

**Ю.М. Халимендик, А.В. Бруй, М.В. Чемакина**  
**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВЫРАБОТОК**  
**С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ**

*Приведены результаты мониторинга состояния крепи и приконтурных пород горных выработок, проведенных с целью установления начального состояния крепи выработок, общих закономерностей изменения их сечения и особенностей проявления горного давления.*

*Ключевые слова: мониторинг, анкерная крепь, приконтурные породы горных выработок.*

Улучшение состояния выработок возможно при использовании несущей способности массива, как элемента крепления [1]. Одним из путей решения этой задачи является использование анкерных систем крепления горных выработок. Анкерное крепление позволяет при значительно меньших объемах использования металла обеспечить повышение устойчивости и надежности поддержания выработок. Другим преимуществом анкерного крепления является возможность механизации крепления, вследствие чего значительно снижается трудоемкость проходческих работ и повышается скорость проведения выработок.

В настоящее время анкерное крепление широко внедряется на шахтах Западного Донбасса. В 2008 году программой анкерного крепления было предусмотрено проведение 64 583 п.м. горных выработок. Из них анкерным креплением было пройдено 55 287 п.м., а чистым анкером — 9 296 п.м. Впервые в 2008 году планировалось проведение капитальных горных выработок с чисто анкерным креплением в объеме 1 485 п.м. Этот процесс сопровождается определенными трудностями, которые связаны со специфическими

геологическими условиями: низкой прочностью вмещающих пород, склонностью их к размоканию, наличием водоносных горизонтов и наличием мелкоамплитудной нарушенностью горных пород.

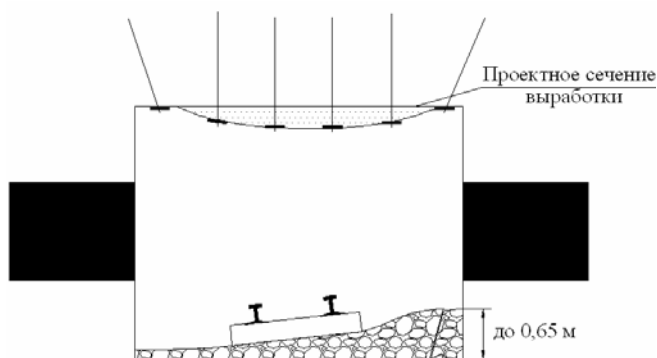
В таких условиях практически отсутствует опыт эксплуатации анкерных систем и методов контроля за состоянием крепления.

Мониторинг за состоянием выработки включает:

- визуальный контроль качества установки анкеров и состояния выработок с анкерной крепью;
- контроль перемещений слоев приконтурной зоны выработки при помощи глубинных индикаторов;
- проведение дополнительных маркшейдерских инструментальных наблюдений. При проведении горной выработки необходимо ведение контроля выполнения технологических операций по установке крепи и соответствия ее разработанному паспорту.

При визуальном контроле состояния выработки с анкерной крепью необходимо отслеживать внешние признаки изменения состояния выработки, к которым относятся:

- а) признаки незначительных изменений:



**Рис. 1. Характер деформирования пород кровли и почвы выработки**

- наличие зеленого сигнала на индикаторах;

- деформация затяжек, опорных шайб и подхватов;

- растрескивание угля и породы в верхней части боков выработки, отслоение небольших плиток породы от непосредственной кровли между анкерами вблизи них;

б) признаки значительных изменений:

- появление желтого сигнала на индикаторах;

- раскрытие трещин в кровле;

- смятие подхватов на контакте с опорными шайбами;

- прогиб пород и подхватов между анкерами;

- вывалы пород и образование небольших сводов между анкерами и подхватами;

в) признаки опасных изменений:

- появление красного сигнала на индикаторах;

- интенсивный прогиб всей заанкерированной толщи пород в выработках с плоской кровлей;

- опускание анкеров с небольшим количеством отслоившихся пород.[2]

Визуальный мониторинг состояния крепи и приконтурных пород горных выработок выполнялся на шахтах «Степная», «Западно-Донбасская»,

«Самарская» и «Павлоградская» ОАО «Павлоград-уголь». Целью этих наблюдений было установление начального состояния крепи выработок, общих закономерностей изменения их сечения и особенностей проявления горного давления.

