

УДК 622.268.24

Н.И. Лобков

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАСТИ ПОЛНЫХ СДВИЖЕНИЙ КРОВЛИ ПРИ РАБОТЕ ЛАВЫ В МАССИВЕ УГЛЯ

Институт физики горных процессов НАН Украины

Приведены результаты исследований влияния строения вмещающего массива на формирование области полных сдвижений пород над выработанным пространством методами физического и компьютерного моделирования. Определено количество породных слоев, сдвигающихся в результате работы одиночной лавы в массиве угля. Обоснован метод расчета максимального опорного давления в очистном забое одиночной лавы в массиве угля.

В формировании опорного давления на краевую часть пласта одиночной лавы, работающей в массиве угля, принимает участие ограниченное число породных слоев, изгибающихся над выработанным пространством на большой глубине разработки. Количество породных слоев ограничивается областью полных сдвижений пород, высота которой в среднем в настоящее время принимается равной $\frac{2}{3} \ell_l$ (длины лавы) [1]. Однако различными исследованиями установлено [2], что на формирование области полных сдвижений первостепенное влияние оказывает строение вмещающей толщи пород. При наличии в кровле пласта мощных слоев (10–30 м) прочных пород высота области полных сдвижений уменьшается и составляет $(0,4–0,5)\ell_l$, соответственно уменьшается число слоев, формирующих опорное давление. Предельный пролет мощных слоев прочных пород может составлять 100–160 м., что в 2–4 раза увеличивает концентрацию опорного давления. Обрушение этих слоев часто приводит к завалам лав. При отсутствии мощных породных слоев высота области полных сдвижений достигает $(1,0–1,2)\ell_l$, концентрация опорного давления не превышает $(2–3)\gamma H$.

Актуальной проблемой работы является установление особенностей формирования области полных сдвижений кровли при работе лавы в массиве угля.

В зависимости от строения вмещающего массива возникают различные условия формирования области полных сдвижений пород кровли при выемке угольного пласта. По строению породы кровли разделяют на три группы.

К первой группе относятся породы кровли, при строении которых непосредственно над пластом залегает мощный (10–30 м) слой прочной породы ($f > 6$), а выше него залегают менее устойчивые породные слои мощностью менее 10 м, служащие пригрузкой мощному слою (рис. 1,а).

