

УДК 622.274.526.48

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ГОРИЗОНТА ПРИ ЩИТОВОЙ ОТРАБОТКЕ КРУТЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Васютина В. В.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Стаття присвячена проблемам обґрунтування параметрів підготовки крутих пластів на основі уточненого механізму гірського тиску при щитовому вийманні. У роботі вирішена актуальна науково - практична задача з вибору місця закладання виробок, що дозволяє знизити витрати на їхнє проведення й підтримання.

Clause deals with the problems related to substantiation of the development of steep seams based on the corrected rock pressure mechanism during shield mining. The work solves research-practice problem of current importance: location of mine workings that allows reducing costs for their drivage and maintenance.

На крутых пластах Центрального района Донбасса основной объем комплексной механизированной добычи угля осуществляется с использованием щитовых агрегатов и, как показала практика, альтернативы этому способу нет. В настоящее время объемы применения щитовой выемки на крутом падении несколько снизились вследствие высокой стоимости агрегата и других, ухудшающих работу предприятий угольной промышленности факторов. Но по-прежнему в этом направлении есть вопросы, требующие более детального изучения. Прежде всего, это особенности геомеханических процессов, протекающие в горном массиве в окрестности выработок при щитовой отработке [1, 2]. Подготовка новых горизонтов и поддержание подготовительных

выработок на весь период их эксплуатации при разработке крутых угольных месторождений является одной из серьезных научных и производственных задач.

Проведенные исследования по состоянию горных выработок в Центральном районе Донбасса показали, что почти 30 % от общего количества требуют ремонта, из-за потери размеров поперечного сечения и зазоров, что не отвечают нормативным требованиям, предъявляемым к выработкам.

Причиной неудовлетворительного состояния горных выработок на шахтах крутого падения являются, как горно-геологические, так и горнотехнические условия. Одной из таких причин является относительно низкая прочность пород кровли и почвы [3].

Наиболее сложные условия поддержания выработок отмечаются на крутом падении, где в массиве наблюдаются участки интенсивной геологической нарушенности, а совместная отработка свит сближенных пластов сопровождается образованием многочисленных зон повышенного горного давления. Возникла необходимость усовершенствования методики подготовки откаточного горизонта с точки зрения расположения подготовительных (полевых) выработок.

Были проанализированы ранее проведенные исследования в этой области и выделен ряд вопросов требующих более детального рассмотрения. Это, прежде всего определение параметров горного давления в подготовительных выработках на вентиляционном и откаточном горизонте при применении щитовых агрегатов. Для этого были использованы общепринятые отраслевые методики замеров [5] с использованием контурных и глубинных реперов, применяемые для решения аналогичных задач. Метод контурных реперов использовался в выработках для определения смещения контура горной выработки за разные периоды времени при движении очистного забоя, а метод глубинных реперов позволил определить параметры влияния щитовой выемки на окружающий горный массив и определить дальность зоны влияния забоя в боковых породах.

Исследования были проведены на различных пластах крутого падения, где технологический процесс разработки ведется щи-

товой выемкой. Это пласты: « k_5 – «Великан», k_5' – «Подпяток», l_4' – «Девятка», ш. им. Артема ГП «Артемуголь», m_3 – «Толстый», k_3 – «Дерезовка», ш. им. Ф. Э. Дзержинского ГП «Дзержинск-уголь» и пл. k_3 – «Дерезовка», ш. им. К. Маркса ГП «Орджоникидзеуголь». В среднем глубина ведения работ составляла 860 м, мощность пластов в среднем (1,2 – 1,8 м). Исследования проводились в пластовых и полевых откаточных штреках, расстояние до смежного пласта – (15 – 25 м), окружающие откаточный штрек породы песчаник, песчаный сланец. Состав пород междупластья глинистый сланец – 62 %, песчаники – 7 %, сланцы песчаные – 31 %.

Порядок выемки пластов следующий. Сначала вынимаются щитовыми агрегатами полосы на верхних горизонтах, с оставлением межэтажного целика шириной до 10 м. Высота этажа, в котором ведутся очистные работы, составляет 140-150 м, ширина одной щитовой полосы 60 м, скорость движения лав составляет 40 м/мес., выемка угля и управление кровлей осуществляется щитовым агрегатом 2 АНЩ.

Для примера был выбран случай наиболее характерный при разработке свит крутых угольных пластов: замеры напряженно-деформированного состояния горного массива в окрестности полевой выработки проводились по двум пластам в условиях надработки выработок щитовым забоем. Это откаточный штрек по пласту « k_5 – «Великан», который надрабатывался щитовым забоем по пласту k_5' – «Подпяток» и штрек пласта k_5' – «Подпяток», надрабатываемый щитовым забоем по собственному пласту. Мощность междупластья составляла 15 м по нормали. Сам пл. k_5 – «Великан» обрабатывался молотковой лавой, породы междупластья $k_5 - k_5'$ составляют: глинистые сланцы – 62 %, песчаники – 7 %, сланцы песчаные – 31 %. В таблице 1 представлены сводные данные результатов исследований по скоростям сближения пород в штреках и дальности влияния створа забоя.

Замеры проводились по методике с использованием контурных реперов [3, 4]. Поскольку любой геомеханический процесс наиболее точно отображается скоростью его протекания, поэтому обработка результатов исследований свелась к определению скоростей конвергенции в выработках и размеров зоны влияния на

смежные участки от забоя при различных геомеханических ситуациях.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований параметров проявлений горного давления в подготовительных выработках

| Шахта, горизонт, индекс пласта | Скорости сближения боковых пород мм/сут. | | Размеры зоны влияния на смежные участки от забоя, м | |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| | при отсутствии влияния щитового забоя | в период активного влияния щитового забоя | в сторону массива | в сторону выработанного пространства |
| Ш. им. Артема, 860 м, k_5 – «Великан» | 2 | 8 | 25 | 30 |
| Ш. им. Артема, 860 м, k_5 – «Великан» | 6 | 20 | 25 | 30 |
| Ш. им. Дзержинского 916 м, k_3 – «Дерезовка» | 1,5 | 7 | 25 | 30 |
| Ш. им. Дзержинского, 916 м, m_3 – «Толстый» | 2 | 11 | 25 | 30 |
| Ш. им. Артема, 860 м, l_4^H – «Девятка» | 2 | 12 | 25 | 28 |
| Ш. им. К Маркса, 750 м, k_3 – «Дерезовка» | 2 | 8 | 25 | 25 |

Как видно из представленных данных по скоростям сближения боковых пород в откаточном штреке при приближении к нему щитового забоя по собственному пласту, в штреке на расстояние менее 30 м скорости сближения резко возрастают с 8 мм/сут.

до 16 – 20 мм/сут. и так же резко снижаются после остановки забоя.

Отработка смежной щитовой полосы при расположении замерных станций в 25 – 30 м от створа щитового забоя увеличивает скорости сближения боковых пород в штреке с 3,8 мм/сут. до 10 мм/сут. на незначительный период от 5 до 10 сут. Как видно из представленных данных, в полевых штреках пл. «Великан», скорости конвергенции ниже в 2-3 раза по сравнению с пластовыми штреками, надрабатываемыми щитовым забоем по собственному пласту (штрек по пл. «Подпяток»).

Представляет интерес и сравнение воздействия опорного давления от движущегося щитового забоя на выработки откаточного горизонта, расположенные в собственном и в нижележащем (15 м пород междупластья с содержанием прочных пород песчаники и песчанистые сланцы до 32 %) пласте.

По результатам замеров видно, что влияние щитового забоя (зоны опорного давления) на собственный штрек начинает сказываться с расстояния 30 м и на смежные со створом участки штрека на расстоянии 25 – 30 м.

Характерно, что отмечено влияние отработки и на участки штрека, которые находятся и вне створа. Наиболее интенсивное влияние створа щитового забоя проявляется на расстоянии 30 м (в массив) и до 35 м в сторону выработанного пространства. Причина в том, что горный массив в сторону выработанного пространства уже отработан и смещения будут более интенсивными [4].

