

УДК 622.833-112.3

Инж. ПАШКО А. Н.(Национальный горный университет)

К ПРОБЛЕМЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК, ПРОЙДЕННЫХ В ПОРОДНОМ МАССИВЕ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ

Актуальность исследований

С ростом глубины разработки угольных месторождений существенно усложняются условия проведения и поддержания горных выработок.

Особенно остро эти проблемы стоят при проведении и обеспечении устойчивости капитальных горных выработок пройденных в породном массиве содержащим поверхности ослабления в форме трещин и геологических нарушений.

Как отмечают авторы работ [1–3] состояние выработок существенно зависит от направления их проведения по отношению к ослабляющим массив поверхностям.

При отработке угольных пластов шахты ОАО «УП»Красноармейская-Западная №1» особый интерес представляет обеспечение устойчивости горных выработок в породном массиве содержащем вертикальные трещины по отношению к продольной оси пройденной выработки.

Исследование напряженно-деформированного состояния капитальной горной выработки проведенной в сложных горно-геологических условиях является актуальной, научной и инженерной задачей.

Объект исследований

В качестве объекта исследований выбран дренажный квершлаг горизонта 708 м ОАО «УК «шахта «Красноармейская-Западная №1».

Условия и место проведения шахтных исследований характеризуются следующими сведениями.

В границах ныне обрабатываемого участка шахтного поля мощность угольного пласта d_4 колеблется от 1,0 до 2,0 м. Угол падения составляет $3-5^{\circ}$, угол марки К, глубина разработки 550–750 м. Вмещающие породы угольного пласта сложены преимущественно песчаниками и алевролитами. Непосредственная кровля – алевролиты мощностью до 6,0 м, средней крепости – 30–55 МПа, по стойкости относятся к мало (Б₃) и среднестойких (Б₄) пород, которые расслаиваются. Основная кровля – песчаник мощностью 9–17 м, крепостью 50-120 МПа, средней обрушаемости (А₂). Непосредственная почва – алевролит мощностью до 1,0 м, крепостью 20-50 МПа, средней стойкости (П₂).

На шахте проходка дренажного квершлага горизонта 708 м общей протяженностью 1530 м выполнялась двумя встречными забоями. Технология проходки предусматривала тампонаж закрепного пространства. При проходке дренажного квершлага разрушение породного забоя осуществлялось с применением буровзрывных работ.

Основное назначение дренажного квершлага горизонта 708 м –воздухоподающая и транспортная артерия шахты. По выработке подаётся до 500 м³/мин свежего воздуха и отводится практически весь водоприток с горизонта.

По оценке геологической службы горно-геологические условия строительства дренажного квершлага гор. 708 м были отнесены к категории сложных и содержащих дополнительные усугубляющие факторы.

1-й фактор. С учётом глубины расположения дренажного квершлага равной 708 м, коэффициента крепости горных пород по шкале проф. М.М. Протодяконова $f=3...5$, явно выраженной трещиноватости с расстоянием между трещинами 2...30 см и более данный вывод можно считать правомерным.

2-й фактор. Незначительный угол падения пород. За счёт этого угла между кровлей и вышележащим слоем пород на значительном участке образовывалась пачка породы, которая при критической мощности $L_{кр}$ за счёт низкого сцепления между слоями, разрушалась. Незначительный угол падения пород предопределил на некоторых участках квершлага длину вывалов пород от 10 до 56 метров.

3-й фактор – значительная интенсивность природных трещин и воздействие ударной волны при ведении взрывных работ. На участке дренажного квершлага от пикета ПК0 до пикета ПК92 в кровле горные породы представлены переслаивающимися сланцами (песчаными и глинистыми). Мощность слоёв имеет переменное значение и изменяется от 1 до 5 м. Эти породы по данным геологов имеют разную степень трещиноватости и коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f=3...4$. Породы склонны к пучению.