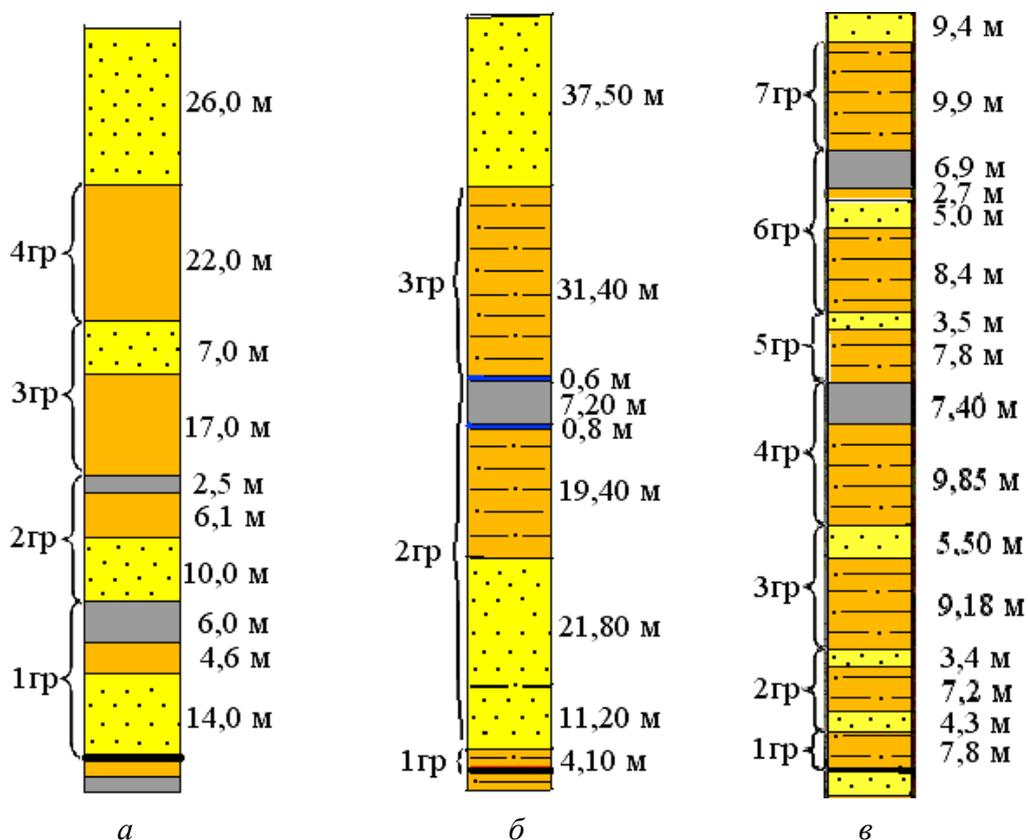


Рис. 1. Варианты строения породного массива кровли: а – первая группа; б – вторая группа; в – третья группа; 1гр–6гр – группы слоев кровли

Ко второй группе относится породный массив, при строении которого непосредственно над пластом залегает маломощный слой пород (мощностью менее 10 м), а выше него - мощный слой прочных пород (рис. 1,б). В первой и второй группах строения породного массива над разрабатываемым пластом на разном удалении от пласта залегают мощные породные слои.

Породы третьей группы строения представляют собой массив, сложенный породными слоями, в котором мощность каждого слоя менее десяти метров (рис. 1,в).

Исследования поведения пород кровли разрабатываемого пласта над выработанным пространством методами физического и компьютерного моделирования позволили установить особенности сдвижения пород трех групп строения массива.

С увеличением отхода лавы от разрезной печи наблюдается следующее поведение пород кровли первой группы строения массива. До первичного обрушения первой группы породных слоев (рис. 2) происходит изгиб кровли

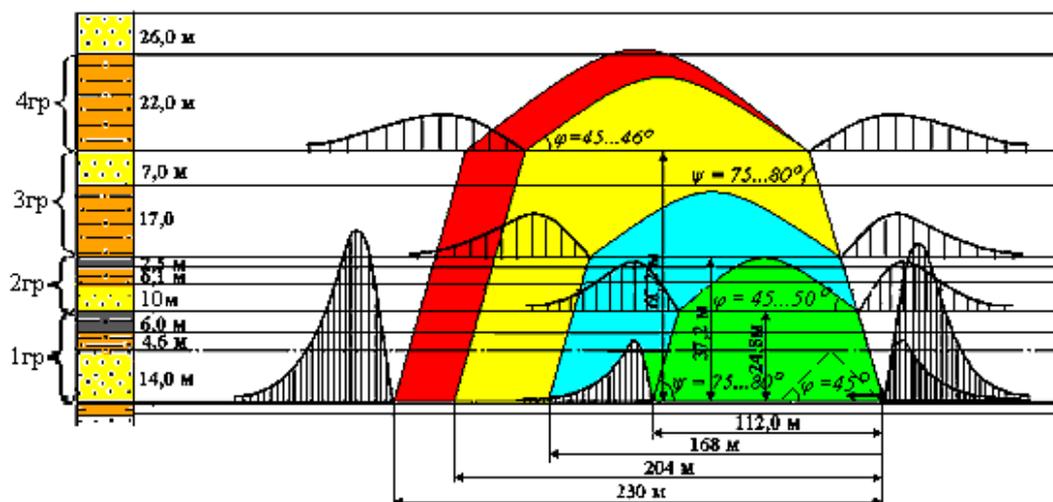


Рис. 2. Формирование области сдвижения пород кровли первой группы строения массива над выработанным пространством при отходе лавы от разрезной печи на расстояние, равное длине лавы

