Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
т.XXXII, 1980 г.

УДК 622.33:621.83

# ВЛИЯНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА БЕЗОПАСНУЮ ГЛУБИНУ РАБОТ ПОД ВОДОЕМАМИ

Ю.Н.НИСКОВСКИЙ

Оптимальные граничные условия, обуславливающие возможность безопасной разработки месторождений под водоемами, определяются, в первую очередь, безопасной глубиной ведения работ. С некоторым приближением за эту отметку при выемке месторождений можно принять предельную величину высоты зоны развития трещинообразования, помня однако, что последняя во многом зависит от литологического строения пород и метода управления кровлей.

Анализ разработки месторождений под водоемами показывает, что нельзя точно установить ни минимальной глубины работ, ни минимального отношения глубины разработки к мощности пласта, гарантирующих безопасность ведения горных работ. Эти величины различны для разных бассейнов и в основном зависят от:

1) горно-геологических условий (мощности и физико-механической характеристики коренных пород кровли; вынимаемой мощности пласта; наличия и мощности глинистых покровных отложений - наносов);

2) условий эксплуатации (технологической схемы выемки, метода управления кровлей) и др.

Горно-геологические условия залегания угольных месторождений в нашей стране весьма разнообразны. Анализируя опыт разработки месторождений под водоемами[X], геологическое строение массива горных пород с точки зрения образования, характера и величины зоны развития трещиноватости можно классифицировать следующим образом.

I) месторождения, сложенные крепкими вмещающими породами с преобладанием в кровле пласта песчаников, известняков и других крепких пород при отсутствии глин и глинистых наносов и при наличии глин и глинистых

[X] Ю.Н.Нисковский. Изменение состояния массива при разработке месторождений под водоемами. - В кн.: Физические процессы горного производства. Л., изд.ЛГИ, 1977 (межвуз. сб., вып.4).

И.В.Хохлов. Безопасная разработка месторождений полезных ископаемых под водоемами. М., Недра, 1971.

наносов мощностью более $2m$, где $m$ - вынимаемая мощность пласта (слоя);

2) месторождения, сложенные слоистыми породами, с преобладанием глинистых пород, аргиллитов, алевролитов, глинистых сланцев при отсутствии или наличии глинистых покровных отложений (наносов);

3) месторождения, сложенные весьма слабыми вмещающими породами, представленными супесями, линзами песка, плывунами.

Кроме того, наличие геологических нарушений угольных месторождений существенно влияет на характер и величину зоны развития трещиноватости и фильтрации при подработке.

Примером влияния геологического строения пород и условий эксплуатации на характер и величину зоны развития трещинообразования является анализ опыта разработки угольных месторождений под водоемами на шахтах Дальнего Востока.

В таблице приведены наиболее характерные случаи подработки. Боковые породы Артемовского месторождения представлены слабыми аргиллитами, алевролитами, глинистыми сланцами, крупнозернистыми песчаниками на глинистом цементе. Они склонны к интенсивному пучению и имеют сильную тектоническую нарушенность (см. таблицу).

Известно[x], что глинистые породы, обладая пластичностью, выдерживают при растяжении, не разрушаясь, в 7-10 раз большие деформации, чем песчаники и известняки. При этом значительно снижается предельная величина зоны развития трещинообразования, что препятствует фильтрации пород подработанной толщи и сокращает безопасную глубину работ. При работах с обрушением пород минимальная безопасная глубина разработки для Артемовского месторождения, при которой не наблюдалось увеличения притока воды, составляет $12m$, а при камерно-столбовой системе и при поддержании кровли на целиках эта величина снижается до $9m$.

Боковые породы большинства угольных месторождений о.Сахалин обладают большей прочностью, чем вмещающие породы Артемовского месторождения (см. таблицу), и относятся к породам средней крепости. С увеличением прочности пород уменьшается их пластичность, а следовательно, возрастает и предельная величина зоны развития трещинообразования при подработке.

Так, для шахты „Бошняково" минимальная благоприятная глубина подработки затопленных выработок с обрушением пород составила $20m$, для Артемовского месторождения - $12m$.

Партизанское каменноугольное месторождение представлено еще более прочными породами, причем в покрывающей толще преобладают песчаники (см. таблицу). Увеличивается в связи с этим до $(40-50)m$ и минимальная безопасная кратность подработки.

Следовательно, горно-геологические условия залегания месторождений оказывают существенное влияние на величину и характер зоны развития трещиноватости, а следовательно, и на безопасную глубину работ.