От ПК92 и до ПК111 в кровле дренажного квершлага горные породы представлены в основном среднезернистыми кварцевыми песчаниками светлого цвета. Минералы связаны глинистым цементом. С точки зрения структурного строения песчаники косослоистые, а текстурного – трещиноватые. Слоистость обусловлена скоплением обугленного детрита и слюдистого материала. Трещины в основном вертикальные и имеют выраженную систему (рис. 1). В местах подсечки квершлагом слоёв пород образуется дополнительная разнонаправленная трещиноватость.

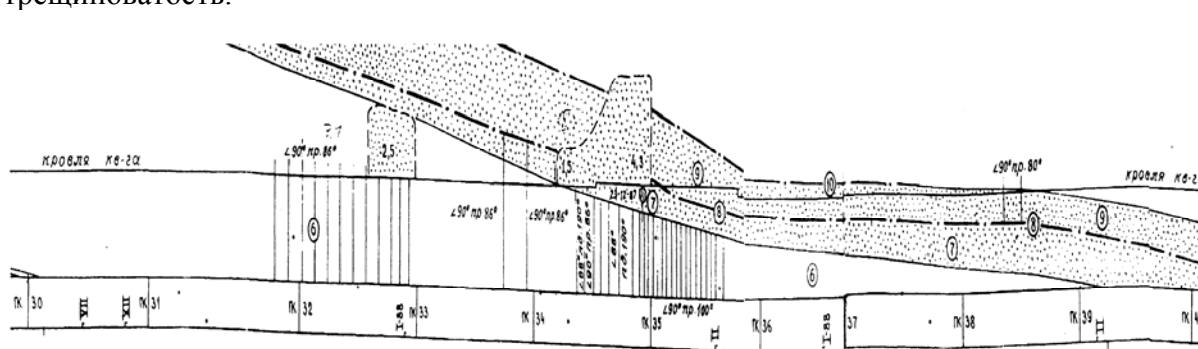


Рис. 1. Пример вертикальной трещиноватости на участке дренажного квершлага горизонт 708 м.

Таким образом, за счёт указанных факторов создавались благоприятные условия для вывалов и более интенсивного развития разрушения пород как в своде выработки, так и в боках. При этом следует отметить, что размеры зоны неупругих деформаций вокруг дренажного квершлага при его перекреплениях увеличивался за счёт постоянного выпуска пород. Отслаивающиеся породы и раскрытие трещин превращает условно целостную среду в блочную, а затем – в сыпучую.

Регулярные перекрепления и подрывка пород почвы выработки создали условия для неуправляемого процесса развития зоны неупругих деформаций, что привело к необходимости рассмотрения экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации существующего дренажного квершлага или проходки новой выработки.

Начиная с 1991 года по 2003 год квершлаг постоянно ремонтируется. За этот период на участке между пикетами ПК0 и ПК92 было полностью перекреплено – 1570 м выработки. Причём некоторые участки перекреплялись дважды. На протяжении последних пяти лет (1999–2003 гг.) было перекреплено 991 м квершлага. За весь период с момента сдачи дренажного квершлага в эксплуатацию было подорвано почвы около 10500 м³ (на участке между пикетами ПК0...ПК92), в том числе, за последние пять лет – более 8760 м³. Здесь уместно отметить, что при плотности установки арок 2 рамы/м за последние 5 лет было израсходовано более 800 т металлокрепи на сумму более 450 тыс. гривен (без НДС) и более 500 м³ железобетонных затяжек на сумму более 150 тыс. гривен (без НДС).

Опыт эксплуатации горных выработок, находящихся в аналогичных дренажному квершладу гор. 708 м условиях, показывает, что для обеспечения его работоспособности в течение длительного времени типовые крепи в “чистом” виде не могут решить указанную проблему. Необходимы дополнительные мероприятия по увеличению несущей способности как самой крепи, так и повышению устойчивости пород в закрепном пространстве, т.е. устойчивости системы “крепь – порода”.

