

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 сдвижения пород.

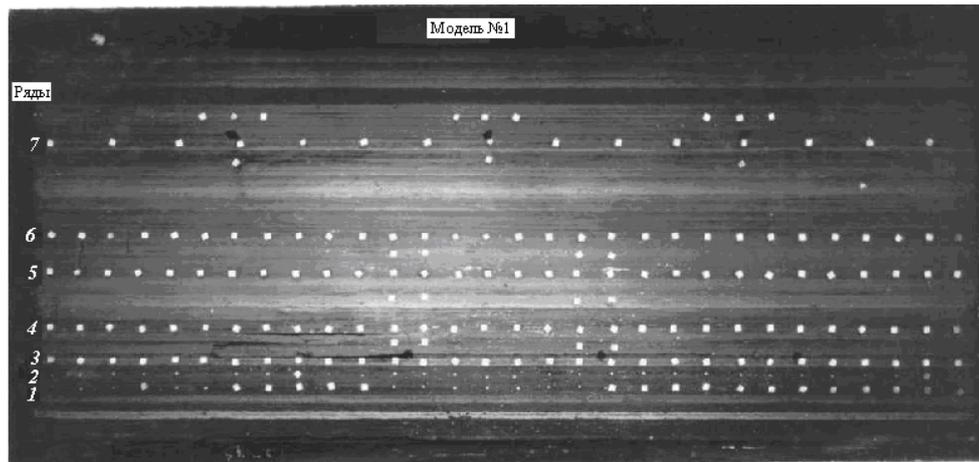


Рис. 1. Общий вид модели № 1

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

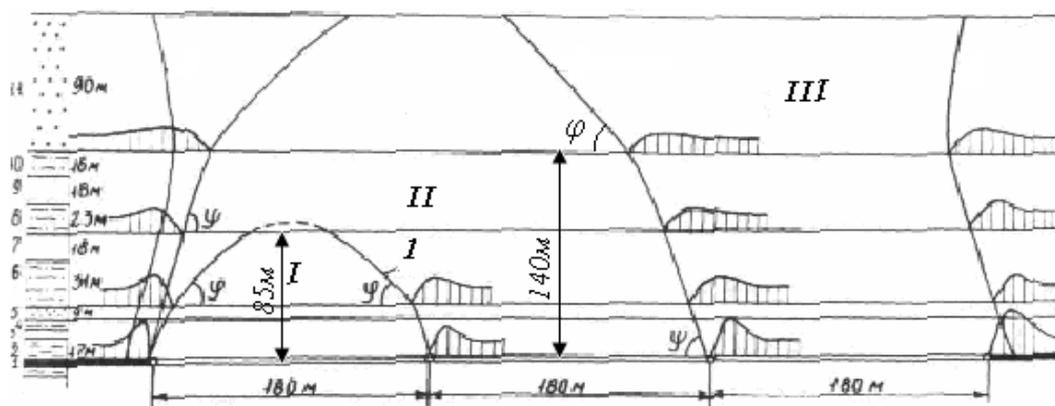


Рис. 2. Схема сдвижения породных слоев при отработке трех лав

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  $\psi$ , зона изгиба слоев ограничена линиями изгиба, наклоненными к горизонту под углом изгиба  $\phi$ . Углы  $\psi$  и  $\phi$  находятся в пределах соответственно  $76^\circ$ – $80^\circ$  и  $45^\circ$ – $46^\circ$ . 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 АДЕС<sub>1</sub>Е<sub>1</sub>Д<sub>1</sub>В<sub>1</sub> – 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).

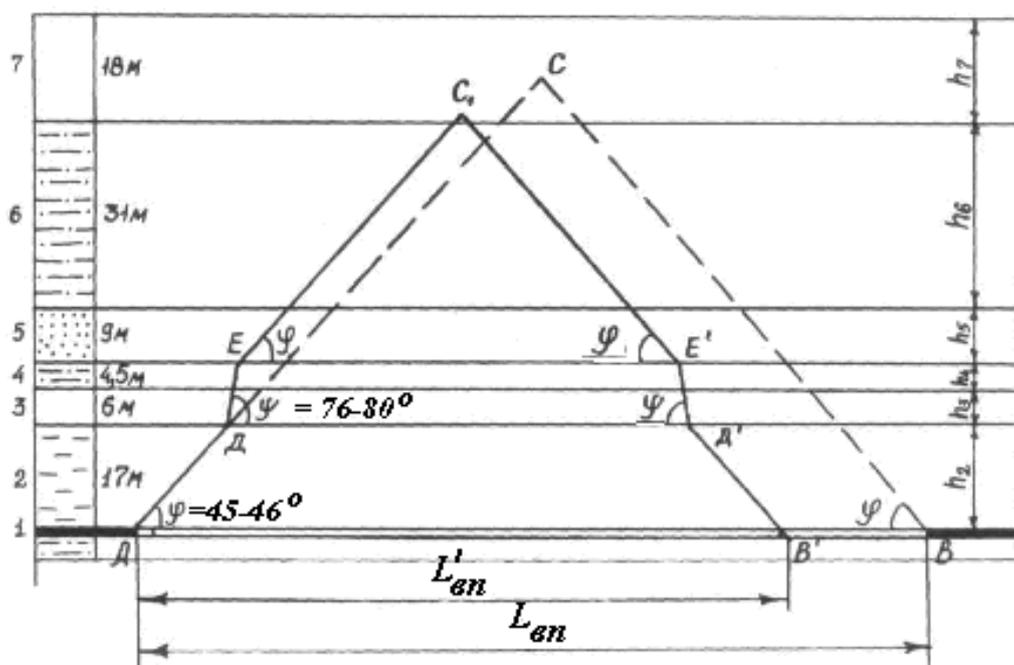


Рис. 3. Развитие области сдвижения пород перед первичной посадкой кровли

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.