над выработанным пространством в пределах упругости несущего слоя (песчаник мощностью 14 м). Величина опорного давления на угольный пласт перед обрушением кровли достигла $3,5\gamma H$, при отходе лавы от разрезной печи на 112,0 м первая группа слоев обрушилась. Образовалась область полных сдвижений кровли, состоящая из зоны обрушения пород мощностью 24,8 м и зоны изгиба пород второй группы слоев. Эта область полных сдвижений ограничена линиями обрушения и изгиба пород, наклоненных к плоскости залегания пласта под углами $\psi = 75\text{--}80^\circ$ и $\varphi = 45\text{--}50^\circ$ соответственно. Величина опорного давления на угольный пласт после обрушения первой группы слоев составила $1,4\gamma H$. С отходом лавы от разрезной печи на 168 м и 204 м произошло обрушение соответственно второй и третьей групп породных слоев кровли (рис. 2). Увеличилась высота и площадь области полных сдвижений в целом. Высоты зон обрушения в области полных сдвижений составили 37,2 м и 61,2 м соответственно. Величина опорного давления на угольный пласт плавно возрастала при продвижении лавы и скачкообразно изменялась (уменьшалась) при обрушении группы слоев. Последующее продвижение лавы сопровождалось практически постоянным значением величины опорного давления. При отходе лавы от разрезной печи на величину, равную длине очистного забоя, четвертая группа слоев кровли прогнулась в пределах упругости без обрушения. Максимальная величина опорного давления (рис. 3) достигла $5,0\gamma H$.

На рис. 4 представлена вторая группа строения породного массива кровли разрабатываемого пласта. Обрушение непосредственной кровли, представленной алевролитом (слой №1) мощностью 4,1 м, произошло при отходе лавы от разрезной печи на 72 м. Величина опорного давления перед обрушением достигла $1,7\gamma H$. Дальнейшее продвижение лавы привело к плавному изгибу первой группы слоев и увеличению опорного давления (рис. 3) до величины $7,8\gamma H$.

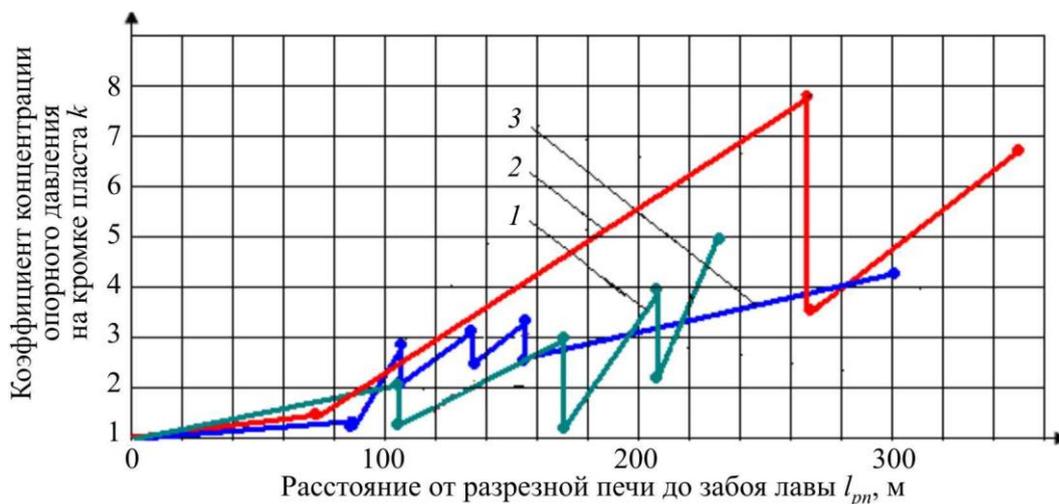


Рис. 3. Изменение величины опорного давления впереди лавы при различном строении кровли: 1, 2, 3 – группы строения массива кровли

