

Рис. 5. График изменения абсолютной величины ускорения конвергенции вмещающих пород по длине лавы

Значение ускорения конвергенции вмещающих пород является геомеханическим критерием оценки протяженности концевых участков лавы. На этих участках необходимо применять специальные крепи с плавно нарастающим сопротивлением и бесступенчатой податливостью [3], или другие нетрадиционные средства крепления.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов И.В., Поважный С.Ф. Шахтные исследования особенностей взаимодействия механизированных крепей с вмещающими породами // Известия вузов. Горный журнал.- 1994.- № 3.- С. 45-50.
2. Антипов И.В. Стратегия и критерии принятия решений.- Проблемы экологии: ДонГУ, 1999.- № 1.- С. 70-75.
3. Антипов И.В., Кравченко В.Е. Шахтные испытания механизированной крепи нового уровня // Известия Донецкого горного института.- 1999.- № 3.- С. 47-51.

УДК 622.831.325

### ПАРАМЕТРЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

**д.т.н. Гребёнкин С.С., к.т.н. Ильин А.И.** (Комплексный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по проблемам Центрального района Донбасса (ДонНИИ), **к.т.н. Керкез С.Д.** (Территориальное управление Госнадзорохрантруда по Луганской области)

Основой шахтных пневматических конструкций является силовой элемент, состоящий из мягкой оболочки, напряжённой избыточным давлением сжатого воздуха.

Применение пневматических конструкций, заполненных сжатым воздухом, в качестве специальной крепи очистных забоев позволяет трансформировать известный способ управления горным давлением "плавное опускание" в способ управления горным давлением – "упорядоченное опускание пород кровли" по всей длине лавы.

Однако, имеется большое количество очистных забоев, где требуется повышенная несущая способность специальной крепи, более жёсткая её рабочая характеристика, что вызывает необходимость применения других рабочих тел в силовых её элементах. В качестве такого рабочего тела может быть использована вода или водо-воздушная смесь.

Применение воды в качестве рабочего тела в пневматических конструкциях весьма редко. Однако, известен опыт использования воды при испытаниях пневматических костров на заводе-изготовителе. Кроме того, имеются единичные случаи изменения оболочек, заполненных водой в выработках на Соколовском руднике, Запорожском железнорудном комбинате и ГХК "Лисичанскуголь".

Выполненными исследованиями доказана возможность применения пневматических костров типа БПМ-3 повышенной жесткости и несущей способности для охраны подготовительных выработок [1].

Применение пневматических конструкций, заполненных водой, позволит значительно упростить технологические схемы, используемые в очистных забоях, исключив дорогостоящие конструкции из лесных материалов (органная крепь, кусто-костры, костры, как обычные, так и накатные, костры из шпального бруса и другие виды специальных крепей).

Для пневматических конструкций, заполненных водой нет необходимости иметь на шахте компрессорное хозяйство, поскольку рабочее тело – вода – может быть использована из шахтной водяной магистрали, избыточное давление в которой достаточно для обеспечения предварительного распора несущего элемента.

В результате аналитических исследований, выполненных авторами статьи установлена аналитическая зависимость для определения несущей способности крепи из мягких оболочек, заполненных водой, с учётом её предварительного распора и приращения несущей способности при смещении боковых пород от объёмного состава рабочей жидкости и воздуха, имеющая вид [2].

$$F = F_{np} + \Delta F = P \cdot \left[ l_0 - \frac{m_0}{n_n} + \frac{\pi}{2 \cdot n_n} \cdot (m_0 - m) - 2 \cdot k \cdot P \right] \cdot \left[ L_0 - \frac{m_0}{n_n} + \frac{\pi}{2 \cdot n_n} \cdot (m_0 - m) - 2 \cdot k \cdot P \right] + \frac{0,00269}{\alpha} \cdot (\Delta H)^2, \text{ кН} \quad (1)$$

где  $F_{np}$  – предварительный распор, кН;

$F$  - приращение несущей способности крепи при смещении боковых пород, кН;

