

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 (Б<sub>3</sub>) и среднестойких (Б<sub>4</sub>) пород, которые расслаиваются. Основная кровля – песчаник мощностью 9–17 м, крепостью 50-120 МПа, средней обрушаемости (А<sub>2</sub>). Непосредственная почва – алевролит мощностью до 1,0 м, крепостью 20-50 МПа, средней стойкости (П<sub>2</sub>).

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 м<sup>3</sup>/мин свежего воздуха и отводится практически весь водоприток с горизонта.

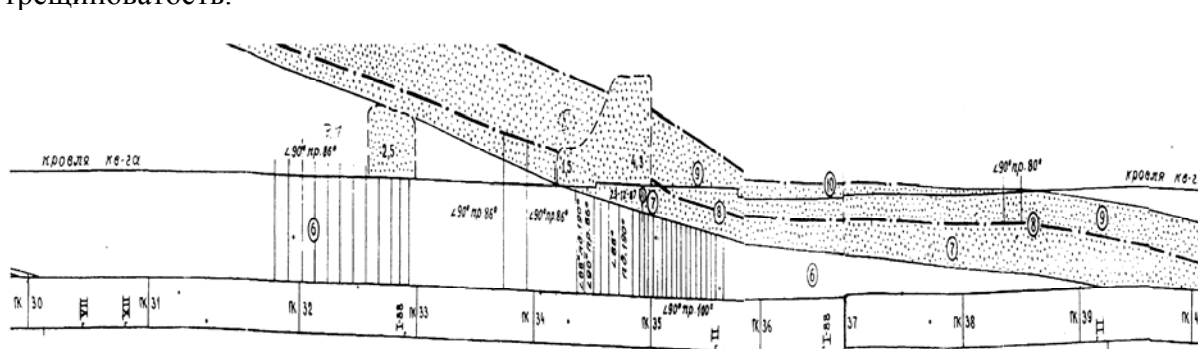
По оценке геологической службы горно-геологические условия строительства дренажного квершлага гор. 708 м были отнесены к категории сложных и содержащих дополнительные усугубляющие факторы.

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 м<sup>3</sup> (на участке между пикетами ПК0...ПК92), в том числе, за последние пять лет – более 8760 м<sup>3</sup>. 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 м<sup>3</sup> железобетонных затяжек на сумму более 150 тыс. гривен (без НДС).

Опыт эксплуатации горных выработок, находящихся в аналогичных дренажному квершлагу 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.