

## **МАРКШЕЙДЕРСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

В статті розглянуто способи маркшейдерського моніторингу підготовчих гірських виробок при просуванні очисних виробок. Способи моніторингу оцінено за декількома показниками: простота, доступність, затрати часу, повнота відображення геомеханічних процесів, що дозволяє підібрати оптимальний спосіб для тих чи інших умов.

## **MARKSCHEIDERING MONITORING PREPARATORY MINE WORKINGS**

The article deals with how markscheidering monitoring preparatory mine workings in promoting treatment workings. Methods of monitoring evaluated on several factors: simplicity, accessibility, time-consuming, completeness display geomechanical processes that allows to choose an optimum way for different conditions.

Горнодобывающая промышленность на Украине постоянно развивается: внедряются новые крепи, появляется высокопроизводительное оборудование, возрастают темпы проходки и добычи, а также увеличивается глубина ведения работ. За последние годы нагрузка на очистные забои угольных шахт значительно возросла. Обеспечение высоких темпов подвигания очистного забоя стало приоритетной задачей для руководителей добычных участков, да и предприятий в целом. Высокая производительность достигается решением большого комплекса производственных задач, среди которых поддержание выемочных выработок занимает далеко не последнее место. Именно поддержание выработок в удовлетворительном рабочем состоянии после прохода очистного забоя позволяет реализовать прямоточную схему проветривания и использовать выработку повторно. Анализ существующего опыта вместе с проводимыми исследованиями геомеханических процессов при движении очистного забоя, позволяет определить основные факторы, способствующие сохранению выработки и разработать соответствующие технические решения.

Общее состояние подготовительной выработки может быть оценено по трем составляющим:

- состояние вмещающих пород, а именно, наличие трещин, осыпания, вывалов и других видимых необратимых деформаций;
- состояние крепи выработки, которое может быть оценено визуально по степени деформирования крепи;
- геометрическим параметрам (высота, ширина, площадь поперечного сечения).

Контроль геометрических параметров выработки зачастую выполняется маркшейдерской службой предприятия. Однако методы контроля, используемые на разных предприятиях, могут существенно отличаться между собой.

Наиболее часто используются самые простые и доступные способы, например, рулеточные замеры высоты и ширины выработки.

Важнейшим параметром, влияющим на эксплуатационные характеристики выработки, является площадь поперечного сечения. После прохода очистного забоя сечение выработки уменьшается, что обусловлено сближением кровли и почвы выработки (вертикальная конвергенция), а также сближением бортов выработки (горизонтальная конвергенция). Конечно, наиболее существенно на сечение выработки влияет вертикальная конвергенция.

Вертикальную конвергенцию выемочных выработок можно представить как совокупность нескольких процессов:

- поднятие почвы;
- смещение элементов крепи в замках;
- пластические деформации элементов крепи;
- внедрение стоек крепи в почву.

Учитывая перечисленные процессы, можем рассмотреть различные способы маркшейдерского мониторинга подготовительных выработок и оценить их полноту.

Наиболее простым и распространенным является способ замерных сечений, который в своей сущности сводится к определению высоты и ширины выработки. Замерные сечения представляют собой промаркированное место в горной выработке, в котором проводится комплекс измерений. Совокупность замерных сечений, заложенных с определенным шагом, составляют наблюдательную станцию. При данном способе контроля смещение контура фиксируется локально. В одном замерном сечении измеряются высота и ширина выработки. Для привязки замеров к одному и тому же месту, в борта, кровлю и почву выработки забуриваются шпуров глубиной ~ 0,5 м, в шпуров забиваются деревянные чопы, в которые забиваются гвозди. Расстояния измеряют между гвоздями.

В другом варианте контрольные точки закрепляются непосредственно на крепи выработки. Измерения выполняются стальной рулеткой. Периодизация измерений с учетом движения очистного забоя позволяет оценить значения ширины и высоты выработки (рис. 1) в различных геомеханических зонах, а также их изменения во времени.

