

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
БЕРЕЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Ю. А. УСЫНИН

(Представлена научным семинаром кафедры гидрогеологии и инженерной геологии)

В развитии производительных сил Восточной Сибири одной из важнейших задач является освоение Березовского бурогоугольного месторождения Канско-Ачинского бассейна. На его площади будут заложены крупнейшие карьеры производительностью 40—50 млн. тн. в год. Разведка на площади месторождения проводилась с 1959 г. Красноярским геологическим управлением, причем к настоящему времени детально разведана западная часть месторождения. Березовское месторождение расположено в Красноярском крае и частично в Кемеровской области. Основной геологической структурой района Березовского месторождения является Березовская мульда, сложенная до глубины 400—500 м полускальными юрскими и меловыми породами, перекрытыми четвертичными отложениями, и имеющая длина примерно 100 км и ширину 20 км. Промышленное значение имеет угленосная подсвита итатской свиты средней юры, вмещающая мощный 40—70 м Березовский пласт бурого угля и представленная чередованием пластов алевролитов, аргиллитов, песчаников и бурого угля. Мульдообразная структура с моноклиналим залеганием и чередованием песчано-глинистых слабосцементированных пород в крыльях структуры способствуют формированию напорных подземных вод. Основными водоносными горизонтами являются первый, приуроченный к песчаникам вскрыши, второй, приуроченный к пласту Березовскому, и третий, приуроченный к песчаникам, залегающим ниже угольного пласта.

Кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института под руководством доцента Ф. П. Нифантова были проведены инженерно-геологические исследования на площади западной части месторождения. Целью инженерно-геологических исследований было изучение физико-механических свойств пород и определение устойчивости откосов рабочих бортов намечаемого первоочередного карьера. Работы проводились по методике, разработанной кафедрой [3]. Было пробурено 24 инженерно-геологические скважины метражом 2720 м с целью отбора монолитов для изучения физико-механических свойств пород. Инженерно-геологические скважины были пробурены по пяти разведочным линиям, равномерно распределенным по площади западной части месторождения. Из этих скважин отобрано 260 монолитов.

В лаборатории был проведен полный комплекс исследований физико-механических свойств пород, причем основное внимание уделялось

исследованиям сопротивления пород сдвигу. Кроме того, определялось временное сопротивление раздавливанию основных типов пород. Одновременно проводились исследования петрографического и минералогического состава всех типов пород методами петрографии, электронной микроскопии и термическими методами. На основании проведенных исследований получен большой фактический материал по физико-механическим свойствам. Для западной части Березовского месторождения была составлена инженерно-геологическая классификация (табл. 1).

Таблица 1

Инженерно-геологическая классификация пород западной части Березовского месторождения

№ п. п.	Геолого-генетические комплексы	Инженерно-геологические типы	Инженерно-геологические виды
I	Четвертичные отложения	1. Суглинки. 2. Глины. 3. Аллювиальные песчано-галечные отложения. 4. Илы. 5. Элювиальные отложения коры выветривания.	Глины, супеси, пески.
II	Горелые породы	6. Обожженные породы.	Обожженные аргиллиты, обожженные алевролиты, обожженные песчаники.
III	Обрушенные породы	7. Коренные породы, обрушенные в местах выгорания пласта Березовского	Обрушенные аргиллиты, обрушенные алевролиты, обрушенные песчаники.
IV	Юрские и меловые породы вскрыши	8. Алевролиты. 9. Аргиллиты. 10. Песчаники.	Среднеплотные, среднепрочные, крепкие, слабые. Среднепрочные, крепкие, слабые. Среднепрочные, крепкие, слабые.
V	Углистые породы	11. Углистые алевролиты. 12. Углистые аргиллиты. 13. Песчаники с углистыми прослоями.	
VI	Уголь бурый (пласт Березовский)	14. Уголь бурый.	Уголь среднепрочный, уголь сажистый
VII	Юрские породы, залегающие ниже пласта Березовского	15. Алевролиты. 16. Аргиллиты. 17. Песчаники.	По свойствам не разделяются.

Согласно классификации в толще отложений западной части месторождения до глубины 150—200 м выделяются семь геолого-генетических комплексов, различных по условиям формирования, составу и физико-

Основные инженерно-геологические свойства пород западной части Березовского месторождения

№ п. п.	Инженерно-геологические типы пород	Кол-во определений	$\gamma$	$\Delta$	$w$	$n$	$\epsilon$	$\varphi$	$c$
1	Суглинки	14	2,64—2,76	1,75—2,1	10,4—24,1	33,3—48,0	0,50—0,88	14—26	1,2—11,7
			2,71	1,95	18,1	39,4	0,65	21°50	4,8
2	Глины	19	2,65—2,75	1,87—2,14	11,9—24,4	33,1—44,4	0,5—0,8	15—26	1,0—9,6
			2,71	2,00	19,3	37,5	0,61	20°40	4,5
3	Алевриты вскрыши	36	2,63—2,72	1,87—2,23	5,2—22,1	22,4—42,8	0,29—0,75	18°30—36°50	1,25—20,3
			2,68	2,00	14,3	32,6	0,50	28°20	7,5
4	Аргиллиты вскрыши	36	2,47—2,78	1,86—2,26	6,8—32,3	23,0—47,2	0,29—0,89	12°40—28°50	1,0—16,5
			2,71	2,07	17,3	34,6	0,54	21°50	6,5
5	Песчаники вскрыши	30	2,62—2,78	1,76—2,17	5,6—21,3	24,0—42,1	0,31—0,73	23°30—36°50	1,0—15,5
			2,67	1,97	15,2	36,0	0,55	30°	4,9
6	Уголь бурый	47	1,4—1,53	1,14—1,26	27,3—52,4	27,1—53,1	0,33—1,0	25°35°	0,0—8,2
			1,47	1,21	39,0	41,6	0,70	30	4,05
7	Алевриты ниже почвы	9	2,48—2,72	1,99—2,19	8,6—15,6	25,2—33,7	0,34—0,52	21°50°35	4,0—11,2
			2,63	2,10	13,5	29,4	0,42	27°30	7,4
8	Аргиллиты ниже почвы	6	2,64—2,67	2,03—2,22	11,1—17,7	26,4—37,0	0,36—0,55	24—30	3,75—11,5
			2,65	2,11	14,4	32,2	0,46	25°50	8,1
9	Песчаники ниже почвы	12	2,64—2,70	1,81—2,13	6,3—25,5	24—46,2	0,32—0,86	24°30—31°30	0,0—8,2
			2,66	1,95	14,6	35,7	0,57	38°20	5,1

