

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УРЮПСКОЙ ПЛОЩАДИ БЕРЕЗОВСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ф. П. НИФАНТОВ, В. Н. ПУЛЯЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры гидрогеологии и инженерной геологии)

Добыча угля открытым способом в Советском Союзе возрастает из года в год. Большие перспективы развития этого способа открываются на ряде месторождений Канско-Ачинского бассейна, где огромные запасы бурого угля сосредоточены в мощных пластах на небольших глубинах. В течение ближайших десятилетий разработку угля карьерами на многих разведанных месторождениях можно довести до нескольких сотен миллионов тонн по себестоимости 30—40 коп. за тонну. Эти условия имеются и на Урюпской площади, находящейся в северо-западной части Березовского месторождения, исследованной в инженерно-геологическом отношении в 1966—1967 гг. Ниже кратко освещаются результаты исследований, проведенных на стадии детальной разведки существенно с применением методов, разработанных на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического института [2, 3, 4, 5]. При этом способ совмещения разведочных и инженерно-геологических скважин, пройденных Итатской партией треста «Кузбассуглегеология», обеспечил сокращение инженерно-геологических выработок, сроков исследований и, таким образом, экономию в сумме более 20 тысяч рублей.

### Общие инженерно-геологические условия исследованной площади

Основной задачей инженерно-геологического изучения месторождений полезных ископаемых, подготавливаемых для открытой разработки, является выяснение всех инженерно-геологических условий и оценка устойчивости пород в бортах, отвалах и подошве карьеров с учетом изменения условий, свойств и устойчивости пород. При таком комплексном подходе количество факторов, действующих на условия разработки, всегда значительно. Поэтому в первую очередь обычно выясняются и учитываются основные факторы, всестороннее исследование и правильный учет которых позволяют выбрать наиболее простые и эффективные способы вскрытия и эксплуатации месторождения. В нашем случае из инженерно-геологических факторов наибольшее влияние на разработку угля карьерами окажут геологическое строение, водоносность вмещающих пород и угля, прочность и устойчивость всех типов пород и в меньшей степени рельеф, заболоченность, периодическая затопляемость южной части месторождения.



## Геологическое строение

В пределах площади исследований, составляющей около 100 кв. км, разведкой выявлена брахисинклиналь второго порядка, несколько вытянутая по меридиану и отделенная от основной Березовской синклинали структурным валом того же простирания, осложненным дизъюнктивами (рис. 1). Падение крыльев складки 3—6° и лишь на северо-востоке до 20°.

По всей площади брахисинклинали развиты осадочные породы юры и мела, перекрытые четвертичными осадками. Юрские отложения, слагающие продуктивную толщу месторождения, геологами разделены на три свиты: макаровскую, итатскую и тяжинскую.

Последняя отчетливо не отделяется от перекрывающих пород нижнего мела.

Макаровская свита залегает в центральной части брахисинклинали на глубине до 500 м. Она перекрывает неровную поверхность палеозоя и представлена песчаниками, алевролитами и аргиллитами с несколькими прослоями угля. Вследствие глубокого залегания породы данной свиты не будут оказывать существенного влияния на условия открытой разработки пласта Березовского.

Итатская свита без видимого несогласия перекрывает отложения макаровской свиты. Она подразделяется на две подсвиты: безугольную и угленосную (рис. 1). Безугольная подсвита представлена песчаниками (до 70%), алевролитами и аргиллитами. Общая мощность подсвиты до 130 м. Песчаники местами достигают 50 м и содержат напорные воды. Угленосная подсвита