Обычно на ш. «Степная» применялось рамное крепление из спецпрофиля АП-13,8 с шагом крепления 0,5 метра. Крепление 159-го сборного штрека ш.

«Степная» выполняется в соответствии с рекомендациями ИГТМ им. Полякова, с неоднократным изменением параметров крепления по длине выемочного столба. С ПК18+4м – крепление анкерное. Количество анкеров в ряде постепенно увеличивалось с глубиной начиная с 7 анкеров и уже на ПК131 анкера установлены в количества 11 штук. Диаметр стальной анкерной штанги 25 мм, длина штанги 2,4 м. Закрепление штанг в приконтурных породах производится путем разрушения трёх ампул с полимерным наполнителем завода «Карбо и крепь».

Мониторинг состояния 159-го сборного штрека показал, что грубых отклонений от паспорта крепления нет, а состояние выработки характеризуется следующими показателями.

В выработке с ПК50 (глубина около 300 м) наблюдается вертикальная и горизонтальная конвергенция, которая увеличивается с глубиной и достигает 1,0 м. Пучение почвы проявляется в виде поднятия плит с видимыми разрывами сплошности с западной стороны выработки (рис. 1).

Горизонтальная конвергенция проявляется в большей мере в нижней части выработки. Она выражена



**Рис. 2. Раскрытия трещин в нижней части выработки**



**Рис. 3. Деформирования элементов крепления выработки**

системой раскрытых трещин, совпадающей с кливажем пород почвы пласта. Вывалы угольного пласта и пород почвы, которые наблюдаются на локальных участках восточного борта выработки, распространяются внутрь массива до 0,7 м и могут способствовать потере устойчивости выработки (рис. 2).

свод обрушения высотой до 4 метров, который удерживается на крайних наклонных анкерах и стойках усиления.

Процесс конвергенции в выработке носит незатухающий характер и увеличивается с увеличением глубины. В забое выработки наблюдается опускания кровли одновременно с

В местах значительного оседания кровли (более 0,2 м) наблюдается:

Крайние наклонные анкеры находятся в нагруженном состоянии или с деформированными элементами – отдельные подпорные шайбы разрушены и сорваны (рис. 3).

Анкеры, установленные вертикально, практически не деформированы, целостными остаются подпорные шайбы и подхваты. Причиной этого может быть то, что анкеры располагаются внутри образовавшегося свода обрушения и проседают вместе с породами кровли.

На участке ПК161 – 162, где анкерное крепление усилено металлическим верхняком из профиля СВП и деревянными стойками, в отдельных местах есть поломанные стойки, что свидетельствует об интенсивных сдвигах горного массива в кровле выработки. Исходя из диаметра применяемой деревянной стойки (200 мм), сделан вывод о нагрузке на крепление в 150 – 300 кН/м. Исходя из этого, можно предположить, что над выработкой образовался

деформациями бортов и почвы выработки.

Мониторинг состояния контурных индикаторов нагрузки анкера показывает, что:

практически все индикаторы имеют общий зеленый цвет, который свидетельствует об отсутствии нагрузки. Это наблюдается даже при оседании кровли до 0,4 метра. Причиной этого может быть то, что анкеры находятся в своде обрушения или анкерные стержни закреплены качественно по всей длине

состояние индикаторов указывает на то, что нижняя точка закрепления (глубина 2,5 м) значительно отделилась от верхней точки закрепления (глубина 5 м). Это свидетельствует о превышении высоты разрушения кровли относительно длины анкера. Данные выводы подтверждаются исследованиями состояния нарушенности массива акустическими методами, проведенными МакНИИ. Согласно этим данным разрушение массива наблюдается на величину, превышающую двойную длину анкера.

Обследования состояния 404-го сборного и 410-го бортового штреков ш. «Павлоградская» обнаружило следующее. В соответствии с паспортом крепления, выработки имеют прямоугольное сечение. Кровля и борта закреплены анкерами. Угол между горизонтом и осью анкера составляет приблизительно  $80^{\circ}$ . Количество анкеров, установленных в кровле – 7...9 шт. в одном ряду. Расстояние между подхватами – 0,8 м.