$P$  - избыточное давление рабочего тела в оболочке, МПа;

$l_0$  - ширина оболочки, м;

$m$  - мощность пласта, м;

$n_n$  - количество полостей в оболочке типа БПМ, шт.;

$m_0$  - начальная высота оболочки, м;

$k$  - коэффициент, характеризующий изменения размера краевой зоны взаимодействия оболочки с боковыми породами (для оболочек типа БПМ -  $k=0,079$ );

$\alpha$  - соотношение содержания остаточного объема воздуха в оболочке, заполненной водой ( $\alpha \leq 1$ , например, если 50% объема оболочки составляет воздух, тогда  $\alpha=0,5$ );

$\Delta h$  - величина смещения боковых пород, м.

С целью определения технических и технологических возможностей применения мягких оболочек, заполненных водой, в качестве средств крепления и управления горным давлением в очистных забоях угольных шахт, проведены их лабораторные (стендовые) исследования в условиях стенда ДонНИИ - СМО. Допустимая нагрузка стенда составила 5000 кН (500 тс).

При имитации прессами сближения боковых пород произведены измерения его величины  $\Delta h$ , сопротивления крепи  $F$ , избыточного давления в мягкой оболочке  $P$ .

Для сопоставимости характера изменения несущей способности  $F$  от изменения режимных параметров, полученные аналитическим и экспериментальным путем данные этих исследований обработаны графо-аналитическим методом. На рис. 1 штриховыми линиями показаны результаты лабораторных, а сплошными линиями - аналитических исследований.

Расхождение результатов лабораторных и аналитических исследований несущей способности пневматических конструкций с рабочим телом различного состава не превышает 6-8%.

Для установления характера взаимодействия мягких оболочек с породами кровли использовался достаточно апробированный метод моделирования на основе фотомеханики, с помощью которого определялся возможный характер распределения касательных напряжений в боковых породах при их взаимодействии с крепями.

Установлено, что для обеспечения устойчивости пород кровли пневматические конструкции не должны устанавливаться на расстоянии более, чем 3,6 м от угольного забоя (пятая крепь). При этом за оболочками формируется зона распределения касательных напряжений в кровле пласта, превышающих допустимые, что способствует их обрушению.

