

*Аспирант Кизияров О.Л.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## **ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ КРОВЛИ В ЛАВЕ**

*Запропонована нова схема розташування анкерів та обтунтовані параметри анкерного кріплення для зміцнення покрівлі в лавах.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Одним из эффективных способов снижения вывалообразования в очистном забое является упрочнение неустойчивых слоев кровли. В настоящее время актуальным вопросом является применение комбинированных способов упрочнения, т. е. применение нескольких способов с учетом их достоинств и недостатков. Наиболее распространена комбинация упрочнения нагнетанием скрепляющих составов с одновременным анкерованием пород кровли, однако в этом случае недостаточно изучены усилия, возникающие в элементах анкерной крепи, при различных схемах их установки.

### **Анализ исследований и публикаций.**

Переход на отработку глубоких горизонтов приводит к увеличению нарушенности алевролитов, объемов ложной кровли, высоты вывалов [1]. Упрочнение неустойчивой кровли в очистном забое позволяет снизить зольность и себестоимость добываемого угля, повысить безопасность ведения работ. В нормативном документе [2] приведены схемы расположения анкеров для упрочнения кровли после вывала из кровли и для профилактики вывалов. Недостатки:

- при прочном не обрушающемся слое весьма затрудняется бурение шпуров;
- при большой высоте вывала рекомендуется 3 ряда анкеров;
- при небольшой мощности пласта угол наклона верхнего анкера мал.

### **Постановка задачи.**

*Объект исследования* – геомеханические процессы в кровле очистной выработки.

*Предметом исследования* являются усилия в элементах анкерной крепи.

В работе для исследования усилий элементов крепи использован аналитический метод исследования.

*Цель работы* – обосновать рациональную схему и параметры анкерной крепи для упрочнения кровли в лаве.

*Задачи:*

– создать модель трещиноватого массива кровли, подлежащего упрочнению;

– исследовать влияния высоты вывала, ширины обнаженной поверхности кровли после выемки угля, а так же геометрию установки анкеров на характер и величину возникающих в них усилий.

#### **Изложение материала и его результаты.**

Для моделирования породного массива использованы реальные горно–геологические условия шахты им. XIX партсъезда, детальное описание которых приведено в работе [3]. Задача решалась с применением нелинейного процессора МОНТАЖ. Весь расчетный процесс задачи разбит на 5 стадий:

- нагружение модели;
- снятие полосы угля в лаве;
- образование вывала из кровли;
- упрочнение кровли;
- снятие второй полосы угля в лаве.

Из модели поэтапно удалялись и включались элементы, для моделирования процесса снятия полосы угля, обрушения неустойчивой кровли, установки анкеров или нагнетания в кровлю скрепляющих составов. На каждом этапе расчета вычислялись главные и эквивалентные напряжения. Для разбивки кровли на блоки в модель были введены "трещины" - элементы с малым модулем упругости ( $E = 5 \text{ МПа}$ ) и коэффициентом Пуассона  $\mu = 0$ .

Моделирование анкеров осуществлялось путем введения в модель углепородного массива стальных стержней диаметром 30 мм. Анкеры служат для упрочнения неустойчивой кровли мощностью 1- 2 м в зоне вывала. Рассмотрены 2 варианта расположения анкеров. Согласно первому варианту (рисунок 1) нижний анкер связывает отдельные блоки нарушенного массива кровли; верхний – прикрепляет неустойчивую кровлю к вышележащему слою прочных пород. Анкера между собой соединяются металлической планкой. Длина нижнего анкера - 1,73 м, верхнего - 1,68 м. Углы наклона анкеров к горизонтальной плоскости – 4 и 42° соответственно.

Во втором варианте (рисунок 2) планка, соединенная с нижним анкером, прикрепляется к плите, которая приклеивается к устойчивой кровле. Такая схема установки наиболее целесообразна при прочном необрушающемся слое кровли [5].

