

УДК 622.25.(06)

**М.С. Плешко**

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ СХЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ПОРОДАХ**

*Проанализирована неоднородность пород в зоне строительства вертикальных стволов. Исследовано влияние неоднородности пород на распределение напряжений в крепи. Предложена схема комбинированного крепления стволов на данных участках.*

*Ключевые слова: вертикальный ствол, крепь, анкер, неоднородные породы.*

---

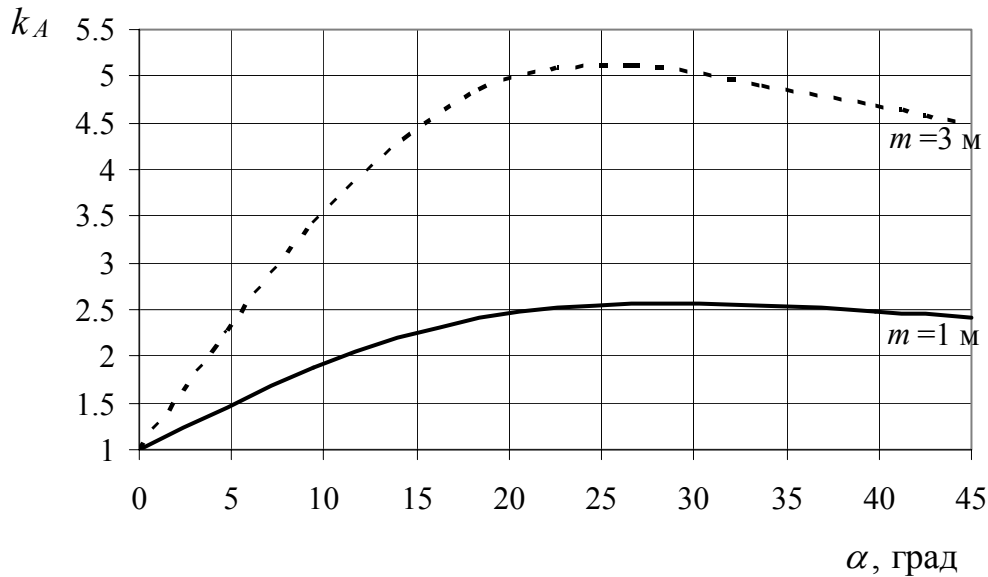
**О**собенность структурной неоднородности толщ вскрываемых шахтными стволами проявляется в чередовании разножестких (разнопрочных) пород, наличием переходов от устойчивых к неустойчивым породам, проявлением так называемых зон контакта, разделяющих литологические разности [1].

Из данных геологических исследований следует, что от 20 до 40% пород Донбасса представлены песчаниками с коэффициентом крепости от 6 до 8. Известняки составляют по всей длине ствола не более 2,5 - 3,5% от общего количества вскрытых стволами пород. Мощность песчаных сланцев изменяется от 0,2 до 68 м, глинистых – от 0,2 до 29 м, песчано-глинистых – от 0,3 до 65 м. Малую мощность имеют известняки, которая составляет от 0,1 до 5,1 м. Угли и углистые сланцы составляют в общей массе пород 0,6 - 3,6%, а их мощность изменяется от 0,1 до 2,2 м [2]. Эти цифры говорят о большом количестве зон контакта слоев с различными физико-механическими характеристиками, которые могут отличаться в десятки раз.

В качестве сложного и распространенного на практике случая можно выделить взаимодействие крепи с массивом, содержащим породный слой ограниченной мощности с весьма низкими физико-механическими характеристиками.

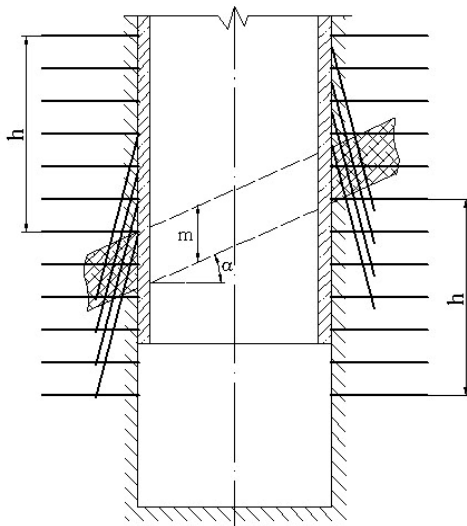
Исследования показывают, что основными факторами, влияющими на интенсивность увеличения напряжений в крепи в зоне влияния слабого породного слоя по сравнению с однородным массивом являются мощность слоя и отношение модулей сдвига основного массива и слабого слоя. При взаимодействии монолитной бетонной крепи со слабым слоем, имеющим наклонное залегание, в крепи возникает значительная асимметрия главных тангенциальных напряжений с образованием локальных зон концентраций, а также увеличение участков растягивающих радиальных напряжений в примыкающих к слабому слою кольцах крепи.