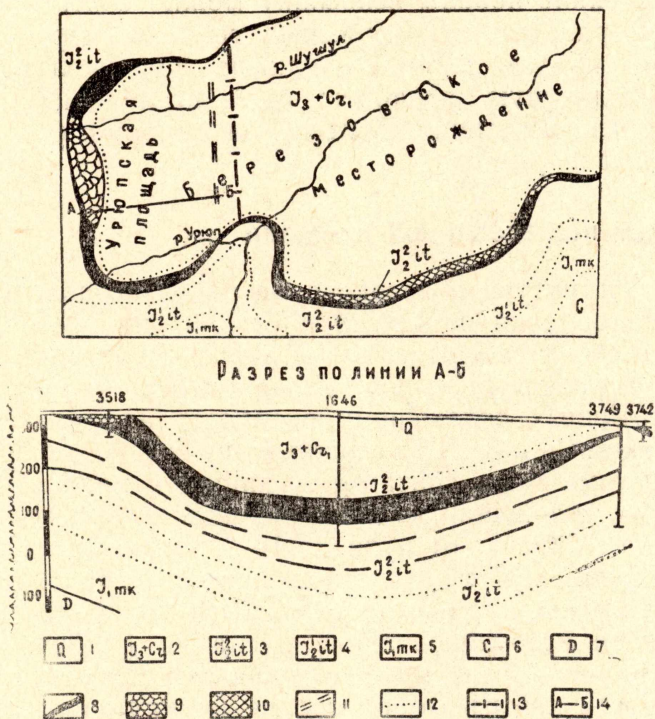


Рис. 1. Обзорная геологическая карта и разрез западной части Березовского бурого угольного месторождения. 1—четвертичные отложения; 2—верхнеюрские и нижнемеловые отложения; 3—среднеюрские отложения угленосной подсвиты итатской свиты; 4—среднеюрские отложения безугольной подсвиты итатской свиты; 5—нижнеюрские отложения макаровской свиты; 6—каменноугольные отложения; 7—девонские отложения; 8—выходы угольного пласта; 9—горелые породы; 10—обрушенные породы; 11—тектонические нарушения; 12—геологические границы; 13—восточная граница Урюпской площади; 14—линия геологического разреза А—Б

включает ряд пластов угля, в том числе 50-метровый Березовский пласт, залегающий чаще на глубинах от 15 до 220 м. Максимальная мощность подсвиты достигает 200 м. В разрезе наблюдается ритмичность, при этом породы ниже пласта Березовского преимущественно представлены песчаниками, а в кровле непрочными углистыми аргиллитами, алевролитами и редко песчаниками.



Тяжинская свита обычно сложена тонкозернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. В составе псаммито-пелитов иногда наблюдается повышенное содержание карбонатов, пирита, мусковита, хлорита. Общая мощность свиты около 150 м. Верхняя пачка мощностью до 30—60 м пестроцветная и возможно относится к нижнему мелу. Здесь породы чаще слабые, выветрелые, трещиноватые и насыщенные водой.

Четвертичные отложения, развитые по всей площади, представлены суглинками, глинами, реже песками и галечниками. Причем в бортах карьеров встретятся и слабые илистые суглинки. Общая мощность толщи до 36 м.

Таким образом, геологические условия месторождения (неглубокое залегание пласта и не очень крепкие породы вскрыши) можно считать благоприятными для открытой разработки. Разрезные траншеи карьеров следует закладывать по выходам пласта, исключая водоносные горелые породы (рис. 1). Последующую отработку вести по падению, что обеспечит низкий коэффициент вскрыши в первые годы работ и более высокую устойчивость бортов карьеров.

### Подземные воды исследованной площади

Отмеченная геологическая структура и чередование пород создают благоприятные условия для накопления напорных и безнапорных вод. В пределах площади наиболее отчетливо выделяются водоносные горизонты четвертичных отложений, горелых пород, песчаников и углей.

Подземные воды в четвертичных отложениях распространены неравномерно. Чаще они встречаются в виде маломощных горизонтов под плоскими водоразделами, болотами и на контакте суглинков с подстилающими меловыми и юрскими отложениями. В покровных суглинках местами развита верховодка на глубинах от нуля до 10 м, снижающая устойчивость пород. Более водообильны аллювиальные пески и галечники в долине р. Урюп, где отмечены устойчивые водоносные горизонты мощностью 7—12 м с расходами источников вдоль русла до 1 л/сек. Данный водоносный горизонт наряду с поверхностными водами обуславливает заболачивание поверхности поймы и образование мелких оползней по левому берегу р. Урюп. В случае разработки углей под поймой, наряду с обвалованием потребуются специальные меры по осушению галечников.

Водоносный горизонт горелых пород мощностью от нескольких до 44 м является особенно водообильным, но ограниченным по площади (рис. 1). Удельные дебиты по откачкам из скважин 1,26—10 л/сек, коэффициенты фильтрации 7,32—84,6 м/сутки. Вследствие высокой водообильности и статических запасов, данный водоносный горизонт может обеспечить большие притоки воды в начальные периоды разработки угля и весной, что следует учитывать при проектировании и проходке карьеров.