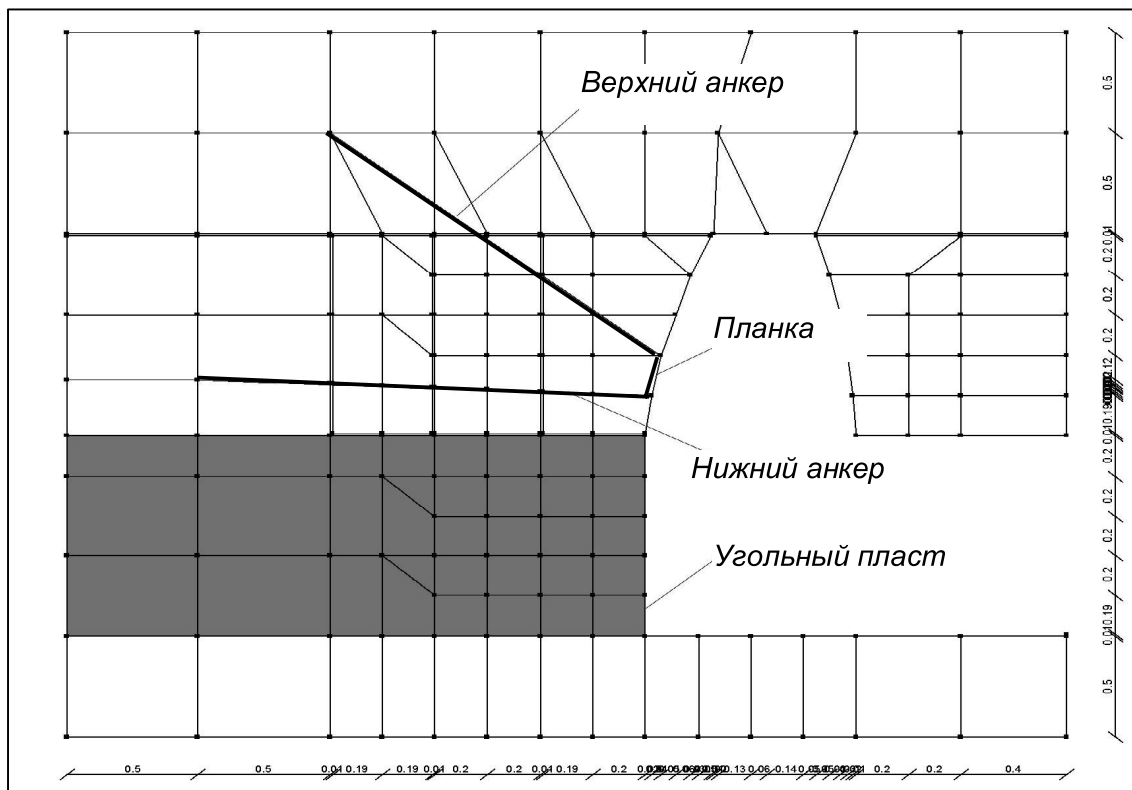


Рисунок 1 – Схема расположения анкеров в лаве

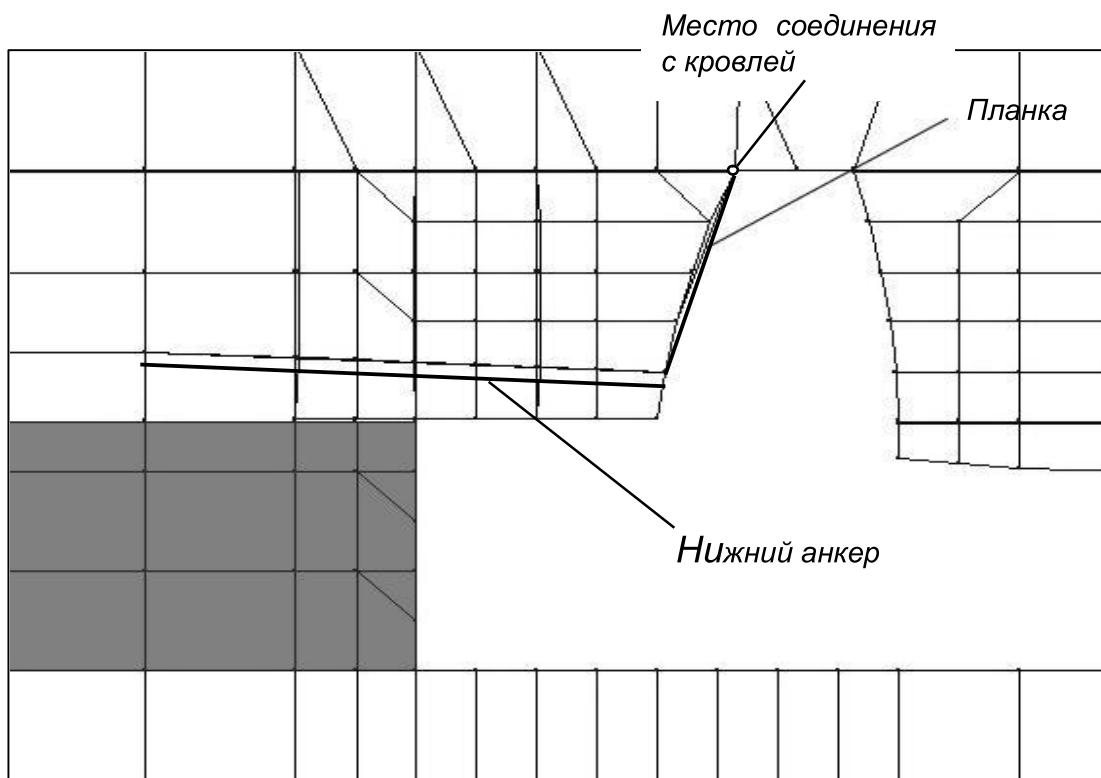


Рисунок 2 – Схема расположения анкеров при втором варианте

Результаты расчетов усилий в элементах анкерной крепи сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения усилий элементов анкерной крепи при различных вариантах

Вариант расположения ан- керов	Нагнетание скреп- ляющих составов	Средние значения усилий в элементах, МН					
		при подходе комбайна			после снятия полосы угля		
		нижний анкер	верхний анкер	планка	нижний анкер	верх- ний анкер	планка
1	без на- гнетания	0,015	-0,0078	-0,0458	-0,023	0,043	- 0,0009
	с нагне- танием	0,02	-0,0036	-0,042	0,024	0,013	0,014
2	без на- гнетания	0,00425	-	0,031	0,0525	-	0,055
	с нагне- танием	0,022	-	0,02	0,041	-	0,034

Как видно из таблицы, после прохода комбайна нижний анкер работает на сжатие (-0,023 МН), а верхний - на растяжение (0,043 МН). При второй схеме установки анкеров после снятия полосы угля нижний анкер и планка испытывают растягивающие усилия.

Далее рассматривались варианты упрочнения анкерованием с заполнением трещин пенополиуритановым составом (комбинированный способ упрочнения). Для этого элементам, моделирующим трещиноватость, задавались свойства пенополиуританового скрепляющего состава ППУ-13А ( $E = 290$  МПа,  $\mu = 0,28$ ).

Дополнительно исследовано влияния способа упрочнения на напряженное состояние массива горных пород в призабойном пространстве и впереди него. На рисунке 3 представлено распределение эквивалентных напряжений после нагружения модели.

Из рисунка 3 видно, что после нагружения модели в кровле пласта, на расстоянии 1,8 м от забоя выемки, образуется зона с растягивающими эквивалентными напряжениями 0,2-7 МПа. Непосредственная кровля вблизи очистного забоя, имеет локальный участок повышенных растягивающих напряжений шириной 0,8 и высотой около 1 м, на котором возможно образование зон потери устойчивости.