Для количественной оценки величины асимметрии напряжений можно использовать коэффициент  $k_A$ , представляющий собой отношение  $\sigma_{11}/\sigma_{12}$ , где  $\sigma_{11}$  – величина максимальных напряжений в монолитной бетонной крепи в точке 1 сечения крепи;  $\sigma_{12}$  – величина максимальных



**Рис. 1. Зависимость коэффициента  $k_A$  от угла залегания «слабого» слоя**

напряжений в монолитной бетонной крепи в точке 2, расположенной на одинаковой с точкой 1 высотной отметке с противоположной относительно падения «слабого» слоя сторо-



**Рис. 2. Схема комбинированного анкерного упрочнения массива в зоне влияния слабого слоя**

ны сечения ствола.

На рис. 1 представлена зависимость параметра  $k_A$  от угла падения «слабого» слоя  $\alpha$ , при его мощности  $m=1$  м и  $m=3$  м. Графики построены по результатам расчета при глубине участка 1200 м, модуле деформации основного породного массива  $15 \cdot 10^3$  МПа, слабого слоя –  $1 \cdot 10^3$  МПа, диаметре ствола в свету – 7,0 м, толщине крепи – 300 мм.

Анализ данных показывает, что в диапазоне  $\alpha=0 - 25^\circ$  асимметрия напряжений в сечении крепи возрастает по гиперболической зависимости, с достижением максимума при величине  $\alpha=25^\circ - 30^\circ$ , с последующим выравниванием значений.

**Полученные результаты свидетельствуют о необходимости опережающего упрочнения слабого слоя до его обнажения, а также контактирующих с ним участков более прочных пород и крепи ствола.**

### Рекомендуемые параметры опережающей анкерной крепи

Наименование параметра	Значение параметра при мощности слабого слоя	
	m=1 - 3 м	m=3 - 5 м
Число рядов упрочняющей крепи	2 - 3	4 - 5
Длина анкеров, м	3 - 5	5 - 7
Расстояние первого ряда анкеров до верхней грани «слабого» слоя, м	1 - 2	2 - 3

**Один из вариантов практической реализации таких управляющих воздействий состоит в использовании опережающей анкерной крепи, устанавливаемой из забоя ствола по его периметру под углом к вертикальной оси выработки, «сшивающей» прочные и слабый слой, с последующим усилением охранной конструкции после обнажения слабого слоя; а также повышением физико-механических свойств бетона крепи (рис. 2).**

Рекомендуемые параметры опережающей анкерной крепи при

плотности установки 1 анк./м<sup>2</sup> и угле наклона 20° приведены в таблице.

Необходимый размер зон упрочнения примыкающих к «слабому» слою выше и ниже лежащих прочных слоев составляет порядка  $h = 1,5m(1 + \sin\alpha)$ . На данном участке ствола также необходимо применение основной бетонной крепи с повышенными физико-механическими свойствами. Для наиболее сложных условий целесообразно применение комбинированной металлобетонной крепи с узлами податливости и поэтапным возведением.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левит В.В. Геомеханическое основы разработки и выбора комбинированных способов крепления вертикальных стволов в структурно неоднородных породах: Авто-

реф... докт. техн. наук: Днепропетровск. – 1999. – 36 с.

2. Омелянович В.М. Шахтная геология угольных месторождений. – М.: Недра, 1966. – 220 с. **ГИАБ**

### Коротко об авторе

Плешко Михаил Степанович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Подземное, промышленное, гражданское строительство и строительные материалы» Шахтинского института (филиала) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)», e-mail mspleschko@rambler.ru.