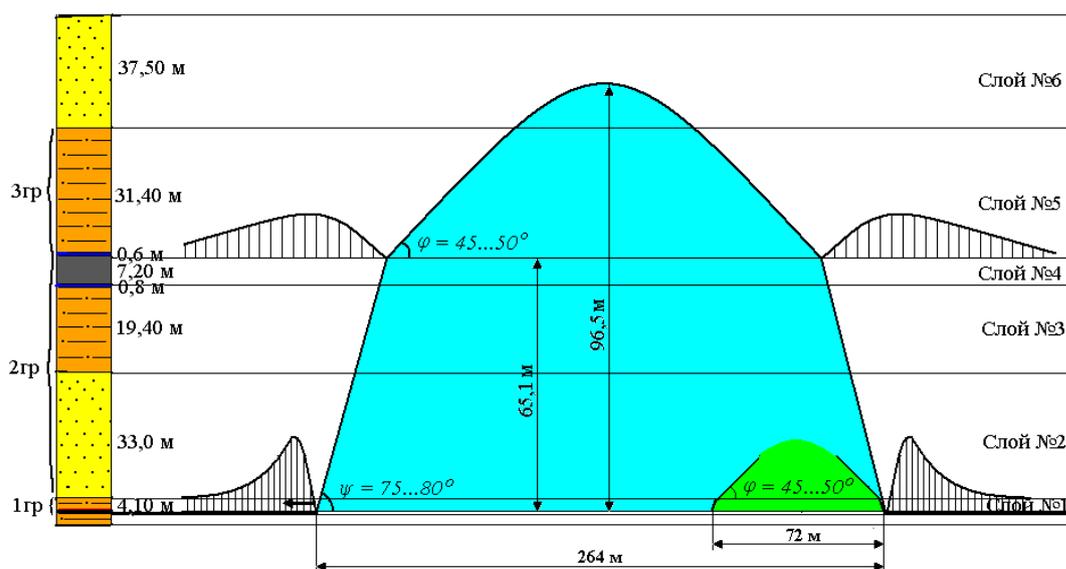


Рис. 4. Формирование области сдвижения пород кровли второй группы строения массива над выработанным пространством при отходе лавы от разрезной печи на расстояние, равное длине лавы

При отходе от разрезной печи на расстояние 264 м произошло интенсивное обрушение первой группы слоев. Величина опорного давления уменьшилась до $3,6\gamma H$. При отходе лавы на 350 м от разрезной печи (на расстояние, равное длине лавы) высота области полных сдвижений пород кровли не изменилась и составила 96,5 м ($0,36l_l$), ее параметры стабилизировались, величина опорного давления возросла до $6,8\gamma H$. При дальнейшем продвижении лавы очевидно будут происходить только вторичные посадки первой и второй групп слоев кровли.

В третьей группе строения массива пород кровли (рис. 5) отсутствуют мощные слои прочных пород. Породы кровли, представленные чередующи-

мися слоями мощностью до 10 м, образуют последовательно обрушающиеся группы слоев. Первая группа слоев обрушилась после отхода лавы от разрезной печи на 84 м. Вышележащие группы слоев обрушались последовательно через каждые 20–30 м.

