

**НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД
ВСКРЫШНОЙ ТОЛЩИ БЕРЕЗОВСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Н. С. РОГОВА, В. Н. ПУЛЯЕВ

(ПРЕДСТАВЛЕНА НАУЧНЫМ СЕМИНАРОМ КАФЕДРЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ)

Изучение закономерностей изменения показателей физико-механических свойств пород часто необходимо в познании условий формирования прочности пород, в прогнозе их устойчивости и деформируемости в основаниях сооружений, в выборе более экономичных методов исследований и т. д. Все эти вопросы требуют своего решения при инженерно-геологических исследованиях месторождений твердых полезных ископаемых, подготавливаемых к разработке открытым способом. В частности, на площади Канско-Ачинского бурого угольного бассейна намечено строительство целого ряда крупных углеразрезков и дальнейшая подготовка участков и месторождений к разработке карьерами. Многие месторождения аналогичны, расположены в брахисинклинальных структурах, выполненных юрскими и нижнемеловыми полускальными породами и перекрытых четвертичными отложениями. Породами вскрыши служат чаще всего алевролиты, песчаники и аргиллиты. В этой связи представляется полезным рассмотреть некоторые закономерности изменения физико-механических свойств пород наиболее крупных месторождений. К их числу, прежде всего, следует отнести Березовское с запасами бурого угля более 32 млрд. тонн.

Детальные исследования физико-механических свойств пород позволили выявить ряд закономерностей изменения этих свойств. Для оценки влияния отдельных факторов и степени изменчивости физико-механических свойств пород нами использован метод корреляционного анализа. Основными задачами корреляционного анализа применительно к вопросам изменчивости физико-механических свойств и зависимости между ними являются определение тесноты связи между переменными и формы зависимости, т. е. выяснение функции $y=f(x)$.

Для установления тесноты связи между переменными использовались коэффициент корреляции и корреляционное отношение. Все расчеты, связанные с определением последних, были запрограммированы и выполнялись с помощью электронно-вычислительной машины Минск-1. Обработка имеющегося фактического материала с использованием корреляционного анализа позволила установить качественную и количественную зависимость между некоторыми показателями.

В породах Березовского и других месторождений бассейна цемента многих полускальных пород являются глинистые, карбонатные, реже железистые вещества, что подчеркивается химическими, электронно-микроскопическими, термическими и рентгено-структурными исследованиями этих пород. Замечено, что увеличение прочности связано с повышением карбонатности пород. В результате исследований для по-

род Березовского месторождения получена линейная зависимость между временным сопротивлением пород раздавливанию и карбонатностью. Ее математическое выражение $\sigma_{сж} = 125K$, где $\sigma_{сж}$ — временное сопротивление раздавливанию в t/m^2 , K — карбонатность.

Влияние гравитационного уплотнения на свойства пород часто оценивают по изменению плотности, реже прочности, с глубиной. В нашем случае при исследованиях зависимости плотности (объемного веса скелета) от глубины их залегания были получены очень низкие значения коэффициента корреляции. Так, у песчаников он равен 0,17, у алевролитов и аргиллитов соответственно — 0,14 и 0,06 (табл. 1), т. е. в пределах исследованных глубин современное гравитационное уплотнение естественно не оказывает существенного влияния на плотность пород месторождения.

Таблица

Корреляционная таблица для пород Березовского месторождения

Типы пород	Зависимости	N	r	$\eta_{x/y}$	$\eta_{y/x}$	Характер связи
Песчаники	$\delta = f(W)$	114	-0,49	0,57	0,50	линейная
	$\delta = f(H)$	119	+0,17	0,43	0,31	нелинейная
	$C = f(W)$	92	-0,30	0,41	0,46	линейная
	$C = f(\delta)$	93	0,072	0,18	0,37	нелинейная
Алевролиты	$\delta = f(W)$	123	-0,64	0,71	0,67	линейная
	$C = f(H)$	73	0,10	0,59	0,36	нелинейная
	$C = f(\delta)$	68	0,30	0,48	0,41	линейная
	$C = f(W)$	70	-0,21	0,48	0,24	линейная
	$\delta = f(H)$	22	0,14	0,26	0,25	нелинейная
Аргиллиты	$C = f(H)$	67	0,042	0,50	0,53	нелинейная
	$C = f(\delta)$	65	0,37	0,44	0,47	линейная
	$C = f(W)$	66	-0,26	0,39	0,42	линейная
	$\delta = f(W)$	101	-0,77	0,78	0,82	линейная
	$\delta = f(H)$	105	0,06	0,32	0,51	нелинейная

Примечание. N — количество точек наблюдений;
 δ — объемный вес скелета пород;
 C — сцепление;
 W — влажность;
 r — коэффициент корреляции;
 H — глубина залегания породы;
 $\eta_{x/y}$, $\eta_{y/x}$ — корреляционное отношение

Для Березовского месторождения наблюдается четкая закономерность, с повышением плотности пород влажность уменьшается. Причем, как и следовало ожидать, наибольшая теснота связи между этими показателями наблюдается у глинистых пород. Полученные зависимости для каждого типа пород имеют следующее математическое выражение:

для песчаников $\delta = 1,95 - 0,01W$ при $r = -0,49$;
 для алевролитов $\delta = 1,99 - 0,01W$ при $r = -0,64$;
 для аргиллитов $\delta = 2,19 - 0,025W$ при $r = -0,77$,
 где δ — плотность пород, t/m^2 , W — влажность, %.

Большое влияние на прочность пород месторождения оказывает их влажность. С увеличением влажности понижается их прочность.

Между сцеплением пород и влажностью также наблюдается прямолинейная связь. Математическое выражение этих зависимостей имеет вид:

для песчаников $C = 9,52 - 0,31W$ при $r = -0,30$;
 для алевролитов $C = 8,40 - 0,20W$ при $r = -0,21$;
 для аргиллитов $C = 11,66 - 0,34W$ при $r = -0,26$,

где C — сцепление в t/m^2 , W — влажность. С уменьшением влажности сцепление у пород увеличивается.

Одновременно выявлена закономерность в изменении сцепления от плотности глинистых пород. С повышением плотности пород сцепление увеличивается. Математическое выражение зависимости имеет вид:

для алевролитов $C=0,98-1,0$ при $r=0,30$;

для аргиллитов $C=12,58-16,1$ при $r=0,37$,

где C — сцепление, t/m^2 , r — коэффициент корреляции.

Для песчаников линейной зависимости между этими переменными не наблюдается, однако не исключено, что она имеет криволинейный характер.

При определении временного сопротивления пород раздавливанию установлено, что для пород с высокими значениями $\sigma_{сж}$ характерны, как правило, низкие значения влажности. Зависимость между этими переменными имеет криволинейный характер, для песчаников она выражается $\sigma_{сж} = \frac{3668}{W} - 168$, для алевролитов $\sigma_{сж} = \frac{6226}{W} - 204,4$, для аргиллитов $\sigma_{сж} = \frac{5500}{W} + 50$, где $\sigma_{сж}$ — временное сопротивление пород раздавливанию в t/m^2 , W — влажность, %.

Таким образом, используя корреляционный анализ, мы получили представление о характере связи между показателями отдельных физико-механических свойств. Установленные зависимости представляют практический интерес, так как позволяют с достаточной точностью и при небольших затратах труда прогнозировать физико-механические свойства расчетным путем.

Породы	$\sigma_{сж}$	W	r	C
песчаники	100	10	0,30	3668
алевролиты	200	20	0,30	6226
аргиллиты	300	30	0,37	5500

Литература: 1. Методы корреляционного анализа. 2. Физико-механические свойства пород. 3. Влияние влажности на прочность пород.

Для песчаников $\sigma_{сж} = \frac{3668}{W} - 168$, для алевролитов $\sigma_{сж} = \frac{6226}{W} - 204,4$, для аргиллитов $\sigma_{сж} = \frac{5500}{W} + 50$.

Математическое выражение зависимости имеет вид: $C = 0,98 - 1,0$ при $r = 0,30$; $C = 12,58 - 16,1$ при $r = 0,37$.

где C — сцепление, t/m^2 , r — коэффициент корреляции.