

## **ГЕОМЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ОХРАННЫХ СИСТЕМ В ВОЗДУХОПОДАЮЩЕМ СТВОЛЕ ШАХТЫ ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО**

Розглянуті питання геомеханіки і технології застосування комбінованих охоронних систем у вертикальних стовбурах вугільних шахт з використанням анкерного кріплення в якості підсилюючого.

Бібліогр: 1 найм.

Проблема создания средств крепления и охранных конструкций вертикальных стволов угольных шахт базируется на концепции взаимодействия системы «крепление выработки – породный массив», включающей решение взаимоувязанных задач в трех ключевых направлениях:

- 1) оценка и описание свойств и состояния неоднородных многослойных и трещиноватых породных массивов;
- 2) разработка теории управления состоянием породного массива вблизи горных выработок;
- 3) обоснование научно-технических принципов создания и использования конструкций средств крепления капитальных выработок.

На базе исследований [1] разработан литолого-геомеханический тренд оценки условий сооружения стволов, выполнено исследование напряженно-деформированного неоднородного породного массива, пересекаемого стволами, выявлены закономерности проявления горного давления в них.

Совокупность полученных результатов позволила разработать геомеханические основы крепления вертикальных стволов комбинированными системами с различными регулятивными элементами, комплиментарными условиям сооружения стволов. Основной целью эффективного крепления стволов является повышение несущей способности основного крепления за счет упрощения приконтурного массива различными способами и управляемого изменения деформационных характеристик пород в глубине массива.

Реализация этих принципов должна обеспечить уменьшение величины и асимметрии нагружения крепи стволов. В технологическом плане это достигается применением принципов предварительной или

совместной реализации управляющих воздействий, объединением активных и пассивных регулятивных элементов с использованием их на разных стадиях поддержания стволов.

На базе обобщения изложенных результатов и подходов разработана диаграмма дифференцированного выбора типа крепления стволов с учетом характеристик поведения массива на ранних стадиях его обнажения и при долговременном поддержании. Это геомеханические предпосылки выбора крепей стволов, но при их сооружении большое внимание должно уделяться технико-экономическим показателям.

В условиях развития рыночных отношений, дефицита финансовых и материальных ресурсов сооружение и углубка стволов угольных шахт должны проводиться при осуществлении активной ресурсосберегающей политики, что уменьшит удельный вес стоимости крепления стволов в себестоимости угля. В связи с этим выполненные разработки предполагают нарастающее применение в стволах охраняемых конструкций на базе анкерных систем.

Нами дано обоснование условий разноглубинного и ориентированного анкерования породного массива и упрочнения анкерами основного крепления, применения анкерного натяжного крепления, обеспечивающего повышение принудительного взаимодействия крепи и пород, автономность деформирования крепи ствола и крепи сопрягаемой с ним горизонтальной выработки.

Полученные результаты частично реализованы на шахте им. А.Ф. Засядько при сооружении восточного воздухоподающего ствола (ВПС).

Шахта им. А.Ф. Засядько – одна из крупнейших шахт Украины, которая за годы работы выдала более 70 млн. т. угля. Глубина работ на шахте достигла 1300 м, наиболее продуктивный пласт  $m_3$  практически отработан, протяженность поддерживаемых горных выработок почти 130 км. Температурный режим и обеспеченность забоев воздухом приблизились к предельно допустимым границам.

При ограниченном финансировании капитального строительства шахта через 2-3 года оказалась бы в фазе затухания. Кроме экономических, это имело бы очень тяжелые социальные последствия. Лишились бы работы 11 тысяч трудящихся, что затронуло бы 35-40 тысяч членов их семей. Донецк потерял бы 10% промышленной продукции.

Невыполнение обязательного условия опережения вскрытия и подготовки новых горизонтов является первопричиной неподготовленности линий очистных забоев, усложнения систем проветривания шахт и подземных транспортных систем, неоправданного роста про-

тяженности поддерживаемых горных выработок. Стала очевидной крайняя необходимость проходки вертикальных стволов для повышения технического уровня шахты и роста продуктивности труда шахтеров.

Руководством шахты было принято неординарное для сегодняшнего дня решение о строительстве за счет собственных средств шахты нового ВПС диаметром 7 м, глубиной 1500 м силами ГОАО «Трест Донецкшахтопроходка».

Необходимость применения новых подходов к сооружению воздухоподающего ствола была вызвана следующими причинами:

1. Недостаточной обоснованностью проектных решений по креплению в связи с ограниченным временем проектирования и недостаточным объемом информации об ожидаемых условиях поддержания ствола.

2. Высокой вероятностью вывалообразования при использовании традиционных технологий проходки стволов, допускающих неуправляемое самопроизвольное разрушение и снижение несущей способности пород, вмещающих ствол.

3. Необходимостью применения современных технологий, совмещающих в единый технологический цикл крепление, управление горным давлением и последующую защиту стволов.