Методика исследований

Для получения полного и объективного представления о состоянии горной выработки необходимо проведения комплекса научных исследований, который включает:

1. Шахтные исследования с целью определения состояния пород вокруг выработки с привлечением:

- геофизических методов диагностики приконтурного массива пород;
- реометрического метода при исследовании пустотности пород в приконтурном массиве;
- инструментальных методов непосредственного измерения деформаций и прочностных показателей пород вокруг выработки;

2. Лабораторные исследования качественной картины возможных вариантов повышения устойчивости выработки:

- методом компьютерного моделирования;
- методом моделирования на эквивалентных материалах;
- аналитическим методом.

Использование каждого из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки. При выполнении шахтных экспериментов следует учитывать строение породного массива, горно-геологические условия и условия выполнения измерений.

Кроме перечисленных выше методов исследований был использован метод экспертной оценки состояния дренажного квершлага гор. 708 м.

Результаты исследований

В результате комплекса исследований проведенных на моделях из эквивалентных материалов установлено, что изменение нагрузки на 15...17% приводит к увеличению деформаций на 57...66%.

Анализ результатов компьютерного моделирования с привлечением численных методов исследования позволил установить влияние прочности тампонажного камня на размеры зоны напряженно-деформированного состояния массива. Замоноличивание пород в приконтурной зоне на глубину 0,75 м приводит к снижению деформаций породного массива в 3,8...3,6 раза.

Результаты обследования дренажного квершлага с привлечением геофизических методов позволили установить следующее:

а) арочная крепь по длине квершлага нагружена весьма неравномерно, что предопределено чередованием участков ранее установленной крепи с участками вновь установленной, выборочным перекреплением, а также вариацией горно-геологических условий;

б) как по данным визуальных наблюдений, так и по результатам геофизической диагностики, наблюдается асимметрия нагрузки на арку крепи, причем давление на арку больше со стороны отработанной лавы;

в) выполненный шпуровой каротаж позволил выявить 4 характерных зоны состояния пород вокруг выработки, установить их размеры и создать основу для разработки рекомендаций по повышению устойчивости дренажного квершлага в данных горно-геологических условиях.

Тампонаж является средством снижения поступления воды по трещинам из вышележащих слоёв обводнённого песчаника и её негативного влияния на прочностные показатели пород вблизи выработки. Кроме того, набрызгбетонное покрытие по поверхности арок защитит их в течении всего срока службы от коррозии.

Выводы

Повышение устойчивости крепи дренажного квершлага представляется возможным за счёт замоноличивания забутовки, ликвидации пустот от вывалов и цементации пород в зоне неупругих деформаций.

За счёт применения рекомендуемых мероприятий возможная экономия материалов (арок и железобетонных затяжек) только по прямым затратам превысит 700 тыс. грн.

Затраты на выполнение мероприятий по повышению устойчивости дренажного квершлага гор. 708 м окупятся за счёт снижения плотности арок и включения в восприятие проявлений горного давления разгруженной от напряжений и замоноличенной вокруг выработки зоны горных пород.

Библиографический список

1. **Шашенко А. Н., Агеев В. Г., Кужель С.В., Сдвижкова Е. А., Тулуб С. Б.** Исследование влияния угла падения трещин на устойчивость обнажений // Науковий вісник НГА України. – 1999.- № 5. – с. 6–8.
2. **Агеев В. Г.** Устойчивость подземных выработок угольных шахт в трещиноватом породном массиве: Дисс. канд. техн. наук: 05.15.09.-Днепропетровск, 2000. – 123 с.
3. **Сдвижкова Е. А.** Устойчивость подземных выработок в структурно-неоднородном породном массиве со случайно распределенными свойствами. Дисс. канд. техн. наук: 05.15.09. – Днепропетровск, 2002. – 410 с.

© Пауко А. Н., 2006

УДК 621.385

Масюк Л. Н. (ДонНТУ), Лаппо И. Н., (КИИ ДонНТУ)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Интерес отечественных производителей к вопросу качества продукции постоянно возрастает, так как качество определяет конкурентоспособность предприятия на внутреннем и внешнем рынке, способствует повышению его имиджа и престижности.