В кровле пласта  $c_4$  находятся песчаник серый кварцевый мелкозернистый на известково-глинистом цементе, плотный, естественно влажный. Мощность пласта от 0 м до 2,2 м. Непосредственная почва пласта  $c_4$  состоит из алевролита серого, с про-

слойками песчаника, мощностью от 1,4 м до 4,0 м.

Выработки сухие. Общее состояние крепления выработок характеризуется как удовлетворительное. До 10% анкеров нагружены до состояния выравнивания сферических шайб. Отжим непосредственной кровли выработки слабо выражен. Отсутствуют случаи вываливания анкеров из массива. Также отсутствуют случаи отрыва гаек анкеров и изгибания горным давлением сферических шайб в обратную сторону. По направлению выработки снизу вверх, правый борт имеет более смещенную кровлю. Выработка имеет небольшое провисание центральной части кровли. Учитывая состояние резьбовой части анкера, очевидно движение вниз всей части массива кровли, связанной анкерами.

Пучение почвы слабо выражено. В некоторых случаях оно видно визуально, проявляется в основном по правому борту выработки.

Мониторинг состояния подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью ш. «Степная» (157-й бортовой штрек, 159-й сборный штрек), ш. «Самарская» (164-й бортовой штрек), ш. «Павлоградская» (404-й бортовой штрек, 404-й сборный штрек, 413-й бортовой штрек) указывает на явное отличие в устойчивости выработок.

Несмотря на тот факт, что на ш. «Павлоградская» выработки пройдены вприсечку к отработанным ранее лавам, состояние сечений 404-го бортового, 404-го сборного и 413-го бортового штреков остается удовлетворительным. Этот вывод справедлив и для 164-го бортового штрека ш. «Самарская». В отличие от перечисленных выработок на ш. «Степная» 157-й бортовой и 159-й сборный

штреки подвержены разрушающему воздействию горного давления.

На наш взгляд, первопричиной такого состояния выработок является влияние глубины залегания горных выработок. В первых двух случаях средняя глубина залегания 404-го бортового, 404-го сборного, 413-го бортового и 164-го бортового штреков находится в пределах 100–140 м. На ш. «Степная» выработки залегают на глубине 250–480 м. При этом до глубины около 300 м сечение 157-го бортового и 159-го сборного штреков вполне удовле-

творительное, а ниже этой глубины наблюдаются значительные деформации как кровли, так бортов и почвы выработок.

В связи с полным заполнением анкера полимерным раствором применение контурных датчиков не позволяет судить о степени нагруженности анкера. Длина датчиков Тел-Тейс должна быть равна двух- и трехкратной длине применяемых анкеров с их чередованием. Необходимо постоянное наблюдение и фиксация отрывов свода обрушения, кратных длине анкера.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт/ Институт геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск: Вильпо, 2002. – 372 с.

2. Виноградов В.В., Круковский А.П., Андроская Л.Г., Хворостян В.А. Контроль состояния горных выработок с анкерной крепью// «Геотехническая механика». – Днепропетровск: ИГТМ.– 2006.– Вып. 64.– с.246-252. **ГИАБ**

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Халимендик Ю.М. – доктор технических наук,

Бруй А.В. – кандидат технических наук,

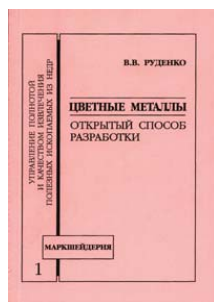
Чемакина М.В. – аспирант,

Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина, [rector@nmu.org.ua](mailto:rector@nmu.org.ua)



---

#### ГОРНАЯ КНИГА



#### Цветные металлы. Открытый способ разработки

Автор: Руденко В.В.

Год: 2013

Страниц: 100

ISBN: 978-5-98672-358-7

UDK: 622.34 622.1

Изложены методологические основы управления полнотой и качеством извлечения полезных ископаемых из недр, общие понятия, термины, методы и модели. Приведены методики определения нормативных и фактических потерь и разубоживания руды при добыче на примере открытой разработки медно-молибденового штокверка. Особое внимание уделено модели определения оптимальных нормативов потерь и разубоживания руды при добыче в приконтактной зоне с использованием программных продуктов. Приведена методика оценки достоверности определения нормативов потерь и разубоживания руды при добыче.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности