УДК 622.281.74

М.А.РОЗЕНБАУМ, *д-р техн. наук, профессор, rozenbaum_ma@spmi.ru*
С.М.ЧЕРНЯХОВСКИЙ, *научный сотрудник, chernyahovskiy@rambler.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
Е.С.САВЧЕНКО, *ассистент, chernyahovskiy@rambler.ru*
Новочеркасский политехнический институт, г. Шахты

M.A.ROZENBAUM, *Dr. in eng. sc., professor, rozenbaum_ma@spmi.ru*
S.M.CHERNYAHOVSKIY, *research assistant, chernyahovskiy@rambler.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)
E.S.SAVCHENKO, *assistant lecturer, chernyahovskiy@rambler.ru*
Novocherkask Polytechnical Institute, Shakhty

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОТЫ РАССЛОЕНИЯ ПОРОД КРОВЛИ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ В ЗОНЕ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

В зоне опорного давления в кровле выработки происходит увеличение трещиноватости пород, уменьшение их прочности и устойчивости, увеличение ширины выработки вследствие отдавливания угля в бортах. Все это приводит к увеличению высоты свода естественного равновесия пород по сравнению с выработками, проводимыми в массиве.

Ключевые слова: зона опорного давления, трещиноватость пород, свод естественного равновесия.

INVESTIGATION OF EXFOLIATION HEIGHT OF ROOF ROCKS IN MINE WORKINGS WITHIN THE ZONE OF BEARING PRESSURE

Within the bearing pressure zone in the working's roof an increase of fracturing of rocks, decrease of their strength and stability, an increase of the working's width take place in consequence of coal splitting in banks. All this leads to the increase of vault height of natural rock equilibrium as compared with the workings being driven in rock mass.

Key words: zone of bearing pressure, fracturing of rocks, vault of natural equilibrium.

Исследования проводились на шахтах «Северная», «Заполярная», «Комсомольская», «Воркутинская», «Воргашорская» в штреках шириной 4,5-5,5 м и в монтажных камерах шириной 6,5-8,0 м. Цель исследований – определение параметров свода естественного обрушения пород в горных выработках в зоне опорного давления.

Определению высоты свода естественного равновесия в горных выработках посвящены работы отечественных и зарубежных ученых (М.М.Протодьяконов [3], П.М.Цымбаревич [4], Р.Квапил [2] и др.). Однако во всех этих работах рассматриваются выработки, проводимые в массиве вне зоны опорного давления, и только в работе К.А.Ардашева [1] упоминается о том, что в зоне опорного давления, вызванного очистными работами, высота свода естественного равновесия должна увеличиваться. Выяснению этого вопроса посвящены исследования, результаты которых приведены в данной статье.

Были оборудованы 22 замерные станции, расположенные на разных пластах, из них 16 – в конвейерных и вентиляционных штреках и 6 – в монтажных камерах. Горные выработки расположены на глубине 270-1010 м. Форма сечения выработок арочная и трапециевидная. Размеры сечений 10,4-19,5 м^2

Выработки проводились комбайном типа ГПКС, крепь – металлическая арочная или трапециевидная. Во всех случаях наблюдений рассматриваемые выработки охранялись от выработанного пространства целиками угля шириной 6-12 м.

Замерные станции состояли из пары контурных реперов типа «почва-кровля». Для измерений величин смещений только кровли и подъема почвы в боках выработки устанавливали горизонтально расположенные реперы, между которыми натягивали металлический тросик диаметром 2,5-3 мм. Для раздельной оценки величин смещений кровли и почвы измерялись расстояния между репером, в кровле или в почве выработки и натянутым тросиком. Измерения этих расстояний осуществляли с помощью рулетки ВНИМИ с точностью измерений ±0,5 мм.

Одновременно с измерениями смещений контура выработки проводились измерения высоты расслоения пород кровли в зависимости от расстояния до лавы. В сечении замерной станции бурили специальные скважины длиной до 7,5 м, в которых с помощью механического щупа производились замеры расслоения кровли в зависимости от расстояния до лавы. Измерения проводились один раз в неделю до попадания станции в зону опорного давления, а после попадания – ежедневно. Точность измерения ±1 мм.

Одновременно проводились измерения смещений контура и расслоений кровли выработок, расстояний от замерной станции до лавы, отмечались нарушение крепи, вывалы пород кровли величины отжима угля в боках выработки. Измерения проводились с помощью тесмяной рулетки, точность измерения ±0,5 см. Наиболее характерные моменты зарисовывались или фотографировались. Кроме того, фиксировались случаи перекрепления выработок, в которых можно было наблюдать формирование свода обрушения пород, и можно было измерить его параметры.

В монтажных камерах замерные станции оборудовались при их проведении на расстоянии 1,0-1,5 м от забоя и наблюдения проводились до стабилизации смещений, когда их скорость уменьшалась до 1-2 мм/сут. Результаты измерений на замерных станциях заносились в журнал наблюдений и затем эти данные обрабатывались, после чего результаты представляли в виде таблиц и графиков. При каждом очередном замере производилось не менее трех измерений расстояний между реперами, при этом величина отклонений измеряемых величин по каждому замеру не превышала ±0,5 мм.

Исследования проявлений горного давления в конвейерных и вентиляционных штреках на шахте «Комсомольская» проводились в выработках выемочного столба 312-ю по Четвертому пласту. Система разработки – длинными столбами по простиранию. Длина выемочного столба 1350 м, длина лавы 200 м, мощность пласта 1,45 м. Угол падения по простиранию 2-3°, по падению 4-8° Вмещающие породы представлены преимущественно алевролитами и песчаниками. Над пластом залегает ложная кровля, представленная слоем аргиллита мощностью 0,16-0,54 м. Непосредственная кровля – алевролит мощностью 13,2 м, с коэффициентом крепости f= 5-6,3. В почве пласта залегает алевролит мощностью 2,5 м (f= 6-6,5) и песчаник, мощность которого достигает 6,1 м (f= 8-9). Местами алевролит непосредственной почвы замещается песчаником. Глубина ведения горных работ 1030 м. Подготовка выемочного столба осуществлялась на длине 730 м парными выработками с оставлением целика между ними шириной 6 м, с последующим уменьшением целика на конечном участке до 2-3 м.

Через каждые 50-60 м оба штрека сбивались печами. Конвейерный штрек 312-ю пройден сечением 12,8 м^2, закреплен металлический арочной крепью КМП-А3 из СВП-27 с плотностью 1,5 р/м.

КШ-312-ю «бис» пройден сечением 10,3 м^2, закреплен арками КМП-А3 с плотностью 1,5 р/м.

На рис.1 представлены результаты исследований расслоений кровли в зоне опорного давления в конвейерных штреках 312-ю и 312-ю «бис». Расслоения кровли были отмечены на расстояниях 50-60 м от очист-

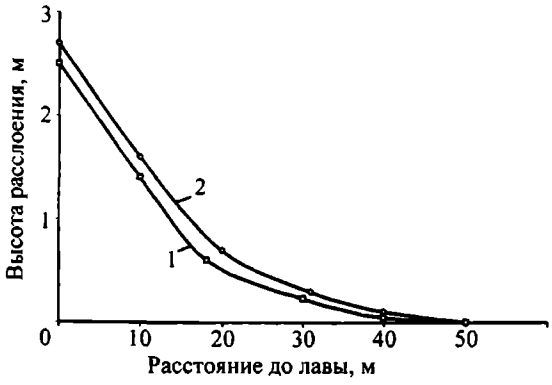


Рис.1. Графики изменения высоты расслоения пород кровли в зонах опорного давления в конвейерном штреке 312-ю (1) и в конвейерном штреке 312-ю «бис» (2) шахты «Комсомольская»

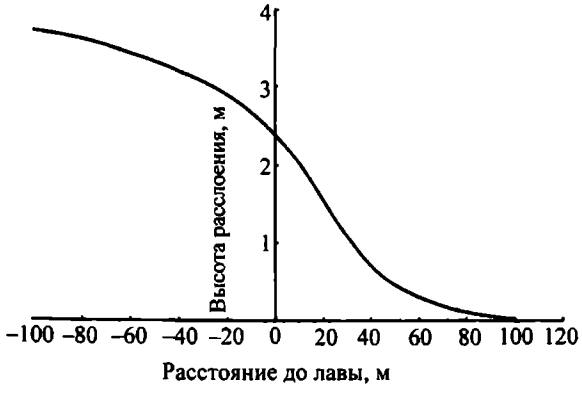


Рис.2. График изменения высоты расслоения пород кровли в зоне опорного давления в вентиляционных штреках 214-с шахты «Заполярная», пласт «Тройной»

ного забоя и до 20 м, глубина от кровли выработок не превышала 0,5-0,7 м, затем интенсивность увеличивалась и на уровне забоя лавы расстояния от кровли выработки до отслаивающегося слоя пород составляла 2,5-2,8 м. Одновременно с этим фиксировалось разрушения пород кровли в сечении замерной станции, при этом отмечались случаи прогибов металлической решетки (затяжки) в кровле, скопление на участках прогибов породной массы с размерами кусков 50 × 330 × 100 мм.