---

[x] И.В.Хохлов. Безопасная разработка месторождений полезных ископаемых под водоемами. М., Недра, 1971.

Влияние геологического строения пород и технологических схем выемки на кратность подработки водоемов

| Шахта | Подрабатываемый объект | Наименование пласта / Глубина залегания, м | Вынимаемая мощность, м / Угол падения, град. | Минимальная кратность подработки, $\frac{H}{m}$ | Литологический состав пород подрабатываемой толщи: Наносы, мощность | Литологический состав пород подрабатываемой толщи: Коренные породы (состав, %) | Коэффициент крепости пород | Система разработки | Метод управления кровлей | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | „Приморскуголь", Артемовское месторождение | | | | |
| № 1 | р.Озерные ключи | I / 30–60 | 2,5 / 10–15 | 12 | Песчаная глина 10 м | Аргиллит<br>Алевролит<br>Серая глина (сухарная) | 0,7–1,1<br>1,2<br>0,45–0,6 | Длинные столбы | Полное обрушение | Подработка прошла успешно |
| | | II / 40–70 | 3,0 / 10–12 | 13,5 | Песчаная глина 12 м | Аргиллит<br>Алевролит<br>Серая глина | 0,8–1,2<br>1,1–1,3<br>0,8–0,6 | | | |
| | р.Орловка | II / 25–40 | 3,5 / 10–12 | 7 | Песчаные глины, глины до 10 м | Аргиллит<br>Алевролит<br>Песчаник (15) | 0,9–1,2<br>0,9–1,3<br>2,5 | Камерно-столбовая | | Прорыв воды через провальные воронки на поверхности |
| | | III / 22–50 | 3,5 / 8–10 | 6,5 | | | | Длинные столбы | | Прорыв воды на выходах пласта через воронки обрушения |
| № 3 | р.Озерные ключи | I, II / 80–120 | 4–5 / 16–20 | 16 | Глинистый галечник, глина 10–12 м | Аргиллит (40)<br>Алевролит (30)<br>Песчаник (10)<br>Глинистый сланец (20) | 0,8–1,1<br>0,9–1,3<br>2,0–2,5<br>0,3–0,7 | Камерно-столбовая | | Подработка прошла успешно |
| | | III / 55–90 | 6 / 14–22 | 9 | Галечник, глина песчаная 10–12 м | Аргиллит<br>Алевролит<br>Песчаник | 0,8–<br>0,7–1,2<br>2,0–2,5 | Камерная | Поддержание на целиках | |
| № 8 | Ручей безымянный, водоем от плотины | IУ / 40–50 | 3,5 / 6–10 | 11,5 | ина, супеси 10 м | Аргиллит<br>Алевролит<br>Песчаник (10) | 0,8–1,3<br>1,1–1,2<br>2,0–2,5 | | | На поверхности наблюдались трещины до 1,5 см. Увеличения притоке воды в шахте не наблюдалось |