Ключевым в решении вопроса крепления ствола было применение в качестве основного крепления железобетонных и чугунных тюбингов, монолитного железобетона с последующим тампонажем закрепного пространства.

Организация производства и применение железобетонных тюбингов ТЖР-7,0 конструкции НИИОМШС для крепления верхней части ствола обеспечило высокие темпы при креплении устья ствола в слабых породах.

Тюбинговая крепь, обеспечивающая секционное обнажение массива по радиусу и не более чем метровый отход по глубине, позволила избежать вывалов, посадки площадки, добиться качественного крепления верхней части ствола наиболее подверженной температурным перепадам. Последующий тампонаж закрепного пространства обеспечил не только водоподавление, но и снижение пиковых нагрузок на отдельные тюбинги.

Придерживаясь требований ресурсосбережения и учитывая геомеханические условия, были обоснованы и усовершенствованы проектные решения по креплению ствола на всю глубину.

Прогноз ожидаемых больших водопритоков не подтвердился, и в дальнейшем осуществлялся на основе бурения разведочных скважин, что позволило упростить конструкцию крепи путем:

1) замены чугунных тубингов на утолщенную бетонную рубашку (500 мм), укладываемую с добавками пластификаторов, обеспечивающих равномерное заполнение заопалубочного пространства и дополнительную гидроизоляцию крепи;

2) устройства деформационных швов в районе ожидаемых вертикальных и горизонтальных смещений, позволивших компенсировать возможные подвижки массива из-за близости обрабатываемых лав.

Применяемая технология проходки, штучного и комбинированного крепления воздухоподающего ствола шахты им. А.Ф. Засядько в неоднородных слабых породах оправдала себя полностью и рекомендована «Донгипрошахтом» для применения на вновь строящихся стволах в Донбассе.

Применение таких охранных конструкций правомерно не только с точки зрения геомеханики «крепь ствола – массив», но и экономически выгодно.

Наряду с указанными изменениями в конструкции крепи ствола было предложено облегчить железобетонные участки крепи за счет применения монолитного бетона с последующим анкерованием пород через бетон с целью консолидации системы «крепь – порода», снятия асимметрии нагрузок, упрочнения нарушенного взрывными работами крепного массива.

Конструктивно-технологические решения по усилению монолитной бетонной крепи ВПС анкерами (сталеполимерными или железобетонными) сводились к следующему.

Для обеспечения устойчивости ВПС на четырех участках, указанных в табл. 1, рекомендовано применение анкерной крепи.

Для железобетонных анкеров применена арматурная сталь периодического профиля А-II диаметром 18-20 мм и длиной 3,0 м.

Длина заделки анкера в массиве 2,5 м. Анкера устанавливаются ярусами в шахматном порядке с плотностью возведения 1-2 анкера/м<sup>2</sup>.

Расстояние между ярусами по вертикали составляет 1-2,0 м.

Расстояние между анкерами по периметру ствола – 2,0 м.

Таблица 1 – Параметры анкеров для усиления бетонной крепи

Участок ствола	Интервал усиления, м	Плотность возведения, анкер/м <sup>2</sup>	Количество ярусов	Расстояние между ярусами	Расстояние между анкерами в ярусе, м	Количество анкеров в ярусе
Ниша кабельных муфт	668-678	2	11	1,0	2,0	11
Пересечение стволом отработанного пласта m <sub>3</sub>	1155,2-1160,2	2	6	1,0	2,0	11
	1175,0-1183,0	2	9	1,0	2,0	11
Сопряжение с горизонтом 1235 м	1193-1194	2	2	2,0	2,0	11
	1200-1219	1	20	2,0	2,0	11
	1225-1239	1	15	2,0	2,0	22
	1232-1247	1	20	2,0	2,0	11
	1240-1242	2	3	1	2,0	11
Ходок в камеру зумпфовых насосов	1284,75-1240	2	15	1,0	2,0	11
	1240,0-1241,3	2	3	1,0	2,0	11

Практика сооружения ВПС на шахте им. А.Ф. Засядько показала, что надлежащий учет геомеханических условий, увязка технологических и организационных вопросов с экономическими позволяет существенно улучшить показатели ресурсосбережения и производительность при креплении капитальных горных выработок.

При сооружении ВПС при оптимальных затратах достигнуты рекордные темпы его проходки – 85-110 м/мес. За 10 месяцев пройдено 1267 м ствола.

Учитывая опыт применения анкеров в стволах, отрабатываются элементы технологии применения анкерной крепи для предотвращения вывалообразования в незакрепленном забое ствола, при разноглубинном анкероании массива, для повышения устойчивости сопряжения ствола с горизонтом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левіт В.В. Геомеханічні основи розробки і вибору комбінованих способів кріплення вертикальних стовбурів у структурно неоднорідних породах: Автореф. дис. докт. техн. наук. – Дніпропетровськ, 1999. – 36 с.