

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов: Учебник для вузов/Малеев Г.В., Гуляев В.Г., Бойко Н.Г. и др. – М.: Недра, 1988. – 368 с.

УДК 622.281.74

*Солодянкин А.В. , к.т.н., доц., Кравченко М. А каф., СГТ, студ. НГУ,  
г.Днепропетровск, Украина*

### ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ОЖИДАЕМЫХ БОЛЬШИХ СМЕЩЕНИЙ КОНТУРА ВЫРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДАТЛИВОЙ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

1. Общие сведения. Постановка задачи. Характерным случаем в практике сооружения протяженных выработок в условиях больших глубин и слабых вмещающих пород является формирование зоны разрушения в короткие сроки и возникновение таких негативных проявлений горного давления как пучение пород почвы и вывалообразование без заметного снижения интенсивности геомеханических процессов.

Сложная геомеханическая ситуация в данном случае приводит к тому, что размеры ЗНД и смещения контура выработки достигают критических значений, приводящих к потере упруго-пластической устойчивости еще до стабилизации геомеханических процессов вызванных проведением выработки. В связи с этим, мероприятия, которые могут обеспечить устойчивость выработки необходимо выполнять сразу после обнажения пород или с минимальной задержкой по времени.

Эффективным мероприятием для рассматриваемых условий может стать упрочнение приконтурного массива пород до начала формирования зоны трещиноватости (этап 1). Например, устанавливая анкера сразу после обнажения массива в призабойной части выработки. Это позволит повысить прочность массива в приконтурной части за счет их армирования, ограничит смещения контура выработки. После образования демпферной зоны и стабилизации деформационных процессов, проводят мероприятия, препятствующие дальнейшим деформациям приконтурных пород (этап 2).

Весьма важным, как говорилось ранее, является обеспечение плотного контакта крепи и породного массива. Как отмечено в [1], заполнение закрепного пространства при установке в штреке арочной крепи и применения анкеров для укрепления боковых пород способствуют уменьшению конвергенции на одну треть.

Горные породы, прилегающие к контуру выработки в непосредственной близости от забоя находятся в условиях трехосного сжатия и имеют прочность нетронутого массива. Сдерживающее влияние забоя с удалением его ослабевает, происходит разгрузка минимальной компоненты напряжений и начинается развитие разрушения приконтурных пород. Учитывая уровень напряжений на больших глубинах разработки, воздействовать на ход процесса разрушения существующими техническими средствами не представляется возможным. Вместе с тем, испытания образцов горных пород в условиях трехосного сжатия показали, что наличие анкера оказывает сдерживающее влияние на развитие процесса разрушения [2]. Установка анкеров до начала развития разрушения позволяет сохранить остаточную прочность на уровне до 40 %. Увеличение коэффициента сцепления пород за счет анкерования на 10...50 % приводит к уменьшению размеров зоны разрушенных пород на 24...30,5 %.

Таким образом, установкой анкеров в непосредственной близости от забоя может быть сохранено высокое значение остаточной прочности приконтурных пород, создана армированная грузонесущая породная оболочка, и тем самым максимально снижено расслоение пород и смещения массива.

2. Конструкция анкеров и технология реализации способа. Учитывая то, что установка анкеров должна выполняться еще до образования зоны трещиноватости, а их последующая совместная работа с приконтурными породами предусматривает формирование зоны трещиноватости при ограничении смещений, анкера должны быть податливыми и сохранять свою работоспособность в условиях значительных подвижек контура выработки.

Анкерная крепь, применявшаяся длительное время в тоннелестроении, горнодобывающей промышленности в устойчивых породах, обладает ограниченной податливостью (в пределах упругих деформаций стержня анкера, что соответствует примерно 3 % длины анкера). Поэтому ее используют, как правило, там, где ожидаются относительно небольшие деформации породного массива.

Между тем опыт применения анкерной крепи в угледобывающей промышленности, а также результаты многочисленных исследований показывают, что анкерная крепь может обеспечивать устойчивость выработок при больших деформациях приконтурного массива, если только анкеры будут способны воспринимать столь значительные деформации.

В последние годы появилось множество конструкций податливых (скользящих) анкеров, имеющих достаточно высокую несущую способность и позволяющих породному контуру смещаться на 200-1000 мм.

