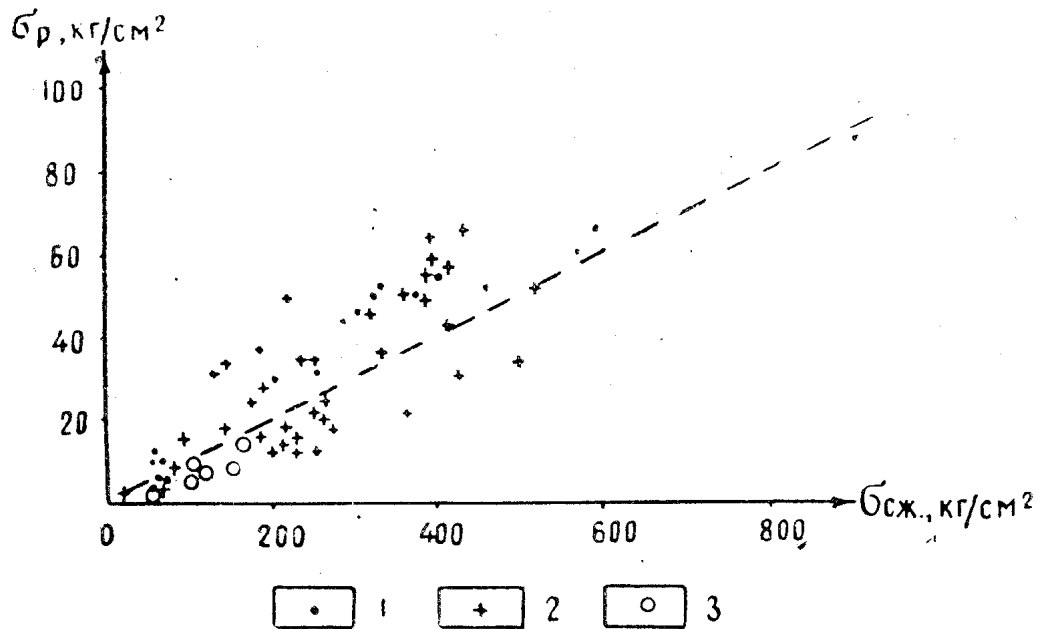


Рис. 1. Зависимость между временным сопротивлением сжатию и разрыву пород Урупского месторождения: 1 — песчаники юры, 2 — песчаники перми, 3 — алевролиты перми

веса описываемых пород также близко совпадают и в среднем равны  $2,35 \text{ г/см}^3$ . Влажность песчаников юры колеблется от 1,11 до 15,6%, а песчаников перми—от 3,06 до 13,20%, при среднем значении степени влажности соответственно 0,90, 0,84. Пористость пород изменяется от 3,84 до 34,10% (табл. 1). Физические свойства алевролитов, как видно из табл. 1, существенно не отличаются от свойств песчаников. Удельный вес алевролитов  $2,65—2,73 \text{ г/см}^3$ , объемный вес  $2,32—2,46 \text{ г/см}^3$ , влажность  $4,82—7,78\%$ , пористость  $14,28—19,70$ .

Исследование прочностных характеристик показало, что временное сопротивление сжатию пород изменяется от 16,1 до 905  $\text{кг/см}^2$ , а сопротивление разрыву колеблется от 1,05 до 86,8  $\text{кг/см}^2$ .

По результатам исследований на одноосное сжатие и растяжение были рассчитаны огибающие кругов Мора, построены паспорта прочности и определены углы внутреннего трения и сцепления пород. Как видно из табл. 1, углы внутреннего трения песчаников колеблются от  $25^\circ$  до  $49^\circ$ , сцепление в монолитных образцах  $5,0—165,5 \text{ кг/см}^2$ . Полученные значения сцепления в монолитных образцах будут отличаться от сцепления пород в массиве. Для учета возможного снижения сцепления в бортах карьеров обычно определяется коэффициент структурного ослабления. Для пород Уропского месторождения этот коэффициент, вычисленный по методике Всесоюзного научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), оказался равным 0,03. Последний необходимо учитывать при оценке устойчивости бортов проектируемых карьеров.

Анализ выполненных исследований показал, что между временным сопротивлением сжатию ( $\sigma_{сж}$ ) и сопротивлением разрыву ( $\sigma_p$ ) существует тесная зависимость, описываемая уравнением  $\sigma_p = 0,1\sigma_{сж}$ .

Это позволяет вести определение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний на одноосное сжатие. Последнее даст возможность сравнительно быстро и с достаточной точностью определять достоверные показатели угла внутреннего трения и сцепления пород, необходимые для расчета устойчивости бортов карьеров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Протодьяконов. Метод определения прочности горных пород на одноосное сжатие. В сб.: «Мех. свойства горных пород». Изд. АН СССР, 1963.
2. М. М. Протодьяконов, Н. А. Кудря. Экспресс-метод определения временного сопротивления сжатию и модуля упругости горных пород М., Изд. ИГР АН СССР, 1962.
3. М. М. Протодьяконов и др. Паспорта прочности горных пород и методы их определения. М., «Наука», 1964.
4. И. А. Турчанинов, Р. В. Медведев, В. И. Панин. Современные методы комплексного определения физических свойств горных пород. Изд. «Недра», 1967.
5. Г. Л. Фисенко. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. Изд. «Недра», 1965.