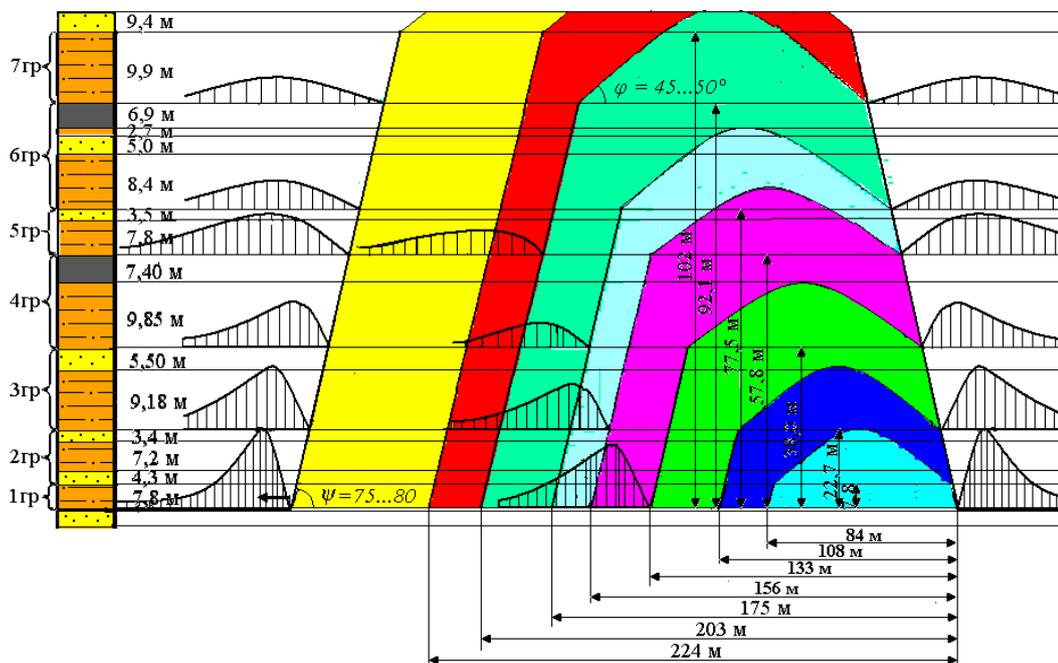


Рис. 5. Формирование области сдвижения пород кровли третьей группы строения массива над выработанным пространством при отходе лавы от разрезной печи на расстояние, равное длине лавы

Перед их обрушением не отмечалось увеличения давления на краевую часть пласта как со стороны очистного забоя, так и со стороны разрезной печи. Величина опорного давления колебалась (рис. 3) от 1,3 γH до 3,5 γH . Интенсивность обрушения пород носила умеренный характер, не приводящий к завалу лавы. Максимальная высота области полных сдвижений кровли составила 1,1 l_L (длины лавы).

Результаты исследований показывают, что наличие в кровле пласта мощных слоев прочных пород ограничивает высоту области полных сдвижений и соответственно количество породных слоев, участвующих в сдвижении. Как правило, с мощностью несущего слоя увеличивается общая мощность слоев пригрузки в изгибающейся группе слоев. В формировании области полных сдвижений принимают участие не более четырех групп слоев с мощными несущими слоями прочных пород. Изгиб мощных слоев прочных пород определяет повышенную концентрацию опорного давления, что способствует разрушению краевой части пласта и пород кровли над призабойным пространством. Концентрация опорного давления над подготовительными выработками приводит к повышенному давлению на крепь, ее деформированию, к необходимости ремонта выработок.

Известно, что породный слой над выработанным пространством можно представить как плиту, жестко защемленную с четырех сторон [3]. Максимальный изгиб плиты при соотношении ее сторон 1 к 2 равен изгибу балки, жестко защемленной на опорах [4]. При определении максимального давления на опору породных слоев или групп слоев, изгибающихся над выработанным пространством, слои можно представить как балки, жестко защемленные на опорах [5]. Учитывая, что размер зон разрушения угольного пласта в результате изгиба кровли в действующей лаве составляет 3–5 м, что более чем на порядок меньше предельного пролета породного слоя, и пренебрегая размерами зон разрушения пласта, максимальную величину опорного давления можно определить из выражения [6]:

$$P = \sum P_i + \gamma H, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где P_i – давление группы слоев на опору, МПа; γ – средний объемный вес пород кровли пласта, МН/м³; H – глубина залегания пласта, м.

$$P_i = \frac{1}{2S} \cdot \gamma \cdot \left(h + \sum_{i=1}^n h_i \right) \cdot l \cdot a, \text{ МПа}, \quad (2)$$

где S – единичная площадка приложения силы P , м²; h и h_i – мощность несущего слоя и слоя пригрузки соответственно, м; l – предельный пролет слоя перед обрушением [7], м; a – единичная ширина балки-полоски, м.