Элементами податливости в анкерах могут быть замки, опорные элементы (планки), хвостовики, тело анкера, состоящее, как правило, из выдвигной части, являющейся грузонесущим стержнем и трубы с наполнителем (полимер, сыпучий материал, дерево и др.), за счет которого и осуществляется податливость анкера с постоянным сопротивлением (50-100 см).

Эффективным для этих целей может оказаться анкер типа «split-set», обладающий целым рядом положительных качеств:

имеет простую конструкцию;  
 создает в анкерных шпурах распорное усилие, зависящее от свойств пород;  
 является вначале податливой, а затем жесткой крепью;  
 повышает устойчивость породного массива путем предварительного его нагружения;

благодаря полному распору и полному контакту с породой оказывать сопротивление нагрузкам на породный массив;

снижает до минимума влияние внутренних концентраций напряжений во всех действующих изнутри анкерных системах;

повышает безопасность работы горняков;

дешевле, чем анкеры, закрепляемые полимерным или цементным составами.

Технология реализации способа состоит в следующем (рис. 1). При проведении выработки непосредственно в забое устанавливаются податливые анкера высокой несущей способности.

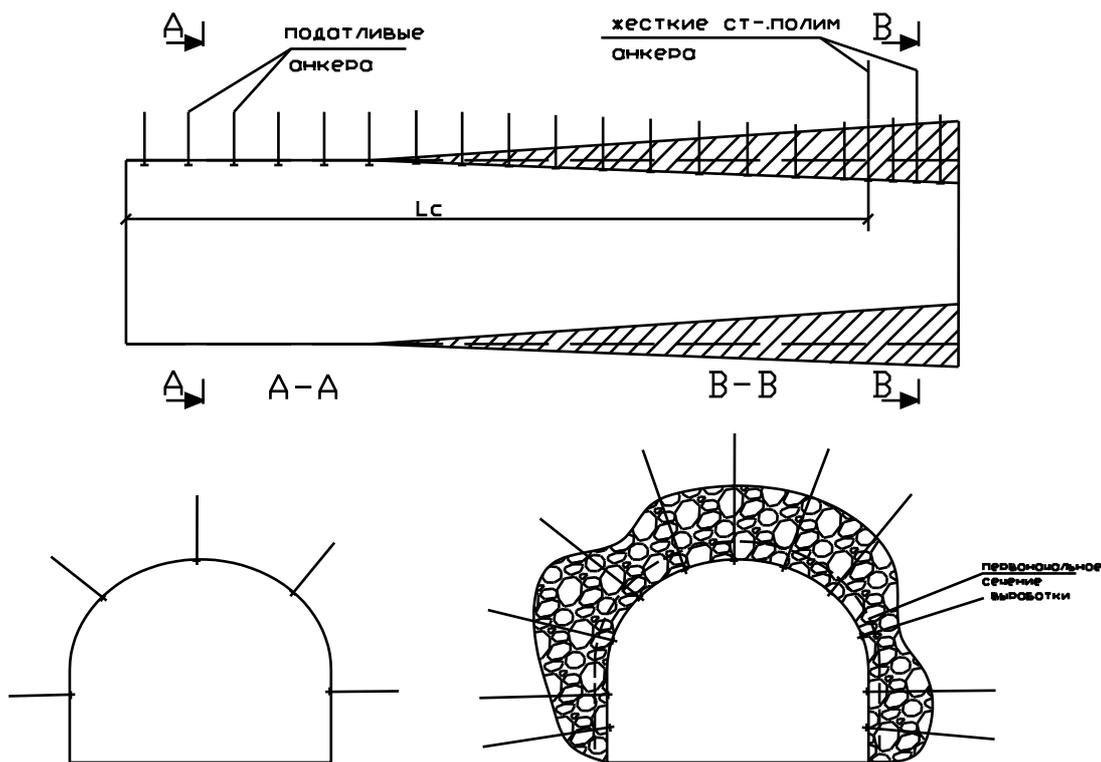


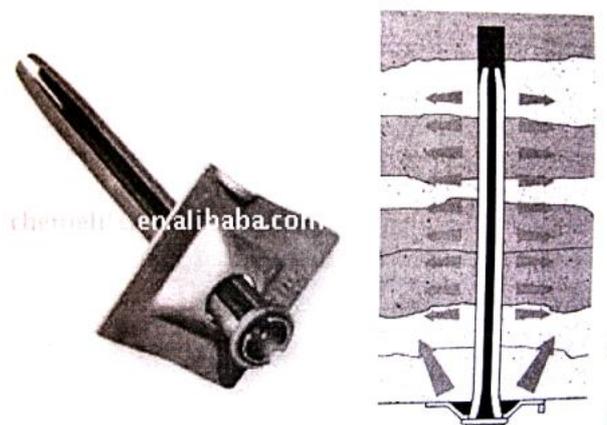
Рис. 1. Схема возведения крепи

На определенном расстоянии от забоя, после реализации части деформаций и образования демпферной зоны, но до критических смещений контура, устанавливаются жесткие сталеполимерные анкера.

Выполненные автором экспериментальные работы по внедрению рамно-анкерной крепи, кроме решения основной задачи, направленной на снижение вредного влияния несимметричной нагрузки [3], показали высокую эффективность анкеров, работающих в податливом режиме даже при установке в действующей выработке в зоне нарушенных пород. Измерений смещения контура выработки и величины расслоения приконтурного массива при проведении этих исследований не выполнялось. Однако по общему состоянию выработки на экспериментальном участке снижению деформаций металлической крепи в местах установки анкеров, можно было судить об их активной работе по предупреждению расслоений приконтурного массива.

Таким образом, анализ результатов выполненных аналитических и экспериментальных исследований процесса формирования зон разрушения вокруг выработки показывают, что анкерную крепь, установленную в забое выработки, можно рассматривать как эффективное средство снижения степени разупрочнения и разрыхления приконтурного массива пород и смещений контура.