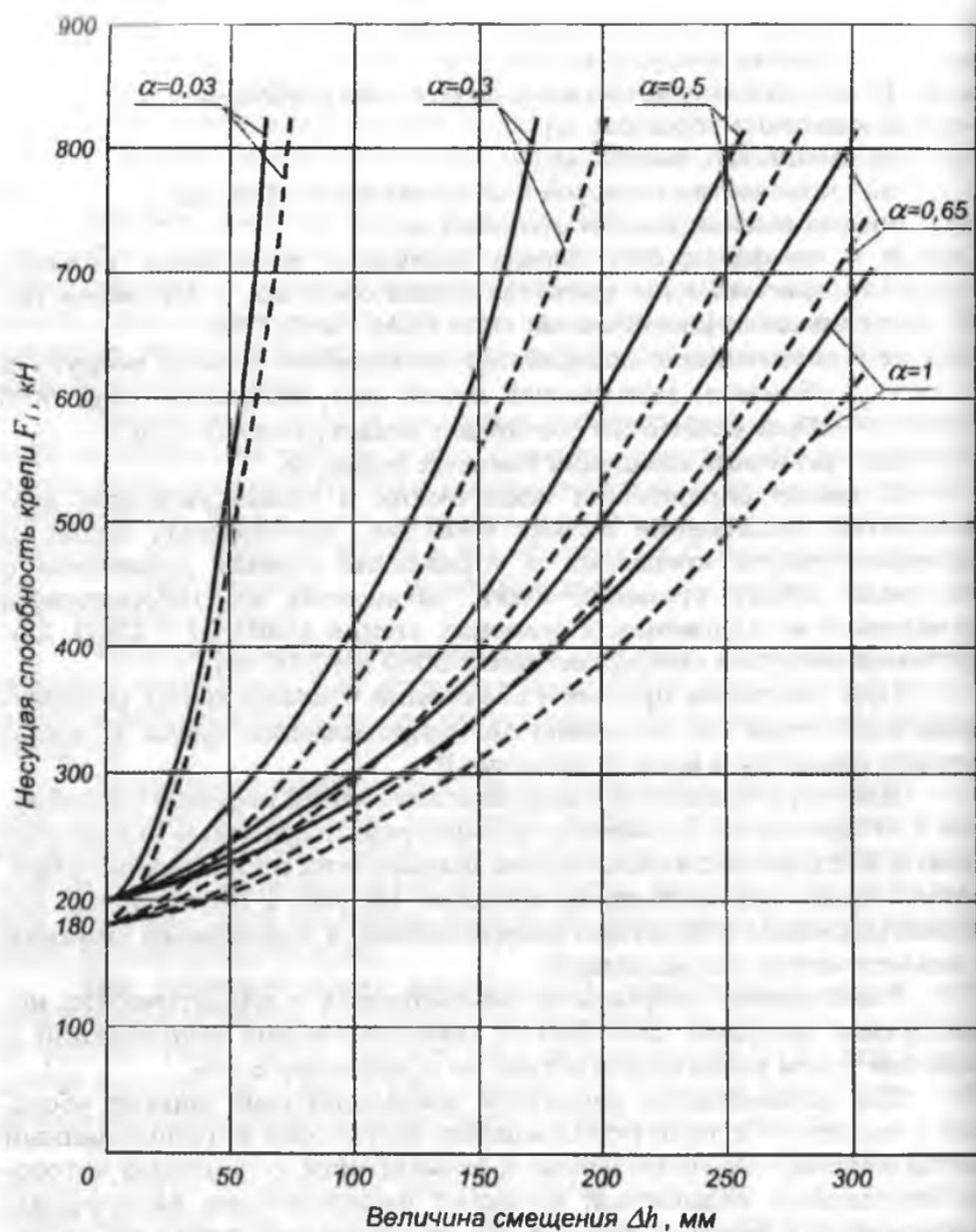


Рис. 1. Изменение несущей способности крепи  $F$  в зависимости от смещения боковых пород  $\Delta h$  и коэффициента объемного состава рабочего тела  $k$

сплошная линия – аналитические данные

пунктирная линия – экспериментальные данные

Аналитическими исследованиями определено рациональное расстояние между пневматическими конструкциями по падению пласта, заполненными водо-воздушной смесью с учетом характера

контактного взаимодействия опор с боковыми породами, а также рациональные величины их предварительного распора.

Установлено, что условия безопасного поддержания пород кровли выполняются при шаге расстановки пневматических конструкций по падению пласта, заполненных водо-воздушной смесью, – 1,0-2,0 м при избыточном давлении рабочего тела более 0,5 МПа, а при шаге установки более 3,0 м – избыточное давление в опоре должно быть увеличено до 0,7 МПа.

#### *Выводы:*

- Применение пневматических конструкций с водо-воздушной смесью позволяет значительно упростить технологические схемы, используемые в очистных забоях.
- Изменением рабочего тела мягких оболочек расширяется область и объем применения существующих пневматических конструкций, позволяющие качественно изменить рабочую характеристику специальной крепи.
- Установлены аналитические зависимости для определения силовых параметров мягких оболочек, заполненных водо-воздушной смесью, при конвергенции боковых пород.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ильин А.И., Николенко Н.А., Теросипов В.М. Охрана подготовительных выработок. //Известия ВУЗов. Горный журнал. – 1998. – №2(8). – с. 40-41.
2. Регламентные положения по эффективному применению пневматических костров повышенной жесткости в качестве специальной крепи очистных забоев и охране сопряжений очистных выработок с подготовительными для условий наклонных и крутонаклонных угольных пластов Донбасса: Утв. Минуглепромом Украины 08.09.99. /Минуглепром Украины, Донецк. – Киев-Донецк, 1999. – 16 с.