

УДК: 622.831.27

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Лобков Н. И.

(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Наведено результати досліджень зрушення породного масиву над виробленим простором та особливостей формування гірського тиску під час ведення очисних робіт.

The results of research into rock mass movement above the worked coal face and the features of rock pressure development around moving longwall are given.

Проявления горного давления при ведении очистных работ играют решающую роль в обеспечении безаварийных условий выемки угля подземным способом. Первое место среди травм с летальным исходом занимает травматизм из-за обрушения кровли в очистных и подготовительных выработках. Кроме вопросов безопасности, горное давление определяет поведение пород и в основном технологические параметры очистных работ. Решение вопросов управления горным давлением, упрочнения, разупрочнения пород, крепления кровли, определения длины лавы находятся в прямой зависимости от условий формирования горного давления. Существующие расчетные методы не позволяют прогнозировать давление на крепь выработок с достаточной надежностью, что особенно актуально при ведении горных работ на большой глубине.

Интенсивность проявлений горного давления зависит от условий его формирования. В очистных забоях и подготовительных выработках горное давление проявляется преимущественно в виде деформирования крепи и краевой части пласта и эти деформации вызываются в основном действием опорного давления.

Результаты исследований [1] показывают, что опорное давление на краевую часть пласта формируется за счет изгиба породных слоев над выработанным пространством. Величина его впереди очистного забоя не является постоянной и изменяется по мере подвигания лавы [2]. Размер зоны опорного давления изменяется в пределах от 40 м до 120 м на глубине 1000–1200 м.

Результаты замеров деформаций подготовительных выработок впереди забоя лав Торезско-Снежнянского, Донецко-Макеевского и Красноармейского районов показывают следующее. При залегании в кровле пласта мощных породных слоев размер зоны опорного давления не превышает 40 м при работе одиночной лавы в массиве угля и впереди второй лавы, примыкающей к выработанному пространству, особенно до первичной посадки основной кровли. После первичной посадки основной кровли, особенно при значительном развитии горных работ (последовательная отработка более трех лав) размер зоны опорного давления увеличивается до $0,1H$ (где H – глубина ведения работ), наблюдаются колебания напряжений в породах кровли, вызванные изгибом и обрушением различного числа породных слоев.

Натурные наблюдения за сдвижением породных слоев над выработанным пространством путем бурения скважин с поверхности [3, 4], представляют собой довольно сложный эксперимент, требующий больших материальных и временных затрат. Поэтому характер поведения породных слоев над выработанным пространством и механизм формирования опорного давления представляется возможным исследовать на моделях из эквивалентных материалов.

Целью исследований является изучение особенностей формирования горного давления в выемочном поле лавы.

Моделирование процессов сдвижения вмещающего массива над выработанным пространством производилось согласно методике [5]. В моделях № 1 и № 2 принимались условия разработки соответственно пласта h_8 шахты «Прогресс» и пласта d_4 шахты «Красноармейская-Западная № 1». В модели № 1 (рис. 1) велась отработка последовательно трех лав, при управлении кровлей полным обрушением, так как масштаб моделирования был принят 1:300, а длина лавы 180 метров. Отработка первой лавы (вы-

емка слоя, заменяющего пласт) производилась с учетом масштаба времени. После выемки пласта выдерживалось время равное в масштабе времени подвигания лавы на сто метров. За это время, как предполагалось, интенсивные сдвигения пород кровли, включающие в себя первичную посадку основной кровли, должны закончиться. Также должна сформироваться область сдвигения пород.

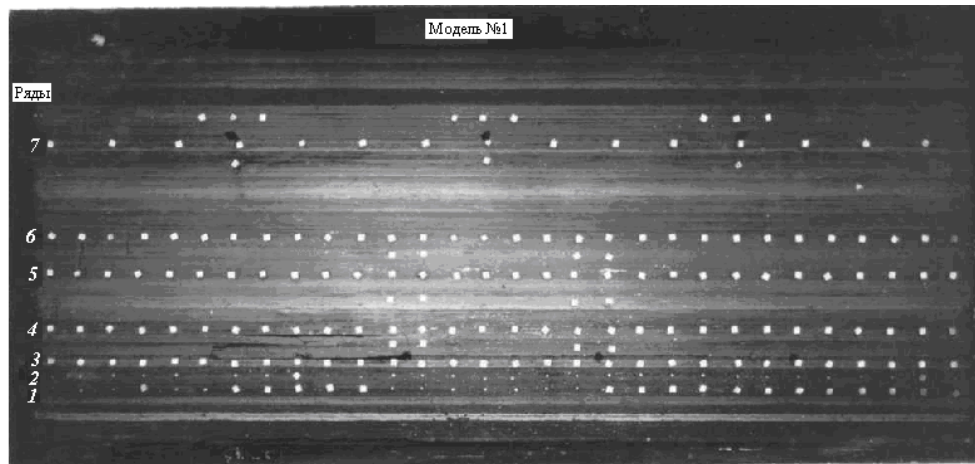


Рис. 1. Общий вид модели № 1

Смещение пород в модели осуществлялось методом фотофиксации. Изменение напряжений между слоями фиксировалось тензодатчиками. На рисунке 2 показаны области сдвигения породных слоев при выемке одной (I), двух (II) и трех (III) лав.

