

3. **Правила** охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. — М.: Недра, 1981. — 288 с.

4. Кулибаба С.Б. Прогноз сдвижений и деформаций подрабатываемого породного массива // Уголь Украины, 2000. — № 1. — С. 41–43.

© Кулибаба С.Б., 2002

УДК 622.023.23

ГАВРИЛЕНКО Ю.Н., ЕРМАКОВ В.Н., ФЕОФАНОВ А.Н. (ДонНТУ)

ПРОЧНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД В ЗОНЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ КАРБОНА

Основной предпосылкой активизации процессов сдвижения над старыми горными выработками, пройденными на малой глубине, являются сохранившиеся в них пустоты [1]. Спровоцировать указанные процессы может изменение гидрогеологических условий: затопление или осушение выработок [2]. Для оценки устойчивости выработок и возможности их активизации необходимо, прежде всего, знать свойств пород. Массив горных пород над старыми выработками либо полностью располагается в зоне выветривания, либо примыкает к ней. Изучение физико-механических свойств пород в этой зоне практически не выполнялось. Поэтому целью данной работы является исследование и анализ прочностных свойств пород в верхней части карбона, их изменения с глубиной и при увлажнении.

Для этих целей были использованы материалы инженерно-геологических исследований вдоль трассы строительства Донецкого метрополитена в Пролетарском, Буденовском, Калининском и Ворошиловском районах. Буровые работы и лабораторные исследования физико-механических свойств пород выполнялись Донецким филиалом УкрвостокГИИТИЗа в 1987–1990 гг. Всего было пробурена 21 скважина. Участок исследований характеризуется пологим залеганием пород с углами падения от 10 до 18°. Отложения карбона, включающие, в основном, пласты марки углей К, перекрыты наносами мощностью от 2,5 до 15–20 м. Зона активного выветривания распространяется до глубины 50–85 м. Интервал глубин, с которых были отобраны образцы для определения физико-механических свойств, составляет от 5 до 87 м. Таким образом, исследована практически вся зона выветривания.

Все отобранные и испытанные образцы пород были сгруппированы по типам пород, по степени выветрелости и степени трещиноватости. Всего к анализу приняты 8 групп пород, которые условно названы слоями (табл. 1).

Первые три группы (слоя) представляют глинистые разновидности пород. Следующие три группы — это различные состояния песчаников. Седьмая группа — известняки, содержание которых в массиве относительно невелико, а мощности на участке исследований составляют 3–4 м. Особо следует остановиться на породах, включенных в слой 20. Это алевролиты, аргиллиты и песчаники, извлеченные из зон тектонических нарушений. Известно, что зоны тектонических нарушений представляют собой зоны повышенной трещиноватости или широкие трещины с глинистым заполнителем. В таких зонах снижается прочность даже для малых обломков пород. Исследования пород этой группы выполнялось для отдельных относительно прочных кусков керна.

Табл. 1. Результаты исследований предела прочности на одноосное сжатие для пород верхней части карбона

№ слоя	Наименование и характеристика пород	Число испытанных	Интервал глубин, м	Значение предела прочности на одноосное сжатие,		% потери прочности
				R_c МПа	R_g	
13	Аргиллиты тонкослоистые, сильнотрещиноватые, сильновыветрелые	86	5-75	$\frac{0-11}{1,8}$	$\frac{0-2}{0,6}$	67
14	Аргиллиты, алевролиты выветрелые, трещиноватые	143	10-73	$\frac{0-30}{5,6}$	$\frac{0-10}{2,2}$	61
14а	Аргиллиты, алевролиты слабовыветрелые	35	9-72	$\frac{0,5-53}{14,8}$	$\frac{4-15}{8,5}$	42
16	Песчаники мелкозернистые, трещиноватые, сильновыветрелые	42	8-68	$\frac{2-14}{4,4}$	$\frac{1-7}{2,7}$	38
17	Песчаники мелкозернистые, трещиноватые	91	5-67	$\frac{4-31}{12,2}$	$\frac{3-21}{9,5}$	22
17а	Песчаники мелкозернистые, слабовыветрелые	24	12-87	$\frac{14-35}{22,8}$	$\frac{12-27}{19,4}$	15
18	Известняки серые, трещиноватые	9	18-51	$\frac{17-33}{24,3}$	$\frac{15-30}{21,7}$	11
20	Алевролиты, аргиллиты, песчаники в зонах тектонических нарушений	86	7-75	$\frac{0-21}{4,9}$	$\frac{0-19}{4,1}$	26