Выполненные экспериментальные исследования в подготовительных выработках позволили установить особенности деформирования горного массива в окрестности горных выработок только фиксированных точек, что определяется расположением пластов и выработок. Для более детального исследования горного массива во ВНИМИ разработан метод глубинных реперов [3]. Этот метод очень информативен, но весьма трудоемок и дорог. Нами совместно с инженерными работниками шахт были оборудованы наблюдательные станции на ш. им. Ю. Гагарина ПО «Артемуголь» и им. Ф. Э. Дзержинского ГП «Дзержинскуголь» на пластах m_3 .

На (рис. 1, 2) представлені графіки залежностей смещення кровлі над щитовим забоем від величини подвигання забоя по пл. m_3 на різних шахтах.

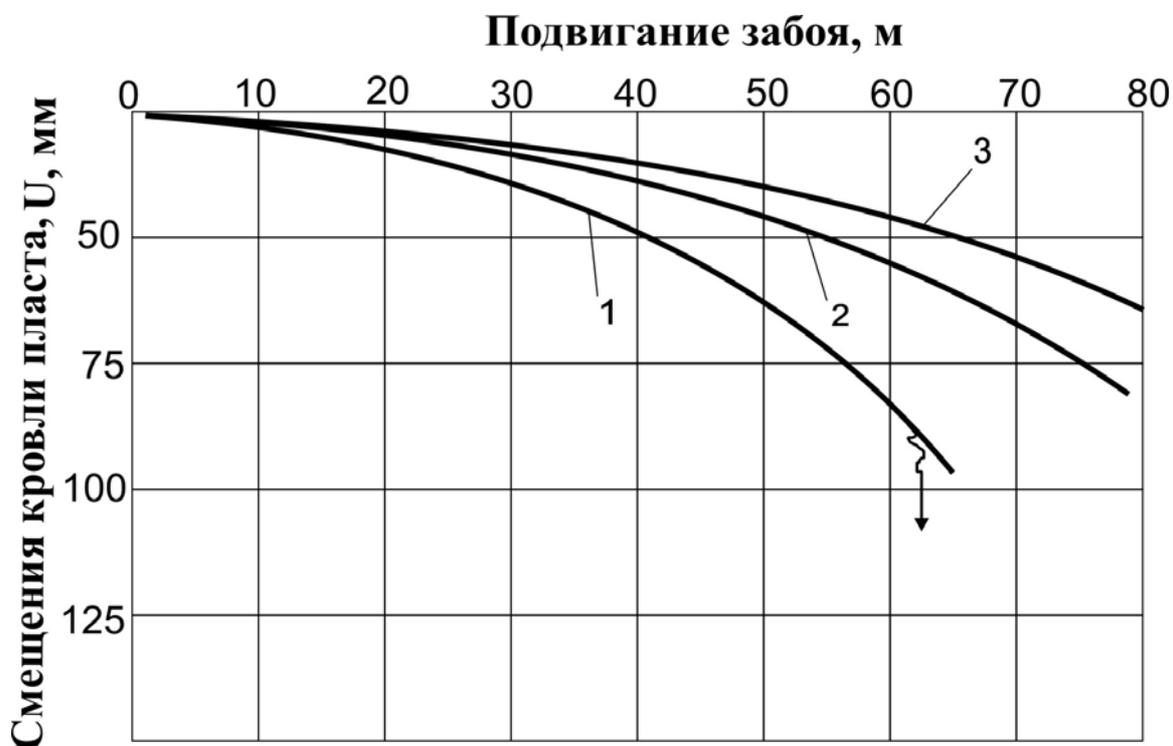


Рис. 1. Графік залежності смещення кровлі над щитовим забоем пласта m_3 – «Толстый», ш. ім. Ю. А. Гагарина 1, 2, 3 – № глибоких реперів

Установлено, що при розробці крутих угольних пластів щитовими агрегатами, такі технологічні параметри як вибір місця заложення підготовительних виработок, параметри їх кріплення, спосіб охорони і інші фактори впливають на процес деформування горного масива як в неопосередкованій близькості до щитового забоя, так і на весь подрабований горний масив і вище отрабований горизонт.

