

Таким образом, на основании проведенного исследования при существующих форме сечений штреков, типе крепи и бесцеликовых способах их охраны установлены следующие значения рациональной области применения технологии безнишевой выемки:

- мощность разрабатываемого пласта, м – любая при применении серийной узкозахватной техники;
- угол падения пласта, град до 18;
- устойчивость пород кровли не ниже средней
- устойчивость пород почвы малопучающая.

Библиографический список

1. Намакштанский В.Я., Котлов Э.С. Безопасность труда в комплексе механизированных очистных забоях. – М.: Недра, 1979. – 127 с.
2. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

УДК 622.831.27

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ПОВЕДЕНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА НАД ВЫРАБОТАННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ ЛАВ

Лобков Н.И. – к.т.н., доцент; Сергиенко А.И. – аспирант
Институт физики горных процессов НАНУ

При отработке угольных пластов происходит обрушение породных слоев над выработанным пространством лав. Обрушение кровли в призабойной части лавы приводит к аварийной ситуации на добычном участке. Разработка методов прогноза поведения кровли над очистным забоем является на сегодняшний день одной из актуальных задач в технологии угольного производства. Так при залегании слабых пород в кровле пласта (крепостью $f \leq 5$ по шкале Протодяконова, глинистые сланцы, песчаные сланцы) происходит разрушение пород кровли пласта в зоне ПГД на мелкие фракции. При подходе лавы к разрушенной зоне происходит высыпание дробленых фракций пород в призабойную часть с образованием породного купола над секциями крепи. Секции крепи не имеют распора, что затрудняет дальнейшую эксплуатацию комплекса (рис.1). Для устранения аварийной ситуации, выкладывают деревянные костры из брусьев для придания секциям крепи распора. При этом снижается безопасность работ, повышается вероятность травматизма, увеличиваются простои участка, происходит потеря добычи. Все это сказывается на себестоимости угля

Если в кровле пласта залегают крепкие породы (крепостью $f > 5$ по шкале Протодьяконова, песчаные сланцы, песчаники), происходит обрушение крупных блоков, что приводит к посадке механизированного комплекса нажестко. При изъятии секций из-под блоков применяют буровзрывные работы, что в свою очередь приводит к разрушению секций крепи и выхода их из эксплуатации (рис.2). Опять же это приводит к значительной потере добычи и сказывается на себестоимости угля.

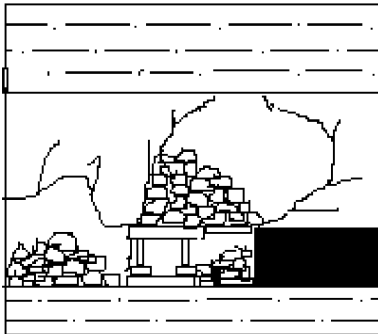


Рисунок 1. – Обрушения пород кровли мелкими фракциями.

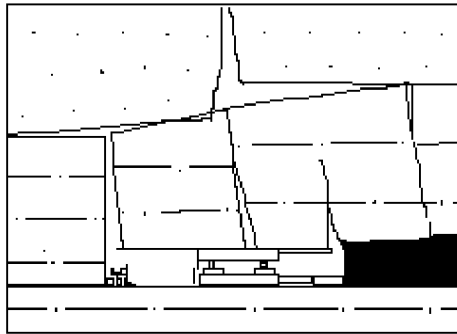


Рисунок 2. – Обрушения пород кровли крупными блоками.

Исследованию сдвижения породного массива над выработанным пространством лав посвящены работы Конлыбаевой, Борисова, Турчанинова, Кузнецова, Хохлова, Фисенко. В их исследованиях отмечалось, что над выработанным пространством происходит последовательное сдвижение породных слоев в направлении от выработанного пространства до поверхности. Однако до сих пор не было определено, сколько и какие породные слои участвуют в формировании опорного давления, т.е. не была определена методика прогнозирования характера поведения породного массива при отработке угольных пластов. Решению этой проблемы посвящено данное исследование.

Для этого, по геологоразведочным скважинам строится геологический разрез. По паспортным данным для каждого типа пород определяются его прочностные свойства: предел прочности породы на сжатие и растяжения, коэффициент бокового распора и удельный вес породы. Затем, для каждого слоя необходимо определить предельный пролет. Напряжения, возникающие в зоне опорного давления, при этом имеют максимальные значения. По данным предельного пролета, с учетом угла прогиба, определяем несущие слои и слои пригрузки, т.е. группы слоев. Те слои, которые обрушаются вслед за нижним несущим слоем, как имеющие меньший предельный пролет, называют слоями пригрузки.

На каждом этапе проектирования отхода очистного забоя устанавливаем зону сдвижения, по углу прогиба и углу обрушения. Значения этих углов получены экспериментальным путем. Угол прогиба ($45^{\circ} - 50^{\circ}$) является углом между горизонтальной осью и линией, соединяющей точки начала прогибов, для нижней и верхней линии породного слоя. Угол обрушения ($76-80^{\circ}$) является углом нарастания трещин при разрушении слоя (рис. 3).

