

УДК 622.281.9:622.257.1

Коваленко В.В., к.т.н., доц. каф. СГГМ, Наливайко Д.В., студ. гр. ГРБ-12-1  
 Государственное ВУЗ "Национальный горный университет",  
 г. Днепропетровск, Украина

## СОЗДАНИЕ ПОРОДОНЕСУЩЕЙ КРЕПИ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Предложен новый способ крепления капитальных горных выработок, используя вместо традиционной металлической крепи инъекционно упрочненный массив горных пород. Описана технология сооружения данной крепи.

В связи с усложнением горно-геологических условий поддержания, связанных с уходом большинства шахт на глубину, увеличилось количество ремонтируемых выработок. В результате неудовлетворительного состояния крепи, на шахтах Украины ежегодно ремонтируется около 7...15% всех поддерживаемых и более 65% вновь проходимых выработок [1].

Таблица 1

Состояние горных выработок ПАО «ДТЭК шахта Комсомолец Донбасса» [1]

Наименование выработок	Протяженность, м	Среднее сечение, м <sup>2</sup>	Не удовлетворяют ПБ, м.				
			всего	в том числе			по профилю пути
				по сечению	по высоте	по зазорам	
Штреки	35476	13,3	2970	1590	880	500	6020
Квершлагги	18042	14,0	1520	1100	220	200	2140
Уклоны	46320	9,8	4880	4220	660	0	0
другие виды	12762	8,2	870	470	400	0	0

При этом данные цифры отражают не только объем ремонтируемых участков выработок, но и капитальных, состояние которых в значительной степени предопределяет нормальную работу как отдельных блоков и горизонтов, так и всего технологического комплекса шахты. На проведение ремонтных работ затрачиваются значительные трудовые ресурсы. Работы по подрывке и перекреплению проводятся зачастую по одним и тем же участкам с определенной периодичностью. Увеличение объемов добычи неразрывно связано с увеличением протяженности поддерживаемых выработок и проведением новых капитальных и подготовительных горных выработок для отработки новых горизонтов.

Существует много различных способов обеспечения устойчивости горных выработок, испытывающих значительное горное давление. Основные способы можно классифицировать следующим образом (рис. 1) [2]. Все большее распространение получает применение инъекционного упрочнения пород для повышения устойчивости выработок, вокруг которых существуют участки геологических нарушений или развивается с течением времени зона трещиноватости [3]. Большинство современных мероприятий по обеспечению устойчивости являют собой сочетание представленных вариантов. Примером этого может быть способ повышения устойчивости выработок – комбинированная крепь АНТ (“арка-набрызг-тампонаж”), разработанная еще в стенах ДГИ (ныне НГУ) (авторы: А.П. Максимов, А.Н. Шашенко и А.Н. Роеенко).