Як видно з графіків, смещення порід кровлі відмічено при наблизженні забоя до скважини уже на відстані 26 – 28 м (на рівні 1-3 м від пласта) і на 24 м при розташуванні репера в 8-10 м в кровлі пласта.

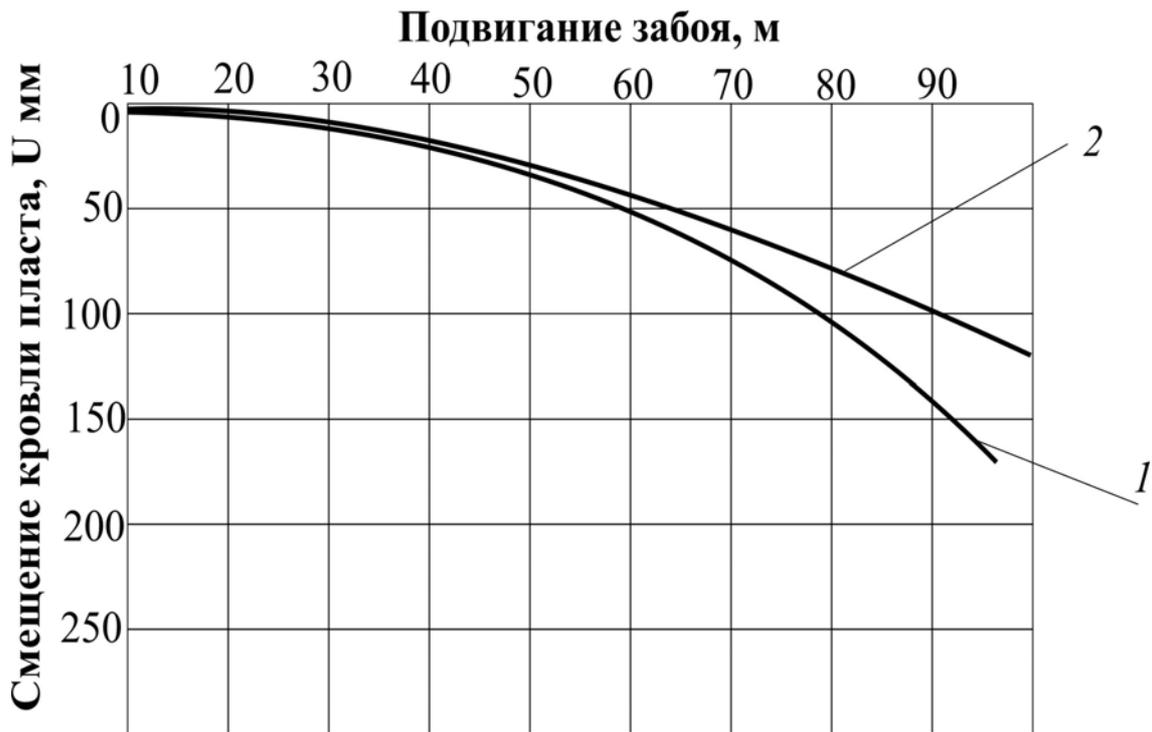


Рис. 2. График зависимости смещения кровли над щитовым забоем от величины подвигания забоя, m_3 - «Толстый», ш. им. Ф. Э. Дзержинского: 1, 2 - № глубинных реперов

При щитовой выемке процесс деформирования охватывает породы кровли, почвы и боковых пород, развивается более интенсивно, чем при традиционной отработке угольных пластов лавами по простиранию.

Поэтому при выборе технологических параметров при щитовой выемке следует обязательно учитывать установленные особенности характера деформирования окружающего горного массива.

Размеры зоны опорного давления впереди щитового забоя зависят от горно-геологических параметров (мощности пласта, мощности и прочности пород непосредственной и основной кровли), горнотехнических параметров и условий отработки пласта (ширины щитовой полосы, параметров крепления выработок и способов их охраны) и составляют 25 – 30 м, что меньше на

15 – 20 % длины зоны опорного давления (в этих же условиях) по простиранию.