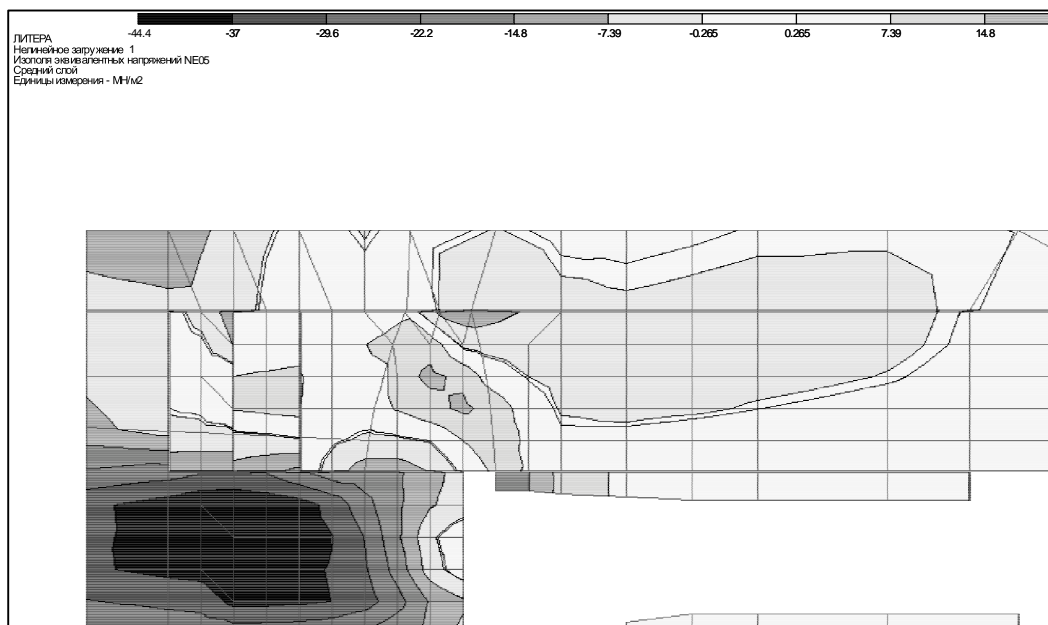


Рисунок 3 – Изополя эквивалентных напряжения в кровле пласта при нагружении модели

Угольный пласт впереди лавы подвержен влиянию опорного давления, максимальные сжимающие напряжения которого наблюдаются впереди забоя на расстоянии 1,5 м. Кроме того, на расстоянии 0,3 м от козырька секции на контакте пласта с кровлей сжимающие напряжения распространяются на высоту 0,3 м. После выемки полосы угля участок кровли с повышенными растягивающими напряжениями остается не закрепленным, в результате чего возможно образование уступов и вывалов кровли.

Комбинированное упрочнение неустойчивой кровли приводит к значительному уменьшению размеров зон растягивающих эквивалентных напряжений. Так, участок растягивающих напряжений впереди лавы (рисунок 4) имеет ширину 0,8 - 1 м и высоту 0,2 - 0,6 м. Эквивалентные напряжения кровли в призабойном пространства так же снизились. Это приводит к улучшению состояния кровли и снижению вероятности возникновения вывала.

Таким образом, упрочнение неустойчивой кровли по комбинированной схеме приводит к снижению напряжений в призабойном пространстве и впереди него, а так же уменьшению усилий в элементах анкерной крепи в 1,2 - 3 раза.