На шахте «Заполярная» исследования устойчивости широких выработок на границе с выработанным пространством в соответствии с принятой методикой выполнялись при подготовке и отработке выемочного столба 214-с по пласту Тройному. Лава 214-с пласта Тройного подготовлена по столбовой системе, отрабатывалась по простиранию комплексом ОКП-70. Длина выемочного столба 1750 м, длина лавы 150 м. Конвейерный штрек поддерживается за лавой для повторного использования. Глубина горных работ 690 м. На рассматриваемом участке пласт Тройной представлен двумя пачками полосчатого, полублестящего угля средней крепости. Мощность пласта 2,5 м, угол падения пласта 15-17°. Непосредственная кровля – аргиллит мощностью до 2,6 м, основная кровля – алевролиты и песчаники.

Вентиляционный штрек 214-с пласта Тройного был пройден с оставлением податливого угольного целика шириной 3,5 м. Штрек закреплен податливой металлической трапециевидной крепью МТПШ из спецпрофиля СВП-27 сечением в свету 8 м^2 Плотность установки принята равной 2 р/м. Впереди очистного забоя устанавливались стойки усиления под каждую раму.

На рис.2 представлены результаты исследований расслоения пород в зоне опорного давления в вентиляционном штреке 214-с шахты «Заполярная». Глубина расслоения пород на расстоянии 60 м от очистного забоя составила 0,25 м, затем от расстояния 40 м интенсивность расслоения пород увеличилась и на уровне забоя глубина расслоения составила 2,4 м. После прохода лавы интенсивность уменьшилась, но сохранялась тенденция наростания глубины расслоения и только на расстоянии 100 м за лавой наступила относительная стабилизация, при этом глубина расслоения составила 3,6 м от кровли выработки. Одновременно отмечались отдавливания бортов выработки, глубина которых на расстоянии 100 м за лавой составляла 1,6-1,8 м.

Выводы

1. Проведенные исследования убедительно показали, что в зоне опорного давления в кровле выработки происходит увеличение трещиноватости пород, уменьшение их прочности и устойчивости, а вследствие отдавливания угля в бортах – увеличение ширины выработки. Все это приводит к уве-

личению высоты свода естественного равновесия пород в выработках, подверженных влиянию очистных работ.

2. При расчете параметров анкерной крепи глубокого заложения необходимо учитывать эффект увеличения высоты свода естественного равновесия пород в зоне опорного давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ардашев К.А.* Обоснование и расчет анкерной крепи для поддержания выработок в условиях интенсивного горного давления / К.А.Ардашев, В.Е.Зайденварг, В.М.Бучатский; Сб. науч. тр. ВНИМИ. СПб, 1994. С.33-36.

2. *Квапил Р.* Новые методы в теории давления горных пород и горных ударов / В кн.: Горное давление. М.: Гостехиздат, 1961. С.34-35.

3. *Протодьяконов М.М.* Давление горных пород и различное крепление.Ч.I. Давление горных пород. М.: ГОНТИ, 1931. 104 с.

4. *Цымбаревич П.М.* Механика горных пород. М.: Углетехиздат, 1948. 303с.

REFERENCES

1. *Ardashev K.A., Zaidenvarg V.E., Buchatskiy V.M.* Substantiation and calculation of anchors for support of mine workings under conditions of intensive rock pressure. Proc. VNIMI. Saint Petersburg, 1993. P.33-36.

2. *Kvapil R.* New methods in the theory of rock pressure and rock bursts / In the book «Rock pressure». Moscow: Gostechizdat, 1961, P.34-35.

3. *Protodiakonov M.M.* Rock pressure and different types of supports. Part 1. Rock pressure. Moscow: GONTI, 1931. 104 p.

4. *Tsymbarevich P.M.* Rock mechanics. Moscow: Ugletechizdat. 1948. 303 p.