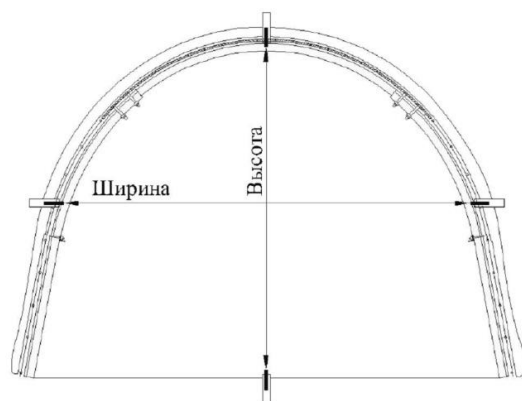


Рис. 1 – Способ замерных сечений

Дополнительно для оценки работы узлов податливости их положение может быть зафиксировано на начало измерений, что позволит отслеживать проскальзывание при увеличении нагрузки на крепь. Простота данного способа делает его самым доступным. Для выполнения замеров из инструментов необходима только рулетка. Существенным недостатком данного способа является отсутствие возможности разделить вертикальную конвергенцию на составляющие. Так невозможно достоверно установить за счет чего уменьшается высота выработки, результат ли это поднятия почвы или опускания кровли. Зачастую эти процессы протекают параллельно, а выделить их долю в вертикальной конвергенции при данном способе измерений невозможно. Кроме того отсутствует геометрическая связь между отдельными сечениями. Перечисленные факторы ограничивают применения способа замерных сечений для исследования геомеханических процессов. Фактически, данный способ наиболее подходит для оценки эксплуатационных характеристик выработки.

Более полное представление о геомеханических процессах дает способ локального нивелирования на замерных сечениях. Данный способ является более расширенным вариантом замерных сечений. При этом фиксируются положение ножек, кровли и почвы, но привязка по прежнему осуществляется локально, к кровле или почве пласта (рис. 2), что позволяет выделить отдельные элементы вертикальной конвергенции.

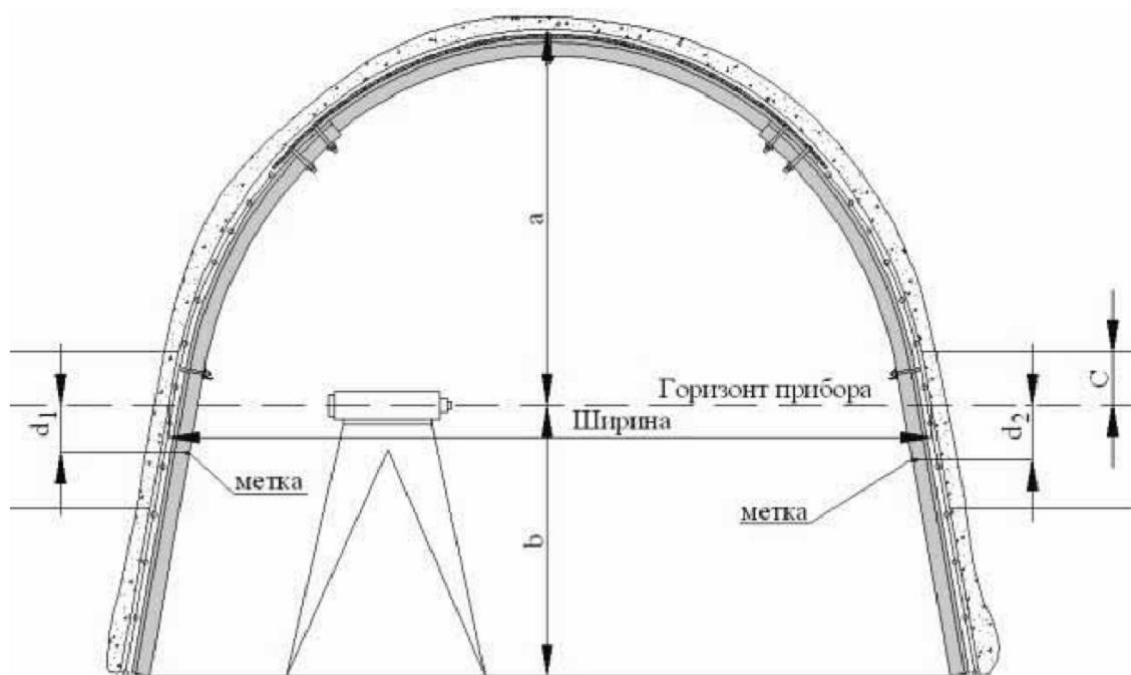


Рис. 2 – Локальное нивелирование на замерных сечениях  
 $a$  – домер до кровли выработки,  $b$  – домер до почвы выработки,  
 $c$  – домер до кровли (почвы) пласта,  $d_1$ ,  $d_2$  – домеры до меток на ножках

Используя данный способ можно установить соотношение поднятия почвы и опускания кровли, суммарную вертикальную конвергенцию, а также ус-

тановить факт внедрения стоек крепи в почву выработки. Дополнительно можно отслеживать работу элементов податливости.