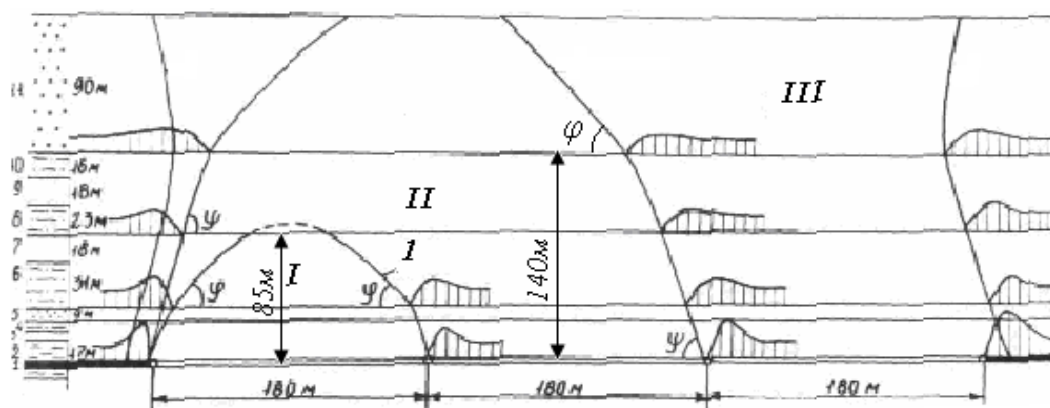


Рис. 2. Схема сдвигения породных слоев при отработке трех лав

На схеме: I – область сдвижения пород при отработке одной лавы; II – область сдвижения пород при отработке двух лав; III – область сдвижения пород при отработке трех лав.

Установлено, что при отходе лавы от разрезной печи на 94 м (в пересчете на натуру) породы кровли, представленные прочным слоем 2, мощностью 17 м, зависают и обрушаются вместе со слоями № 3; 4. Слой № 5, представленный 9-ти метровым песчаником, зависает и обрушается после отхода лавы еще на тридцать метров. На рисунке 2 показано, что при выемке первой лавы, длиной 180 м, в сдвижение пришли семь породных слоев. Восьмой слой завис не прогибаясь. В область сдвижения над первой лавой (I), входят обрушившиеся слои № 2–5, и прогнувшиеся слои № 6 и № 7. Зона обрушения слоев ограничена линиями обрушения, наклоненными к горизонту под углом обрушения ψ , зона изгиба слоев ограничена линиями изгиба, наклоненными к горизонту под углом изгиба ϕ . Углы ψ и ϕ находятся в пределах соответственно 76° – 80° и 45° – 46° . Образовавшаяся область полных сдвижений кровли, подтвердила сделанные ранее предположения.

При выемке последовательно второй лавы длиной 180 м размер зоны сдвижения пород увеличивается. Обрушаются над выработанным пространством слои № 2–10 и зависает, прогнувшись, слой № 11. Вышележащие слои также зависают, передавая пригрузку на слой № 11.

Величина опорного давления P_{on} в модели изменяется по мере обрушения слоев. Значение величины опорного давления над пластом соответствовало сумме давлений слоев, находящихся в области сдвижения.

Отмечено, что породные слои в области сдвижения делятся на группы слоев. В группу входят прочный несущий слой и более слабые породные слои, прогибающиеся и обрушающиеся вместе с несущим слоем.

Особый интерес представляет развитие области сдвижения пород до первичной посадки кровли.

На рисунке 3 приведена область сдвижения пород перед первичной посадкой, построенная с учетом углов обрушения и прогиба породных слоев.

По мере подвигания очистного забоя от точки А к точке В, слой № 2 прогибается, формируя опорное давление на краевую часть пласта. Вместе с ним прогибаются обрушенные, более слабые слои № 3 и № 4. В момент первичной посадки обрушается слой № 2 со слоями № 3 и № 4. Вышележащие слои № 5 и № 6 прогибаются не обрушаясь. Область АДСВ представляет собой область сдвижения пород, без учета слоев пригрузки. Область АДЕС₁Е₁Д₁В₁ – это область сдвижения пород с учетом слоев пригрузки. Учет слоев пригрузки приводит к изменению шага обрушения кровли, в сторону уменьшения, на 15...18 % (рис. 3).