Примечание: В колонках R_c и R_g в числителе указаны пределы изменений пределов прочности, а в знаменателе — средние значения

На отобранных из скважин образцах горных пород определялся предел прочности на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии — R_c и в водонасыщенном состоянии — R_g . Образцы, предназначенные для испытаний в воздушно-сухом состоянии, высушивали на воздухе до тех пор, пока разница между двумя последовательными взвешиваниями не превышала 0,5 г. Образцы, используемые для испытаний в водонасыщенном состоянии, постепенно насыщали водой. Процесс насыщения считался законченным, когда приращение веса образца за сутки становилось менее 1 г. Испытания выполнялись на прессе СП-59. Между плитами пресса и торцами образца помещались стальные прокладки.

Средние значения пределов прочности пород на одноосное сжатие для каждой группы в сухом и влажном состоянии приведены в табл.1. Там же указано число испытанных для каждой группы, интервал глубин, с которых были отобраны образцы, диапазон колебаний исследуемых величин. По средним величинам пределов прочности в сухом и водонасыщенном состоянии был вычислен процент потери прочности при увлажнении образцов — $\frac{(R_c - R_g)}{R_c} 100\%$.

Из анализа результатов, приведенных в табл.1, следует, что породы в зоне выветривания характеризуются значительно меньшей прочностью, нежели более глубоко залегающие слои. Так, по данным С.И.Малинина [3], пределы прочности на одноосное сжатие пород до глубины 200 м в районах распространения коксовых углей составляют: 19 МПа для глинистых пород; 26 МПа для неслоистых алевролитов и 28 МПа для мелкозернистых песчаников.

При водонасыщении наибольшая потеря прочности наблюдается у глинистых пород, которая составляет от 40 до 70% (см.табл.1). У песчаников потеря прочности при увлажнении меньше (от 15 до 38%) и зависти от степени выветрелости и трещиноватости. Прочность известняков в сухом и влажном состоянии практически одинакова. Небольшая потеря прочности для пород, извлеченных из зоны тектонических нарушений, объясняется тем, что для испытаний были взяты отдельные связанные части керна.

Подобные исследования, выполненные для пород невыветрелой части карбона [3], показали, что потеря прочности у аргиллитов и алевролитов составляет 18–35%, у песчаников — 12–22%, а у известняков 5–15%. Сравнение с этими данными свидетельствуют о том, что потеря прочности для глинистых пород зоны выветривания увеличивается почти в 2 раза, у песчаников в 1,5 раза.

Интересен тот факт, что прочность слабо предел прочности слабыветрелых аргиллитов и алевролитов (слой 14 а) в сухом состоянии выше, нежели у сильновыветрелых и трещиноватых песчаников (слои 16 и 17). Вместе с тем, снижение прочности у них при водонасыщении выше. Следует отметить также относительно высокое снижение прочности при увлажнении пород сильновыветрелых песчаников (слой 16), которое примерно равно этому показателю для пород слоя 14 а.

Для всех групп и обоих состояний пород выполнена оценка изменения пределов прочности с глубиной. Была осуществлена попытка нахождения линейной связи между этими параметрами в виде зависимости

$$R_{c(s)} = a + b \cdot H,$$

где a и b — коэффициенты связи; H — глубина, выраженная в метрах.

Найденные коэффициенты данного уравнения, коэффициенты корреляции и средние квадратические отклонения экспериментальных точек от найденной прямой приведены в табл.2.