Если привести полученные параметры к вынимаемой мощности пласта, то получим: влияние обрабатываемой щитовой полосы в пределах этажа сказывается в сторону выработанного пространства на расстоянии $20 m$ (где m – вынимаемая мощность пласта). Отработка следующих щитовых полос практически уже не влияет на конвергенцию боковых пород на участках штреков, находящихся на расстоянии свыше 60 м. Следует отметить, что на удалении от створа на 20 – 30 м скорости сближения боковых пород значительно снижаются и не превышают фоновых значений 1 – 1,5 мм/сут. Следовательно, дальность влияния щитового забоя в сторону от створа не превышает значение 30 м, т.е. 0,5 длины щитового забоя.

Выполненные исследования позволяют разработать геомеханическую схему формирования зон ПГД на уровне откаточного горизонта при щитовой выемке (рис. 3) и тем самым сделать вывод о том, что при выемке угля щитовым забоем по падению пласта в горном массиве формируется «эллипсоид» зоны опорного давления асимметричной формы.

Влияние так называемого «эллипсоида» проявляется на расстоянии $20 m$ от забоя, охватывая толщу до 15 m в кровлю и 10 m в почву от уровня пласта. Учитывая данную особенность, можно определить технологию выбора места заложения полевого штрека и монтажной печи под вентиляционным горизонтом. По мере удаления от створа забоя коэффициент нормальных напряжений затухает по экспоненциальной зависимости. «Эллипсоид» как бы является условной картиной исследуемого процесса. Представленная геомеханическая схема в дальнейшем позволяет при расположении полевых подготовительных выработок на откаточном горизонте учитывать зону влияния щитового забоя на окружающий горный массив и выбирать параметры крепления этих выработок.