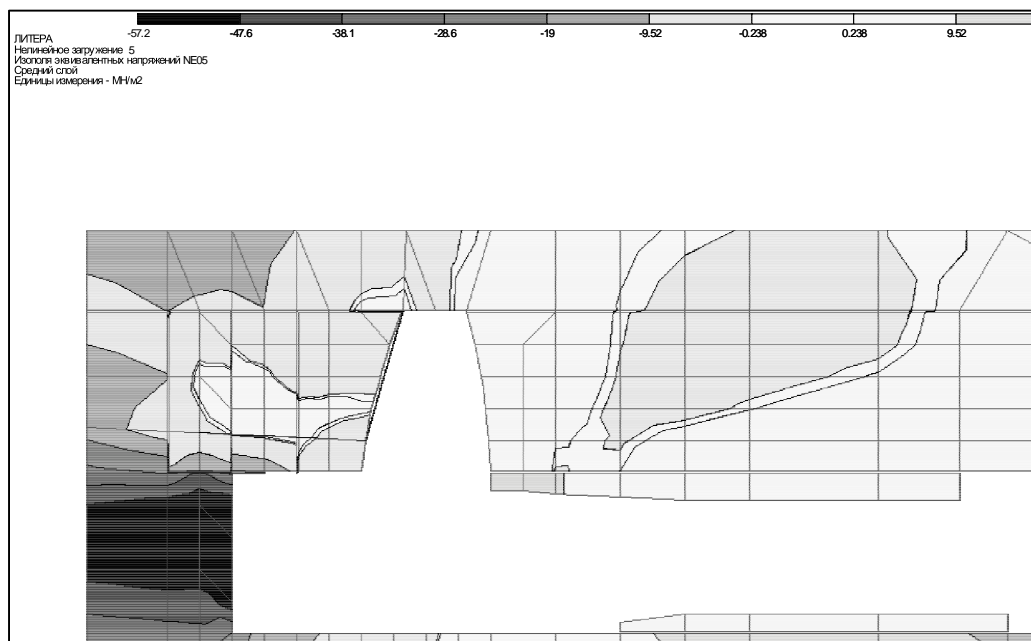


Рисунок 4 – Изополя эквивалентных напряжений при комбинированном способе упрочнения

При максимальном усилии в верхнем анкере 0,043 МН и расчетной прочности материала анкера  $[\sigma_{\text{Ст.3}}] = 210$  МПа, с учетом коэффициента запаса прочности  $K = 2$ , минимальный диаметр анкера составляет 23 мм; в планке, прикрепленной к устойчивой кровле усилие составляет 0,055 МН. В этом случае ее поперечное сечение должно быть не менее 522 мм<sup>2</sup>. В случае закрепления планки к металлической пластине, приклеенной к слою прочных пород, площадь последней с учетом адгезии 4 МПа должна быть не менее 138 см<sup>2</sup>.

Полученные результаты в дальнейшем будут использованы при выборе способа, средств, параметров технологии упрочнения пород для предотвращения вывалов из кровли в призабойном пространстве лавы.

*Исследованы усилия в элементах анкерной крепи и их зависимость от схемы установки и способа упрочнения, получены геометрические параметры элементов крепи.*

*Efforts in elements fastening anchor timber and their dependence on the circuit of installation and a way of hardening, geometrical parameters of anchorage.*

#### **Библиографический список.**

1. Анализ условий отработки угольных пластов Донбасса применительно к химическому способу упрочнения пород / Клищин Н.К., Горбунов Н.И., Пятаченко А.А., Тоцкий А.В., Склепович К.З., Левин А.А., Герасько О.А., Леончук Г.М. // *Материалы межд. канд. "Экология и*

безопасность жизнедеятельности – 2002” (Затока, Одесская обл., 22-27. 2002.).-Алчевск: ВУО МАНЭБ, ДГМИ, 2002. – С. 134 – 137.

2. Управление кровлей и крепление очистных забоев на угольных пластах с углом падения до 35°. Руководство. Изд-е официальное - Киев: Минтопэнерго Украины, 2002. – 142 с.

3. Кизияров О.Л. Модель для исследования параметров технологии комбинированного упрочнения кровли в лавах// Сборник научных трудов. - Алчевск: 2004, вып. № 18. – С. 87 - 91.

4. Комиссаров С.М. управление массивом горных пород вокруг очистных выработок. – М.: Недра, 1983. –237с.

5. Патент України 22615, МПК(2006) E 21 D 20/00. Спосіб зміцнення безпосередньої покрівлі від обвалювання. М.К. Клішин, С.І. Касьян, О.Л. Кізіяров, К.З. Склепович. № и200612763; Заявл. 04.12.2006; Опубл. 25.04.2007.