Выводы.

1. Опорное давление на призабойную часть пласта и подготовительные выработки формируется породными слоями кровли, заключенными в области полных сдвижений пород над выработанным пространством.

2. Область полных сдвижений кровли ограничивается линиями изгиба и обрушения породных слоев, наклоненных к плоскости залегания пласта под углами $\varphi = 45\text{--}50^\circ$ и $\psi = 76\text{--}80^\circ$ соответственно.

3. Породные слои в области полных сдвижений делятся на группы. Каждая группа состоит из несущего устойчивого слоя и вышезалегающих, менее устойчивых слоев, служащих несущему слою пригрузкой, или одного несущего слоя. Изгиб и обрушение слоев в группе происходят одновременно.

4. После отхода одиночной лавы, работающей в массиве угля, от разрезной печи на расстояние, равное длине лавы, параметры области полных сдвижений кровли практически не изменяются.

1. Сапицкий К.Ф. Технология, механизация и автоматизация производственных процессов при подземной разработке пластовых месторождений [Текст] / К.Ф. Сапицкий, Д.В. Дорохов, А.Ю. Якушевский. – М.: Недра, 1974. – 240 с.
2. Хохлов И.В. Комплексное исследование массива горных пород [Текст] / И.В. Хохлов. – М.: Наука, 1986. – 163с.

3. Турчанинов И.А. Основы механики горных пород [Текст] / И.А. Турчанинов, М.А. Иофис, Э.В. Каспарьян. – Л.: Недра, 1977. – 503 с.
4. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин [Текст] / И.Г. Бубнов. – М.: Государственное изд-во технико-теоретической литературы, 1953. – 423 с.
5. Кузнецов Г.Н. Взаимодействие боковых пород и крепи в очистных выработках пологопадающих пластов каменного угля [Текст] / Г.Н. Кузнецов // Исследования по вопросам маркшейдерского дела. - № XXVII, Углетехиздат, 1953. – С. 31–42.
6. Лобков Н.И. К вопросу о механизме формирования горного давления в лавах пологих пластов [Текст] / Н.И. Лобков // Физико-технические проблемы горного производства. – Вып. 6. – 2003. – С.81–87.
7. Лобков М.І. Розвиток наукових основ прогнозу обвалення порід покрівлі при вийманні лавою пологого пласта [Текст] / М.І. Лобков: – автореф. дис. на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: спец 05.15.02 «Підземна розробка родовищ корисних копалин». – Донецьк, 2012. – 36 с.

М.І. Лобков

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОБЛАСТІ ПОВНИХ ЗРУШЕНЬ ПОКРІВЛІ ПРИ РОБОТІ ЛАВИ В МАСИВІ ВУГІЛЛЯ

Наведено результати досліджень впливу будови вміщуючого масиву на формування області повних зрушень порід над виробленим простором за допомогою методів фізичного та комп'ютерного моделювання. Визначено кількість породних шарів, які зрушуються при веденні очисних робіт. Обґрунтовано метод розрахунку максимального опорного тиску в очисному вибої одиночної лави в масиві вугілля.

N.I. Lobkov

FEATURES OF FORMING OF AREA OF COMPLETE MOVING OF ROOF DURING WORK OF LAVA IN ARRAY OF COAL

Results over of researches of influence of structure of containing array are brought on forming of area of the complete moving of breeds above mine-out space of physical and computer design methods. The amount of pedigree layers, moved as a result of stoppings is determined. The method of calculation of maximal supporting pressure is reasonable in a cleansing coalface.