В отложениях мезозоя отчетливо выделяется несколько водоносных горизонтов, приуроченных к песчаникам, пластам угля и иногда к алевролитам. В песчаниках развиты напорные воды с напорами до 250 м и неравномерной водообильностью, увеличивающейся в зоне выветривания. По данным Игатской геолпартии удельные дебиты при откачках из скважин до 1,0 л/сек, коэффициенты фильтрации пород 0,02—8,24 м/сутки. Более водообильными оказались трещиноватые бурые угли пласта Березовского, где удельные дебиты достигали 6,59 л/сек и средние коэффициенты фильтрации 2,88 м/сутки.



Таким образом, водопроницаемые породы и угли исследованной площади являются достаточно водообильными, поэтому, учитывая климатические особенности, разработку пласта следует вести с предварительным осушением, имея при этом в виду возможность самовозгорания угля в переосушенных участках в сухое летнее время. В случае развития карьеров на пойму р. Урюп дополнительно к осушению потребуются спрямление русла и отсыпка ограждающих дамб.

### **Классификация и инженерно-геологическая характеристика пород**

В процессе разработки инженерно-геологической классификации учитывались состав, степень диагенеза, свойства и прочность каждого литологического типа пород. В классификацию вошли породы, развитые до глубины 250 м. В этой толще по литологии и свойствам отчетливо выделяются три комплекса. Первый объединяет четвертичные отложения со слабыми связями между частицами; второй — обожженные и обрушенные породы; третий — верхнемезозойские полускальные породы от очень прочных до слабых. В пределах каждого комплекса выделены группы и литологические типы пород, различные по возрасту и литологии. В свою очередь каждый литологический тип по прочности разделен на инженерно-геологические виды: очень слабые, слабые, среднечные, прочные и очень прочные породы. Обобщенные показатели видов пород приведены в табл. 1.

К очень слабым отнесены илистые суглинки и сильно выветрелые обрушенные и перемятые аргиллиты, имеющие сцепление до  $1,5 \text{ т/м}^2$  и низкие углы внутреннего трения. К слабым — четвертичные суглинки, глины, пески, супеси и разупрочненные в процессе выветривания и действия других факторов породы мезозоя, имеющие сцепление по наслоению  $2\text{—}5 \text{ т/м}^2$  и временное сопротивление сжатию нормально слоистости до  $50 \text{ т/м}^2$ . К среднечным отнесены песчаники, алевролиты и аргиллиты, частично измененные в процессе гипергенеза с временным сопротивлением раздавливанию  $50\text{—}250 \text{ т/м}^2$  и сцеплением  $5\text{—}10 \text{ т/м}^2$ . К прочным отнесены плотные и достаточно прочные породы с глинисто-карбонатным цементом, медленно размокающие в воде и обладающие временным сопротивлением раздавливанию  $250\text{—}1500 \text{ т/м}^2$ . Данные породы будут устойчивыми в бортах карьеров и могут разрабатываться мощными экскаваторами. Особопрочными оказались песчаники и алевролиты с сидеритовым и кремнистым цементом, имеющие низкую влажность и пористость. Временное сопротивление раздавливанию  $1500\text{—}9500 \text{ т/м}^2$ , разрыву до  $1180 \text{ т/м}^2$ . Эти породы развиты в виде тонких линз и составляют не более одного процента к объему вскрышной толщи, они будут разрабатываться лишь с применением взрывов. Таким образом, во вскрышной толще будущих карьеров окажутся неоднородные по литологии, свойствам и прочности породы от очень слабых до весьма прочных. Преобладают слабые и среднечные, часто обводненные, породы.

### **Результаты расчета общей устойчивости рабочих бортов карьеров**

Определение общей устойчивости рабочих бортов крупных карьеров является крайне необходимой и сложной задачей. Решение данной задачи на стадии детальной разведки, когда еще не разработаны проекты карьеров, производится ориентировочно с целью получения углов наклона устойчивых бортов, необходимых для расчета коэффициентов вскрыши и оценки запасов угля по высоким категориям. Расчеты обычно включают всесторонний анализ инженерно-геологических условий, выбор расчетных показателей, подбор или разработку методов и выпол-



Обобщенные показатели основных физико-механических свойств выделенных типов пород Урюпской площади