| Шахта | Подрабатываемый объект | Наименование пласта<br>Глубина залегания, м | Вынимаемая мощность, м<br>Угол падения, град | Минимальная кратность подработки, $\frac{H}{m}$ | Литологический состав пород подрабатываемой толщи<br>Наносы, мощность | Коренные породы (состав, %) | Коэффициент крепости пород | Система разработки | Метод управления кровлей | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | „Приморскуголь", Партизанское месторождение | | | | | | |
| „Северная" | Обводненные породы | $\frac{D_{10}}{\text{Расстояние от пласта до обводненных пород 30–35 м}}$ | $\frac{1,4}{8–12}$ | 22 | – | Песчаник<br>Алевролит<br>Аргиллит | 4,5–7,0<br>5–6<br>4–5 | Длинные столбы | Поддержание на целиках | Увеличения притока воды не наблюдалось |
| | | $\frac{D_{10}}{\text{Расстояние до обводненных пород 30–35 м}}$ | $\frac{1,4}{12–16}$ | 22 | – | Песчаник (60)<br>Алевролит (30)<br>Аргиллит (10) | 4,5–7,0<br>5–6<br>4–5 | | Полное обрушение | Прорыв воды до 216 м³/ч |
| | Пойма р. Сица | $\frac{D_9}{125}$ | $\frac{2,2}{20–22}$ | 52 | Песчано-галечниковые отложения 8 м | Песчаник )50)<br>Алевролит (30)<br>Кварцевый порфир | 4,0–7,5<br>4,5–6,3<br>8–10 | | Обрушение пород | Увеличения притока не наблюдалось |
| | | | | „Сахалинуголь", месторождения о. Сахалин | | | | | | |
| № 6 | Затопленные выработки пласта $III_5$ | $\frac{1У}{110–130}$ | $\frac{2,9}{20–22}$ | 36 | – | Аргиллит (30)<br>Алевролит (40)<br>Песчаник (30) | 1,5–2,0<br>2,0–2,5<br>3,5–6,0 | Длинные столбы | Полное обрушение | Подработка прошла успешно |
| | р. Шахтерка | $\frac{УП}{90–110}$ | $\frac{3,0}{4–10}$ | 30 | Песчано-глинистые отложения, щебень 6 м | | | Камерно-столбовая | | |
| „Бошняково" | Затопленные выработки пласта III | $\frac{II_5}{60}$ | $\frac{3,0}{5–10}$ | 20 | – | Алевролит (55)<br>Песчаник среднезернистый (45) | 2,0–3,0<br>4,0–5,0 | Длинные столбы | | Увеличения притока не отмечено |
| | р. Угольная | $\frac{II_5}{68}$ | $\frac{3,0}{6–10}$ | 22,5 | Пески, иловатая глина 0,5–2,0 м | Алевролит (55)<br>Мелко- и среднезернистый песчаник (40) | 2,0–3,0<br>4,5–6,0 | Камерно-столбовая | Поддержание на целиках | |
| „Ударновская" | р. Ударная | $\frac{X}{105}$ | $\frac{2,6}{6–8}$ | | Суглинки, глины 2–3 м | Алевролит (30)<br>Аргиллит<br>Песчаник монолитный | 4,8–5,0<br>2,8–3,2<br>5,5–6,1 | Длинные столбы (блоками) | | Оседание поверхности не отмечено. Междублоковые целики шириной 8–10 м не разрушались |

Совершенствуя технологические схемы разработки, можно значительно уменьшить зону развития трещиноватости, а следовательно, и безопасную глубину подработки водоемов. Наглядным примером этого является разработка пласта $Д_{10}$ под обводненной депрессией пород кварцевых порфиров, залегающих в 30 м от кровли пласта (см.таблицу).

Пласт $Д_{10}$ мощностью I,4 м разрабатывается шахтой «Северная» на глубине 220-240 м. В непосредственной кровле пласта залегают прочные алевролиты мощностью от I,5 до 2,2 м. Выше - мелко- и среднезернистые песчаники, которые перекрывают обводненные породы кварцевых порфиров.

Вначале пласт отрабатывался блоками с поддержанием вышележащих пород на междублоковых целиках шириной 6-8 м, оставляемых через 40-45 м. Приток воды был незначительным и не превышал I5 $м^3$/ч. В дальнейшем с целью сокращения потерь в недрах и увеличения производительности очистного забоя лавы было решено перейти на управление кровлей полным обрушением. При отходе очистного забоя от целика на 68 м произошло обрушение пород основной кровли песчаников. Трещины от деформации песчаников достигли обводненных пород, о чем говорит увеличение притока воды в лаве до 218 $м^3$/ч. Работы в лаве были прекращены. После изучения распространения водоносного горизонта, анализа опыта работ и лабораторных исследований на моделях из эквивалентных материалов характера и величины зоны развития трещиноватости основной кровли песчаников были определены параметры технологической схемы выемки пласта $Д_{10}$ под обводненной депрессией без нарушения основной кровли.

Выполненные работы по совершенствованию технологических схем и уменьшению в связи с этим безопасной глубины подработки водоемов позволили высвободить из охранных целиков на шахтах «Бошняково», «Ударновская» и «Амурская» свыше 700 тыс.т угля.

## Выводы

I. Опыт разработки угольных пластов под водоемами на шахтах Дальнего Востока показывает, что физико-механические свойства покрывающих пород оказывают существенное влияние на величину зоны развития трещиноватости и безопасную глубину работ. Так, для глинистых пород при работах с обрушением (см. таблицу) эта величина изменяется от I2 до 20$м$, а для песчаников и известняков - достигает (40-50)$м$.

2. Совершенствование технологических схем разработки значительно уменьшает безопасную глубину работ и сокращает потери угля в недрах.

3. Опыт совершенствования технологических схем разработки угольных месторождений может быть использован при решении вопросов отработки рудных и россыпных месторождений прибрежного шельфа подземным способом под дном морей и океанов.