Для выполнения комплекса наблюдений на станции необходим нивелир технической точности, рейка (наиболее оптимальна телескопическая), рулетка.

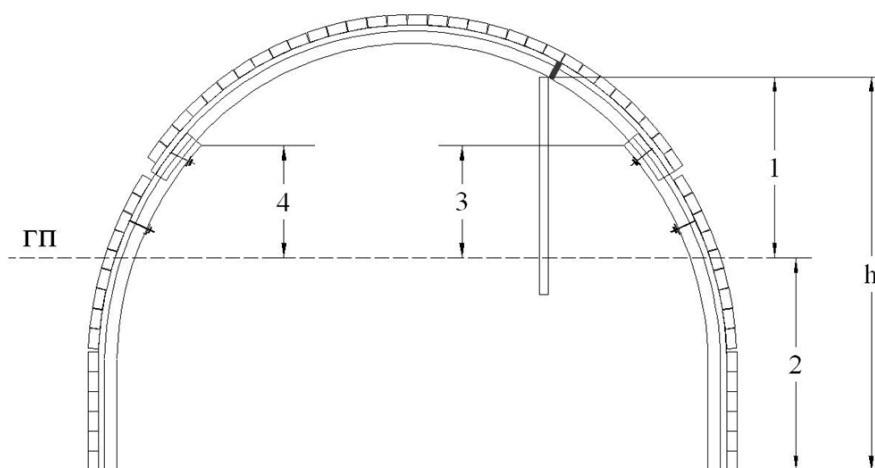
Недостатком данного способа является то, что привязка осуществляется локально к кровле или почве пласта. В случае «заволачивания» вниз края пласта в бортах штрека (рис. 3) измеренные данные будут содержать грубые ошибки. Такое «заволачивание» зачастую возникает при внедрении стоек крепи в почву выработки.



Рис. 3 – Загибание и разрушение краевой части пласта

Наиболее трудоемким способом мониторинга является геометрическое нивелирование, однако он обладает рядом преимуществ. Главным достоинством геометрического нивелирования является получение огромного массива данных об изменении контура выработки, а также увязка всех замеров в единую высотную систему. Такая увязка позволяет четко установить величины смещений в элементах крепи, выявить наличие поднятия почвы и т.д. При геометрическом нивелировании наблюдение за смещением контура выполняется с помощью нивелирных ходов технической точности. Для этого вне зоны влияния очистного забоя закладываются исходные репера, от которых прокладывается ход к реперам наблюдательной станции (рис. 4).

В качестве реперов могут выступать элементы крепи. Результатами таких замеров будут высотные отметки реперов, кровли и почвы выработки, меток на стойках. Изменение отметок перечисленных элементов относительно исходного состояния позволяет отследить изменение во времени любых интересующих элементов вертикальной конвергенции. Для выполнения комплекса наблюдений на станции необходим нивелир технической точности, рейка (телескопическая), рулетка, журнал технического нивелирования.



$h$  – расстояние от почвы выработки до марки на верхняке, ГП – горизонт прибора, 1, 2, 3, 4 - номера отсчетов по рейке, соответственно установленной на марке на верхняке, почве выработки, конце ножки арочной крепи со стороны лавы, конце ножки арочной крепи со стороны массива

Рис. 4 – Схема выполнения измерений на наблюдательной станции

Данный способ является наиболее точным, достоверным и всеобъемлющим. Его можно использовать для установления величин всех элементов вертикальной конвергенции, которые могут быть представлены в любой удобной форме, например, в виде графиков зависимости смещений элементов крепи в зависимости от расстояния до очистного забоя (рис. 5).