ПРИМЕЧАНИЕ:  $\gamma$  — удельный вес, т/м<sup>3</sup>;  $\Delta$  — объемный вес влажной породы, т/м<sup>3</sup>;  $w$  — влажность, %;  $n$  — пористость, %;  $\epsilon$  — коэффициент пористости;  $\varphi$  — угол внутреннего трения;  $c$  — сцепление, т/м<sup>2</sup>;  $\frac{25-30}{30}$  — сверху интервал колебаний характеристики, внизу — среднеарифметическое значение характеристики.

механическим свойствам. Каждый геолого-генетический комплекс подразделяется на инженерно-геологические типы по литологическому составу, структуре, текстуре и физико-механическим свойствам. В инженерно-геологических типах выделяются инженерно-геологические виды, различающиеся по прочностным свойствам.

Наиболее изученными в результате инженерно-геологических исследований оказались четвертичные глины и суглинки, юрские и меловые аргиллиты, алевролиты, песчаники, бурый уголь (пласт Березовский) и юрские алевролиты, аргиллиты, песчаники, залегающие ниже пласта, наиболее широко распространенные в западной части месторождения и составляющие 90—95% объема литологического разреза. Основные инженерно-геологические свойства этих пород сведены в табл. 2. Менее изучены аллювиальные песчано-галечные отложения илы, элювий коры выветривания, а также горелые и обрушенные коренные породы в связи с отсутствием монолитов из этих типов пород. Перечисленные породы слабо развиты в западной части месторождения и встречаются, в основном, на площади выхода угольного пласта под четвертичные отложения в самой южной части месторождения. В дальнейшем при строительстве и эксплуатации карьера необходимо поставить дальнейшие исследования этих слабо изученных пород.

Для каждого типа пород проводилась обработка частных значений показателей физико-механических свойств методами математической статистики и выбирались расчетные показатели для проведения предварительных расчетов устойчивости откосов рабочих бортов. В качестве расчетных показателей для объемных весов пород были приняты среднеарифметические значения, для коэффициентов внутреннего трения и сцепления нижние доверительные пределы при доверительной вероятности  $\Phi(t) = 0,95$ . При этом расчетные показатели оказались: для суглинков — угол внутреннего трения  $19^\circ$ , сцепление  $2,2 \text{ т/м}^2$ ; для глин — угол внутреннего трения  $19^\circ$ , сцепление  $3,2 \text{ т/м}^2$ ; для алевролитов вскрыши — угол внутреннего трения  $25^\circ$ , сцепление  $5 \text{ т/м}^2$ ; для аргиллитов вскрыши — угол внутреннего трения  $18^\circ 40'$ , сцепление  $4,0 \text{ т/м}^2$ ; для песчаников вскрыши — угол внутреннего трения  $27^\circ$ , сцепление  $2,9 \text{ т/м}^2$ ; для бурого угля — угол внутреннего трения  $29^\circ 40'$ , сцепление  $3,2 \text{ т/м}^2$ . Значения объемных весов приведены в табл. 2. Для откосов рабочих бортов были проведены предварительные расчеты общей устойчивости для глубин 115, 159 и 185 м способом Н. И. Голованова для многослойного массива и по схемам ВНИМИ [1, 2, 4]. Эти расчеты дали следующие устойчивые углы откосов для основных типов пород при коэффициенте запаса 1,1 и расчетных показателях при доверительной вероятности  $\Phi(t) = 0,95$ : для бурого угля —  $28^\circ$ , для надугольных аргиллитов  $18—25^\circ$ , для надугольных алевролитов —  $27—28^\circ$ , песчаников —  $27—29^\circ$ . Для неглубоко залегающих (до 30—40 м) слоев углы устойчивого откоса, вычисленные способом Н. И. Голованова, значительно увеличиваются, что объясняется спецификой способа расчета. В связи с этим для неглубоко залегающих (30—40 м) четвертичных и выветрелых юрских пород угол устойчивого откоса следует принимать согласно расчетам по схеме ВНИМИ не выше  $28^\circ$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Голованов. Устойчивость откосов земляных сооружений по теории предельного равновесия. Сб. трудов ИГД АН УССР, № 4 (13), 1956.
2. Ю. Н. М а л ю ш и ц к и й. Условия устойчивости бортов карьеров. Киев. Изд-во АН УССР, 1957.
3. Ф. П. Н и ф а н т о в. Некоторые вопросы методики инженерно-геологических исследований Канско-Ачинского бурогоугольного бассейна. Сб. «Материалы по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири». Изд-во Томского госуниверситета, 1964.
4. Г. Л. Ф и с е н к о. Устойчивость бортов угольных карьеров. Москва, Углетехиздат, 1956.