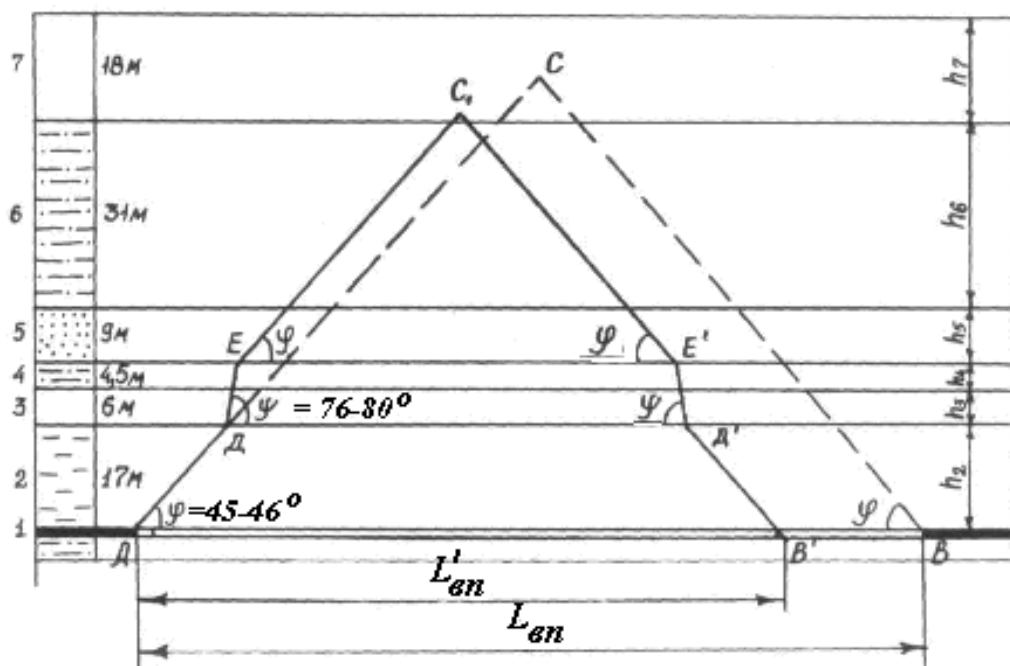


Рис. 3. Развитие области сдвижения пород перед первичной посадкой кровли

Таким образом, в результате моделирования установлено:

- по мере увеличения выработанного пространства происходит последовательный изгиб породных слоев в направлении от пласта к поверхности;
- по мере сдвижения, породные слои делятся на группы, где присутствуют прочный несущий слой и залегающие сверху него более слабые слои пригрузки;

– линии изгиба и обрушения породных слоев наклонены к плоскости пласта соответственно под углами $\varphi = 45^\circ\text{--}46^\circ$ и $\psi = 76^\circ\text{--}80^\circ$;

– количество породных слоев, участвующих в формировании опорного давления определяется областью сдвижения пород, которая ограничена линиями изгиба и обрушения пород;

– величина опорного давления перед первичной посадкой определяется суммой давления групп слоев на опору.

Результаты моделирования позволяют определять величину максимального опорного давления из выражения:

$$P_{on}^{\max} = \sum_{i=1}^n P_{on,i}, \text{ МПа,}$$

где $P_{on,i}$ – опорное давление группы слоев, входящей в область сдвижения, определяемое, как давление жестко защемленных балок на опору, МПа.

Результаты исследований позволяют прогнозировать величину опорного давления при первичной посадке кровли.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Ильяшов М. А. Уточнение особенностей геомеханики и закономерностей сдвижения породного массива над очистным забоем / М. А. Ильяшов, Н. И. Лобков, Е. Н. Халимендииков. — В кн. Горный информационно-аналитический бюллетень № 8, Москва, МГГУ, 2008, С. 20—23.
2. Антипов И. В. Исследования изменения опорного давления впереди очистных забоев пологих пластов. / И. В. Антипов, Н. И. Лобков. — В сб. Физико-технические проблемы горного производства / Вып. № 6. Под общей редакцией А. Д. Алексева. — Донецк : ООО «Апекс», 2003. — С. 78—80.
3. Канлыбаева Ж. М. Закономерности сдвижения горных пород в массиве. / Ж. М. Канлыбаева. — Изд-во «Наука», 1968. — С. 108.
4. Хохлов И. В. Комплексное исследование массива горных пород. / И. В. Хохлов. — М. : Наука, 1986. — 163 с.

5. Насонов И. Д. Моделирование горных процессов / И. Д. Насонов. — Изд. 2, «Недра», 1978. — С. 256.
6. Лобков Н. И., Порубай В. В. Геодинамическое обоснование характера обрушения кровли в очистных забоях. Сб. Физико-технические проблемы горного производства / Вып. № 7. Под общей редакцией А. Д. Алексеева. — Донецк : ИФГП НАНУ, 2004. — С. 181—187.