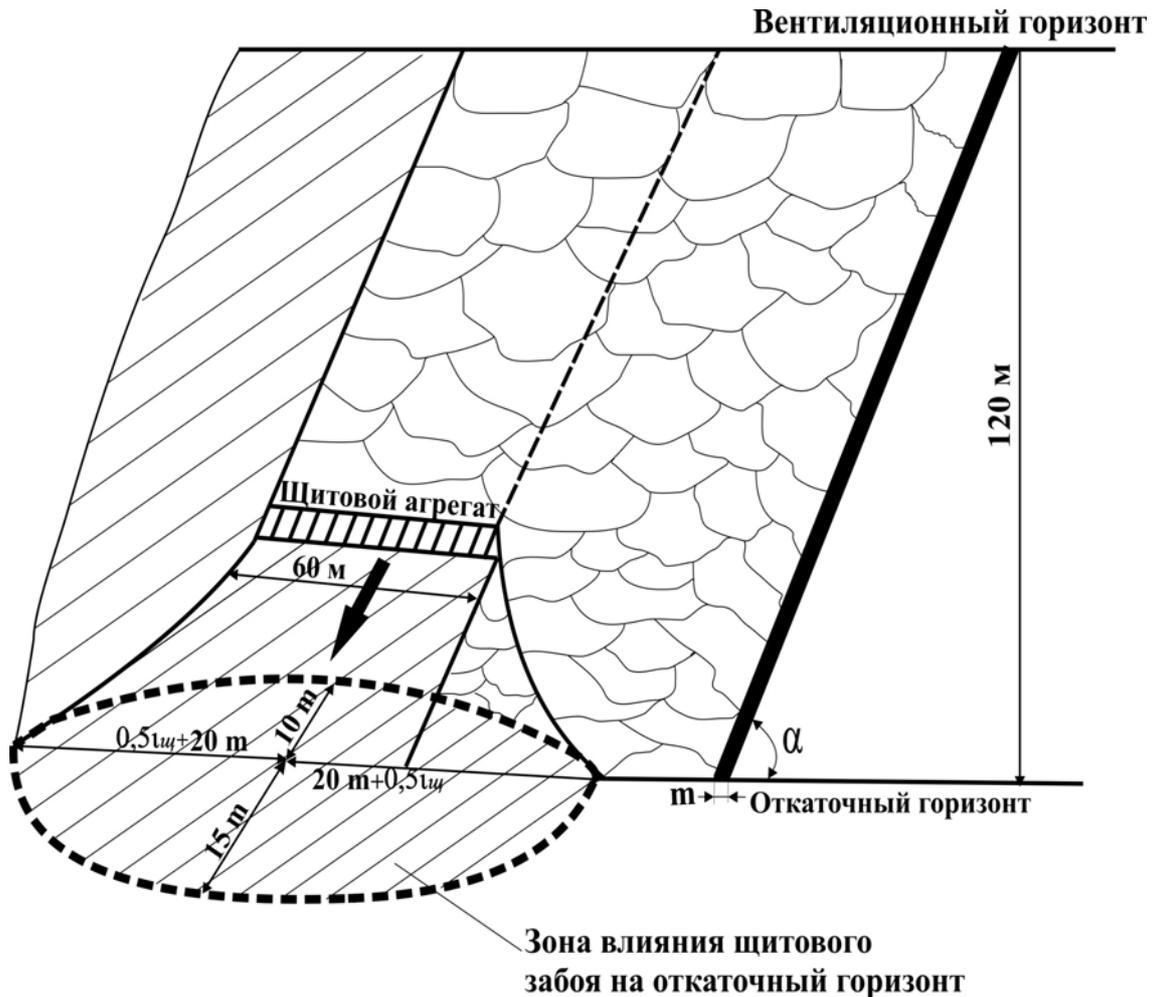


Рис. 3. Геомеханическая схема формирования зон ПГД на уровне откаточного горизонта при щитовой выемке: α – угол падения пласта; m – вынимаемая мощность пласта, $l_{щ}$ – ширина щитового забоя

Выводы.

1. Размеры зоны опорного давления впереди щитового забоя зависят от горно-геологических параметров (мощности пласта, мощности и прочность пород непосредственной и основной кровли), а также от горнотехнических параметров отработки (ширины очистной полосы, параметров крепления выработок и способов их охраны) и составляют 20 – 25 м, что меньше на 15 – 20 % длины зоны опорного давления (в этих же условиях) по простиранью.

2. При выемке угля щитовым забоем по падению пласта в горном массиве формируется «эллипсоид» зоны опорного давления асимметричной формы, на расстоянии 20 *m* в зоне движущегося забоя с распространением в почву до 15 *m* и в кровлю 10 *m*, что можно учесть при выборе места заложения левого штрека и монтажной печи на вентиляционном горизонте.

3. При определении места расположения полевой подготовительной выработки необходимо учитывать геомеханические процессы, происходящие в горном массиве при отработке крутых угольных пластов щитовой выемкой.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Булат А. Ф. Управление геомеханическими процессами при отработке угольных пластов / Анатолий Федорович Булат, А. Т. Курносков [монография]. – Киев: Наукова думка, 1987. – 302 с.
2. Влияние ПГД на смещение пород, вмещающих подрабатываемый квершлаг / А. Ф. Борзых, О. В. Князьков, В. И. Лиликович // Уголь Украины. – 2002. – № 11. – С. 25 – 27.
3. Питаленко Е. И. Геомеханические процессы отработки крутых угольных пластов: новые исследования и решения: [монография]. / Е. И. Питаленко, С. Б. Кулибаба, Гавриленко Ю. Н., Тиркель М. Г. - Донецк, 2007. – 378 с.
4. Пивень Ю. А. Геомеханические основы технологии разработки угольных пластов Донбасса. [монография]. / Под общ. ред. Ю. А. Пивня. – Донецк: «ВИК», 2007. – 322 с.
5. Методические указания по совершенствованию способов управления горным давлением при разработке свит угольных пластов Донбасса с углами падения свыше 35° – Л.: ВНИМИ. 1985. - 38 с. (Нормативный документ Мин-ва уг. пром. СССР).