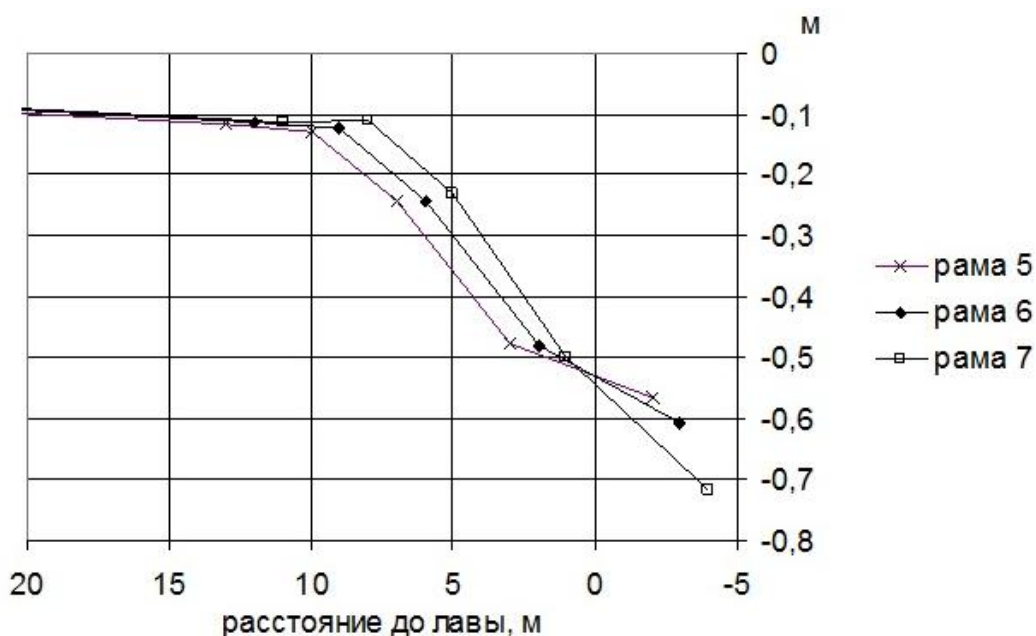


Рис. 5 – Результаты наблюдений в выемочной выработке. Смещение верхняка.

Правильная периодизация измерений позволяет четко установить начало активизации геомеханических процессов и их взаимосвязь с выемкой угля.

Приведенные способы были опробованы на шахтах Западного и Цен-

трального Донбасса. Опыт практических наблюдений свидетельствует, что фактическое различие трудоемкости данных способов мониторинга не велико, однако полнота и достоверность полученных результатов позволяют выделить геометрическое нивелирование как оптимальный способ для исследования геомеханических процессов в подготовительных выработках.

**УДК 622.112.4: 622.013.362**

А.М. Кузьменко, д.т.н., проф.  
(ГВУЗ «Национальный горный университет»),  
А.А. Козлов, директор,  
А.В. Хейло, зам. директора  
(шахта «Краснолиманская»)

### **МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ГОРНОМ МАССИВЕ ВБЛИЗИ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ**

Розглянуто механізм поступового формування напружень у гірському масиві навколо техногенної зони при наявності гірничої виробки у виїмковому полі на шляху посування очисних робіт

### **MECHANISM OF STRESSES IN ROCK MASSIF THE VICINITY OF TECHNOLOGIC ZONES OF EXTRACTION PILLARS**

Mechanism of gradual formation of stresses in rock massif around technogenic zone with presence of mine working in extraction field during stopping movement is given.

Современное видение развития интенсификации очистных работ с применением очистных механизированных комплексов с высоким энергетическим ресурсом на весьма тонких и тонких угольных пластах требует увеличение выемочных столбов до размеров, которые вызывают трудности в планировочных решениях и эффективного проветривания горных выработок при высокой газоносности углей. Эффективная работа очистных механизированных комплексов достигается при размерах выемочных столбов до 3000 м и длине лавы до 300-350 м (шахты ДТЭК ООО «Павлоградуголь», им. А.Ф. Засядько, «Краснолиманская», «Ждановская», «Суходольская-Восточная», ш/у «Покровское» и др. В Донбассе работает 26 лав с параметрами, которые требуют решения вопроса коллективной безопасности).

Использование полного ресурса очистного механизированного комплекса неизбежно приводит, в отдельных случаях, к пересечению ранее пройденных подготовительных горных выработок (уклонов, ходков). Для решения вопросов вентиляции, обеспечения коллективной безопасности трудящихся и горноспасателей приходится проводить выработки, которые делят выемочной столб на части, создавая, таким образом, техногенные зоны на пути продвижения очистных работ.

Пройденная горная выработка разгрузила массив горных пород и создала вокруг себя техногенную зону с параметрами, изменяющимися во времени.