Это позволяет стабилизировать процесс деформирования окружающего выработку массива до достижения критических величин, вызывающих тяжелые последствия. Вторым этапом рассматриваемого способа обеспечения устойчивости выработки является применение средств, препятствующих дальнейшей потере прочности приконтурных пород, повышения их несущей способности путем упрочнения вяжущими веществами или обычными анкерами с высокой несущей способностью, а также путем изоляции приконтурного массива от воздействия рудничной атмосферы и увлажнения.



Упрочняющие податливые анкера. Достоинства: простота конструкции; распорное усилие в шпурах; податливый, а затем жесткий режим работы; повышение устойчивости породного массива; полный распор и контакт с породой; повышение безопасности работ; дешевле, чем анкера, закрепляемые полимерным или цементным составами.

Таблица

Некоторые результаты эффективности анкеров, устанавливаемых в пределах зоны разрушенных пород		
Автор исследования	Условия решения задачи	Показатели эффективности смещения контура выработки снижаются на 30 %.
Виноградов В.В. Результаты аналитического решения задачи об определении параметров анкерной крепи	для пород I и II категории устойчивости (по СНиП), когда зона разрушения не выходит за пределы упрочненной анкерами оболочки	
	для пород III категории устойчивости, при длине анкера, меньше, зоны разрушения, образующейся после отхода забоя	смещения контура выработки снижаются на 45 %.
Бабиюк В., Леонов А.А. Результаты внедрения способа обеспечения надежности подготовительных выработок рамно-анкерным креплением.	для породных образцов, работающих в условиях жесткого деформирования	предел прочности упрочненных анкерами пород увеличивается в 1,37 раза; остаточная прочность пород увеличивается в 2,3 раза.
Солодянкин А.В. Результаты внедрения способа усиления крепи выработок при несимметричной нагрузке	для пород III категории устойчивости, в зоне влияния очистных работ	изгибающие моменты в металлической крепи снижаются на 47%, улучшение общего состояния выработки

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гротовски У. Прогресс в управлении горным давлением // Глюкауф. – 1981. №17. – с. 35-38.
2. Виноградов В. В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. – Киев: Наукова думка, 1989. – 192с.
3. Солодянкин А. В. Обоснование параметров способа усиления крепи подготовительных выработок при несимметричной нагрузке. Дисс... канд. тех. наук: 05.15.04. – Днепропетровск, 1996. – 243с.