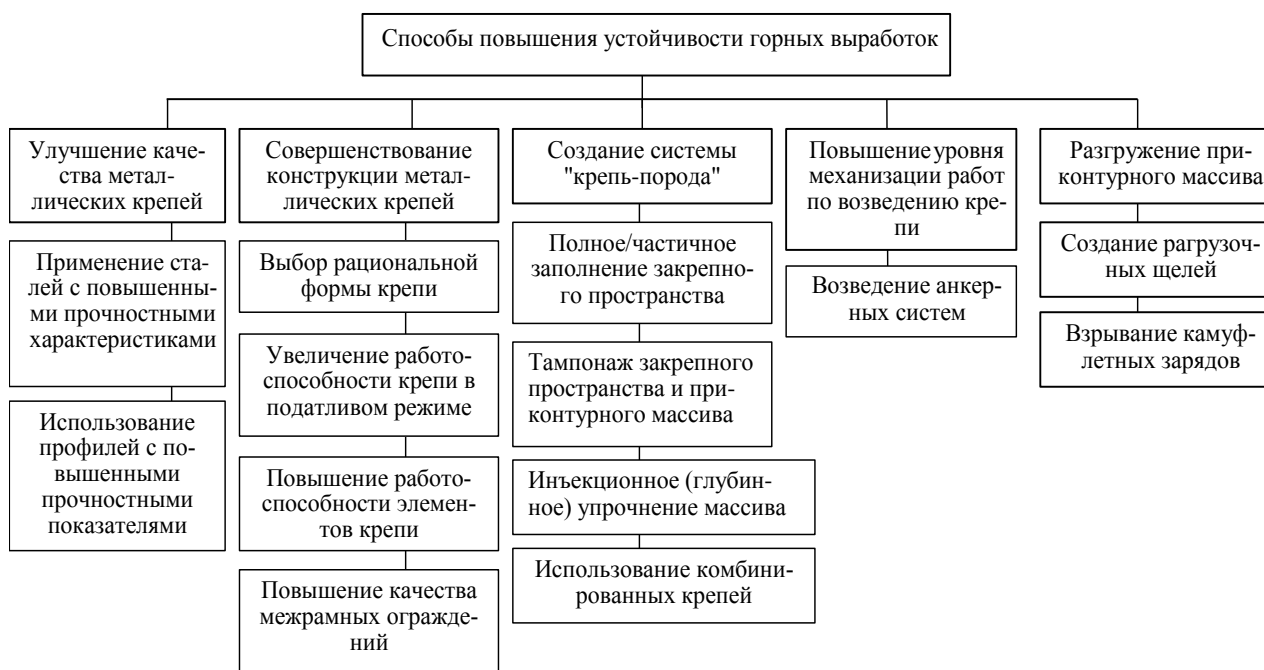


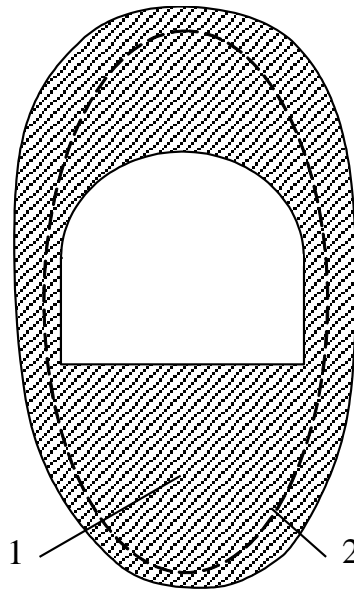
Рис. 1. Классификация способов повышения устойчивости горных выработок

Более современные разработки делают акцент на разгрузке приконтурного массива взрывами и последующим инъектированием предварительно нарушенного массива. Коваленко В.В. и Рязанцев А.П. предложили способ борьбы с пучением почвы [1], который предполагал создание в почве области разгруженных пород путем взрывания камуфлетных зарядов и последующего создания области укрепленных пород путем инъектирования в ослабленную взрывами зону специальных скрепляющих составов. Литвинский Г.Г. и Павлов Е.Е. в своей работе [5] предлагают другую разновидность этого способа. Они предлагают устанавливать арочную крепь, выполнять бурение шпуров по периметру выработки, затем производить взрывание камуфлетных зарядов. После чего бурить шпуры и инъектировать ослабленный массив.

На основании проведенного ранее анализа способов повышения устойчивости выработок для условий слабых трещиноватых пород предложен способ, в основе которого лежит комплекс мер, учитывающих характер протекания геомеханических процессов.

Способ обеспечения устойчивости выработки в условиях трещиноватых пород предполагает создание в кровле (или вокруг) выработки зоны упрочненных пород, за счет формирования породобетонного слоя.

Крепление выработок инъекцированием окружающего породного массива предполагает образование вокруг выработки зоны разрыхленных пород, после чего производится склеивание разрушенной породы вокруг выработки. Такое крепление препятствует развитию процессам пучения обрушению и распространению трещин в кровли. Зона упрочненных пород обеспечивает устойчивость выработки (рис. 2). Для обеспечения гарантированной устойчивости выработки в приконтурной зоне выработанного пространства на глубину большую зоны естественного равновесия с помощью взрывания камуфлетных зарядов формируется зона трещиноватых пород, которую заполняют цементным раствором, создавая область из породобетона. Упрочненные с помощью инъекцирования скрепляющим раствором породы, выдержанные в течение 3-х суток под защитой из крепи-шаблона, в дальнейшем обеспечивают длительную устойчивость горной выработке без необходимости использования стандартной металлической крепи или анкеров.



*Рис. 2. Инъекционно-упрочненный массив*

*1 – упрочненные породы, 2 – свод естественного равновесия*

Для создания крепкого слоя породобетона путем инъекцирования предварительно необходимо ослабить массив окружающих пород созданием сетки трещин. Это можно осуществить взрыванием камуфлетных зарядов,

которые позволят сформировать множество трещин, чем облегчат процесс насыщения пород цементным раствором под давлением.

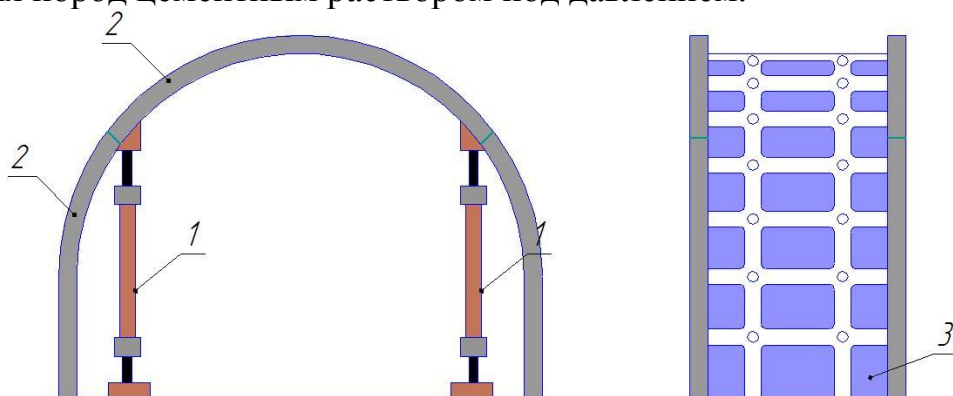


Рис. 3 «Крепль-шаблон»

1 – стойка, 2 – ребро жесткости, 3 – воздушная камера

В предложенной технологии несущую функцию в горной выработке принимают на себя непосредственно горные породы приконтурной зоны, при этом объем инъекционного состава не превышает объема трещин и пустот. Данный способ отличается от существующих наличием устройства «крепль-шаблон» (рис. 3), который позволяет производить бурение через имеющиеся отверстия в раме, которые в свою очередь соответствуют паспорту крепления, тем самым избавится от «человеческого фактора» и в дальнейшем унифицировать данную технологию. Таким образом, относительно низкая стоимость, материалоемкость и надежность данного вида крепления, возможность полной механизации технологических процессов представляют привлекательность для дальнейших научных исследований и более широкого практического внедрения.

Выводы:

Основным преимуществом данного способа является применение устройства «крепль-шаблон». С её помощью осуществляется процесс бурения и инъектирования. Особенности использования крепи-шаблона:

- обеспечение полного контакта крепи-шаблона с приконтурными породами за счет распора гидростоек и обжатия приконтурного пространства воздушными камерами;
- бурение скважин с последующим взрыванием через имеющиеся в крепи-шаблоне сквозные отверстия;
- данные отверстия повторно используются для бурения инъекционных и дренажных скважин;
- после упрочнения массива давление в воздушных камерах понижают, это позволяет разобрать крепль без особых усилий.
- крепль-шаблон может быть собрана/разобрана за меньший срок в сравнении с обычной металлической крепью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коваленко В.В. Обоснование параметров способа борьбы с пучением пород почвы в условиях угольных шахт: моногр. / В.В. Коваленко, А.П. Рязанцев. Д.: Национальный горный университет, 2013. – 119 с.
2. Коваленко В.В. Повышение несущей способности металлической крепи капитальных горных выработок в условиях агрессивных шахтных вод: Дис. канд. техн. наук: 05.15.04. - Днепропетровск, 2003. - 185 с.
3. Майоров А. Е. Консолидация приконтурного массива пород при креплении горных выработок / А. Е. Майоров // Вестник Кузбасского государственного технического университета. Выпуск № 1. – 2007. С. 6-11.
4. Литвинский Г.Г. Способ обеспечения устойчивости горной выработки взрывной разгрузкой пород кровли / Г.Г. Литвинский, Е.Е. Павлов // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2010». – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2010. – С. 168 –177.