Литологические типы	В и д ы	К-во опреде- лений	Объем- ный вес, т/м <sup>3</sup>	Кoeffи- циент вариа- ции, %	Кoeffи- циент пористо- сти	Кoeffи- циент вариа- ции, %	Сцепле- ние, т/м <sup>2</sup>	Кoeffи- циент вариа- ции, %	Угол внутренне- го трения, град.	Кoeffици- ент вариа- ции, %
Глины	Слабые	3	1,95	0,8	0,78	—	3,4	—	21,5	—
Суглинки	Очень слабые	2	2,00	—	0,80	—	0,7	—	23,0	—
	Слабые	8	1,96	3,6	0,72	7,2	3,2	17,4	23,5	14,2
Горелые породы	Слабые	7	1,87	—	0,46	—	2,3	—	30,0	—
есчаники	Слабые	7	2,03	3,5	0,57	9,5	2,5	35,6	32,0	16,0
	Среднепрочные	12	2,00	6,4	0,55	18,3	7,2	13,5	29,5	14,2
	Прочные	6	2,19	3,7	0,36	11,2	16,9	21,6	25,0	19,2
	Очень прочные	11	2,42	4,2	0,17	32,5	—	—	—	—
Алевролиты	Слабые	10	2,03	3,2	0,56	13,5	3,2	34,5	30,5	11,6
	Среднепрочные	16	2,13	3,1	0,46	8,6	6,5	32,1	30,0	12,1
	Прочные	3	2,20	—	0,42	—	12,5	—	33,5	—
	Очень прочные	9	2,40	5,2	0,24	21,2	—	—	—	—
Аргиллиты	Слабые	18	2,07	3,6	0,55	18,3	3,9	26,2	21,5	32,0
	Среднепрочные	20	2,11	4,3	0,50	18,5	7,5	17,6	24,5	18,0
	Прочные	4	2,15	—	0,44	—	13,9	—	24,0	—
Углистые аргиллиты	Слабые	7	1,84	9,5	0,62	20,0	3,3	20	15	26,7
Углистые алевролиты	Среднепрочные	4	1,82	—	0,57	—	8,2	—	15,0	—
Уголь бурый	Среднепрочные	25	1,24	1,3	0,67	23,8	3,2	26,3	34,5	3,6

Примечание. При малом количестве показателей коэффициенты вариации не подсчитывались.



нение расчетов. В нашем случае расчетные характеристики выбирались для каждого инженерно-геологического вида пород по обобщенным показателям (табл. 1). В качестве расчетных значений углов внутреннего трения и коэффициентов сцепления приняты нижние доверительные пределы, полученные при уровне значимости 0,05, с включением коэффициента запаса устойчивости 1.1. В качестве расчетных значений объемного веса каждой породы приняты средние арифметические.

Учитывая существенно пологое моноклиналиное залегание пород и угольного пласта в крыльях брахисинклинали, высокую фациальную изменчивость, рекомендации по вскрытию и предварительному осушению пород, расчеты общей устойчивости рабочих бортов проведены методом многослойного откоса (1) и по девятой схеме ВНИМИ (6).

В результате углы наклона рабочих бортов карьеров, полученные расчетами, оказались для глубины до 50 м  $38^\circ$ , при глубинах 90—110 м  $31—32^\circ$  и для глубин 220—250 м  $27^\circ$ . Приведенные значения приняты для практических решений в процессе подсчета запасов угля по высоким категориям и будут учтены во время проектирования карьеров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. С. Мухин, А. И. Срагович. Построение предельных контуров равноустойчивых откосов. Академиздат, 1957.
2. Ф. П. Нифантов, В. Н. Пуляев. Инженерно-геологические условия Урюпского буроугольного месторождения. Научный отчет, фонды ТПИ, 1967.
3. Ф. П. Нифантов. Некоторые вопросы инженерно-геологических исследований буроугольных месторождений Канско-Ачинского бассейна. Материалы по геол. и полезн. ископ. Зап. Сибири. Томск, 1964.
4. В. Е. Ольховатенко, В. Н. Пуляев. Исследования сопротивления сдвигу некоторых типов пород Итатского буроугольного месторождения. Изв. ТПИ, Томск, 1966.
5. Е. А. Писарев. К вопросу методики статистической обработки показателей инженерно-геологических свойств горных пород. Труды ТИСИ, XII, 1967.
6. Г. Л. Фисенко. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. «Недра», 1965.