Определение зоны сдвижения пород над выработанным пространством, по мере отхода лавы от разрезной печи, позволит:

- определить количество групп породных слоев, оказывающих решающее влияние на формирование опорного давления;
- рассчитать величину опорного давления впереди очистного забоя;
- определить шаг первичной посадки каждой группы слоев.

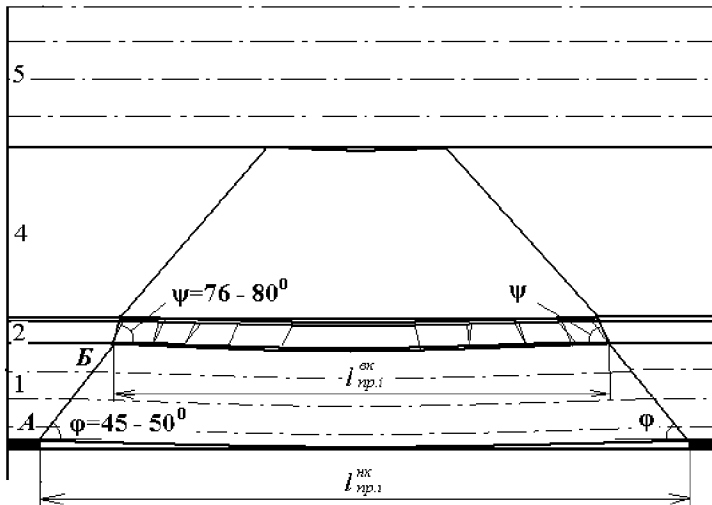


Рисунок 3 – Модель поведения породного массива над выработанным пространством лав.

Критерием определения обрушения слоя является формула Фисенко для определения предельного состояния при сжатии с растяжением:

$$\sigma_{nc} = \sigma_o \left(1 - \frac{\sigma_{np}}{\sigma_p} \right) \quad (1)$$

где σ_{nc} – допустимое нормальное сжимающее напряжение при одновременном действии бокового растягивающего напряжения σ_{np} ;

σ_o и σ_{np} – предел прочности породы соответственно на сжатие и растяжение.

Для определения величины предельного пролёта слоя используем известное решение Г.Л. Фисенко [1]:

$$l = \sqrt{\left(\frac{\sigma_o \cdot h}{7 \cdot \sigma_p}\right)^2 + \frac{h}{\gamma}(\sigma_o - 2\lambda\gamma H) - \frac{\sigma_o \cdot h}{7\sigma_p}}, \text{ м} \quad (2)$$

где l - предельный пролёт слоя, м; σ_o и σ_p – предел прочности породы на сжатие и растяжение соответственно, МПа, h – мощность рассчитываемого слоя, м; λ – коэффициент бокового распора; γ – удельный вес породы, МН/м³; H – глубина залегания слоя, м.

Затем, с учетом слоев пригрузки следует уточнить предельный пролет несущего слоя из выражения (1) [2],

$$l = h \sqrt{\left[\frac{\sigma_o \cdot h}{7\sigma_p (h + \Sigma h_i)}\right]^2 + \frac{\sigma_o - 2\lambda\gamma H}{\gamma (h + \Sigma h_i)} - \frac{\sigma_o \cdot h^2}{7\sigma_p (h + \Sigma h_i)}}, \text{ м} \quad (3)$$

где Σh_i – суммарная мощность слоев пригрузки, м.

Наличие в кровле мощных породных слоев, каждый из которых является концентратором напряжений и принимает активное участие в формировании опорного давления, является причиной завалов лав, внезапных выбросов, горных ударов и других горно-динамических явлений. На характер поведения слоев влияет также их мощность и количество. Не все слои участвуют в сдвигении. В пределах одиночной лавы формируется определенная высота зоны сдвигения. При отработке очередных забоев, эта высота изменяется с учетом сдвигения очередных посадок вышележащих слоев.

По вышеизложенному алгоритму для прогнозирования поведения породных слоев разработана программа «Предельный пролет» на языке Visual Basic (рис. 4). Расчет велся по геологическим данным шахты «Прогресс».

При этом получена графическая интерпретация зоны сдвигения, определены группы слоев, получены числовые величины предельного пролета каждой группы, выявлена первичная посадка каждой группы слоев. Программа выполняет все выше описанные задачи, включая прогноз поведения породного массива (рис .5).

В качестве резюме следует отметить, что решение данной проблемы позволит определить прогноз поведения пород кровли, зону сдвигения, выявить количество слоев, участвующих в формировании опорного давления и т.д. Учет негативных факторов данных характеристик позволит обеспечить безопасность и продуктивность ведения горных работ.