Табл. 2. Исследование зависимости пределов прочности от глубины

№ слоя	Состояние образца	Коэффициенты в уравнении		Коэффициент корреляции	Средне квадратическое отклонение, мПа
		a	b		
13	Сухой	1,13	0,03	0,17	2,0
	Влажный	0,26	0,01	0,31	0,5
14	Сухой	3,20	0,07	0,20	4,7
	Влажный	1,71	0,01	0,12	2,2
14а	Сухой	8,90	0,14	0,27	9,3
	Влажный	6,69	0,04	0,23	3,5
16	Сухой	4,67	-0,01	0,05	2,8
	Влажный	2,53	0,01	0,08	1,7
17	Сухой	12,02	-0,01	0,03	5,0
	Влажный	10,46	0,03	0,13	3,6
17а	Сухой	23,46	-0,02	0,07	5,7
	Влажный	19,33	0,02	0,01	4,4
18	Сухой	18,82	0,18	0,40	5,8
	Влажный	17,55	0,13	0,42	4,9
20	Сухой	0,09	0,13	0,40	4,9
	Влажный	0,08	0,10	0,35	4,1

Полученные результаты показывают, что для всех разновидностей песчаников нет оснований говорить о наличии указанной связи, т.к. коэффициенты корреляции

очень низкие (0,01–0,13). Таким образом, можно считать, что прочность песчаников в диапазоне глубин от 5 до 70 м практически не зависит от глубины как для образцов в сухом, так и в водонасыщенном состоянии.

Наибольшая связь прочностных свойств с глубиной отмечается у слабывветрелых аргиллитов и алевролитов, известняков и пород зон тектонических нарушений (коэффициенты корреляции в этих случаях составляют 0,25–0,42).

Полученные данные могут быть использованы при оценке устойчивости сохранившихся пустот в старых горных выработках на малых глубинах, при определении уровней затопления закрывающихся шахт, а также при определении рисков, связанных с активизацией процессов сдвижения.

Библиографический список

1. Гавриленко Ю.Н., Феофанов А.Н. Оценка современного состояния старых горных выработок на малых глубинах // Изв. Донецкого горного института, 2001. — № 2. — С. 87–91.
2. Гавриленко Ю.Н., Улицкий О.А., Шиптенко А.В. Об условиях образования провалов на земной поверхности над горизонтальными и наклонными выработками // Проявление горного давления: Сб. науч. тр. №3. — Донецк, 1999. — С. 110–115.
3. Малинин С.И. Геологические основы прогноза поведения пород в горных выработках. — М.: Недра, 1970. — 192 с.

© Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Феофанов А.Н., 2002

УДК 622.243

КАЛИНИЧЕНКО О.И. (ДонНТУ), ЗЫБИНСКИЙ П.В. (ЗАО «Компания «Юговостокгаз»)

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПРОБООТБОРНИКОВ С ГИДРОВРАЩАТЕЛЬНЫМ ПРИВОДОМ ДЛЯ БУРЕНИЯ МЕЛКИХ ПОДВОДНЫХ СКВАЖИН

На современном этапе развития геологоразведочных работ и геологических исследований в нашей стране отмечаются крупные достижения по созданию высококоразвитой техники и эффективной технологии однорейсового бурения мелких скважин в осадочном комплексе морского шельфа. По данным [5, 7] созданные в ДонНТУ легкие автономные установки (ЛТС) типа УГВП и ПУВБ обеспечивают рентабельную и производительную однорейсовую проходку скважин глубиной до 10 м в осадках I–IV категорий по буримости. Однако на малом интервале разреза скважины в условиях резкого перехода легких грунтов (илы, пески, мягкопластичные глины и др.) в породы средней твердости и твердые (V–VII категории) применение таких ЛТС реализующих преимущественно ударно-вибрационное погружение бурового снаряда в породу становится не эффективным [7].

Для отмеченных горно-геологических условий перспективным направлением расширения области использования ЛТС является создание новых типов морских пробоотборников обеспечивающих вращательный способ разрушения горных пород. Этот способ отличается низкой энерго- и металлоемкостью, высокой производительностью и универсальностью [8]. Отечественные и зарубежные авторы первых проектов погружных колонковых вращательных пробоотборников (ПКВП) подчеркивают целесообразность применения в качестве привода вращательного пробоотборника турбобуров, относящихся к группе гидродинамических двигателей и винтовых двигателей, являющихся наиболее известными в группе гидростатических ма-