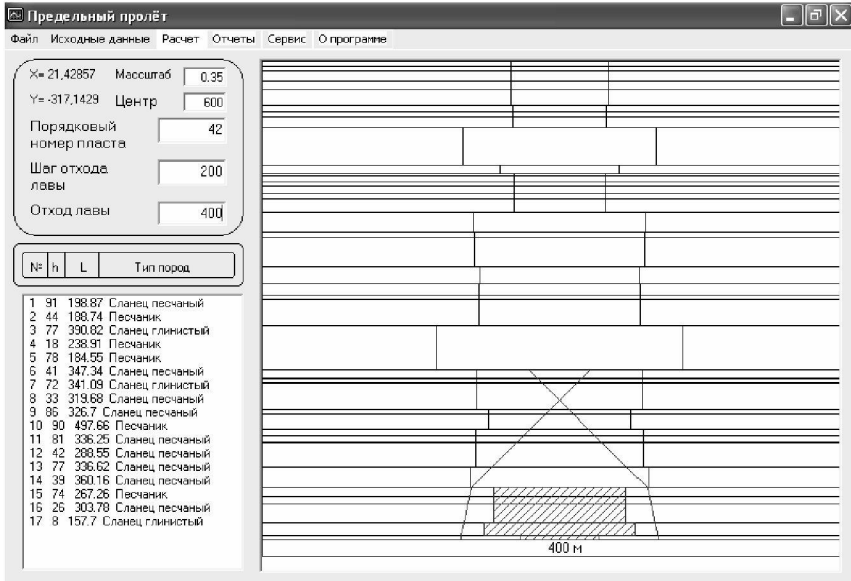


Рисунок 4 – Прогноз обрушения пород кровли с помощью программы «Пределный пролет».

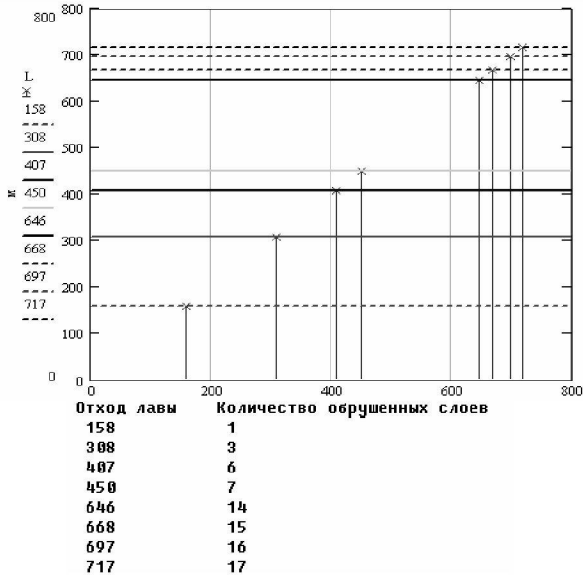


Рисунок 5. – Прогноз первичных посадок группы слоев породного массива.

Литература

1. Фисенко Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. –М.: Недра,1976,-272с.
2. Лобков Н.И. Исследование сдвижения породных слоев над очистными выработками пологих пластов. В сб. Материалы международной научно технической конференции «Проблемы механики горно-металлургического комплекса» г. Днепропетровск, 2002.-с.175-176.

УДК 539.375

**СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИСПЫТАНИЯХ
ОБРАЗЦОВ**

Бачурин Л.Л.; Ревва В.Н.*, д.т.н.; Ляшок Я.А., к.т.н., доц.; Исаенков А.А.
Красноармейский индустриальный институт ДонНТУ,
* Институт физики горных процессов НАН Украины

Сопrotивляемость горных пород разрушению (трещиностойкость) наиболее адекватно характеризуется величиной эффективной поверхностной энергии (ЭПЭ), которая является интегральной энергетической характеристикой свойств материала и применима как к статическому, так и динамическому разрушению. В частности, на использовании ЭПЭ основан один из методов прогноза выбросоопасности горных пород [1].

Определение вязкости разрушения (трещиностойкости) большинством рекомендованных методик предполагает испытания образцов пород в лабораторных условиях [1—3]. При этом характеристики трещиностойкости определяют преимущественно при неравновесных механических испытаниях и, в случаях, когда необходимы более детальные данные о процессе разрушения, – при равновесных испытаниях. Форма образцов и схема нагружения определяется целевыми характеристиками вязкости разрушения – обычно это критические коэффициенты интенсивности напряжений K_{IC} , K_{IIc} и, реже, K_{IIIc} . Скалярные коэффициенты интенсивности напряжений K_I , K_{II} и K_{III} в соотношении с вязкостью разрушения K_{IC}^2 определяют критерий развития трещины в сложном напряженном состоянии:

$$K_I^2 + K_{II}^2 + \frac{K_{III}^2}{1-\nu} = K_{IC}^2 \quad (1)$$

Поверхностная же энергия твердого тела γ связана с вязкостью разрушения функциональной зависимостью: