

Ю.М. Халимендик, А.В. Бруй, А.С. Барышников

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОРОД КРОВЛИ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

*Рассмотрены методики наблюдений за деформациями кровли выработок. Предложено совместное использование геометрического нивелирования и наблюдений за смещениями глубинных реперов. Приведены результаты маркшейдерских замеров в горных выработках. Установлены закономерности деформирования кровли выработок, позволяющие обосновывать величину податливости отпорного крепления.*

---

### ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ПОРІД ПОКРІВЛІ ВИЇМКОВИХ ВИРОБОК

*Розглянуто методики спостережень за деформаціями покрівлі виробок. Запропоновано спільне використання геометричного нівелювання та спостережень за зміщеннями глибинних реперів. Приведені результати маркшейдерських вимірів в гірничих виробках. Встановлені закономірності деформації покрівлі виробок, що дозволяють обґрунтувати величину податливості відпорного кріплення.*

---

### RESEARCH OF ROOF ROCKS DEFORMATION OF EXTRACTION MINE WORKINGS

*Techniques of observations over roofing deformation of gateroads are observed. Combined usage of a geometric levelling and observations over displacement of deep-seated anchors (tell-tales) is offered. Results of surveying measurements in mine workings are given. Objective laws of a gateroad roofing deformation are stated, allowing substantiating of magnitude of a support yielding.*

Внедрение новых видов крепи (анкерных систем; комбинированных крепей и т.д.) сопровождается мониторингом состояния крепи и массива боковых пород [1]. Текущий мониторинг включает в себя визуальный контроль качества выполняемых работ, состояние выработки, приборный контроль нагружения анкеров и перемещение слоев пород приконтурной зоны выработки.

Наибольшую информацию о состоянии массива дают глубинные индикаторы, устройство которых основано на закреплении в шпуре на соответствующих глубинах отрезков троса с помощью якорей. Наблюдения на глубинных станциях включают в себя определение смещений якорей отно-

сительно друг друга и наиболее глубокого репера, который, как правило, принимается за исходный и считается неподвижным. Вне зоны влияния очистных работ при достаточной глубине скважины (5-7 м) такое допущение можно считать справедливым, не приводящим к большим ошибкам.

В зонах влияния очистных работ для фиксации перемещения глубинных реперов используются короткие боковые репера в виде металлических стержней длиной 150 мм. Контурные глубинные репера устанавливаются в одной плоскости и, как правило, вертикальные репера «привязаны» к горизонтальным (рис. 1) [2].

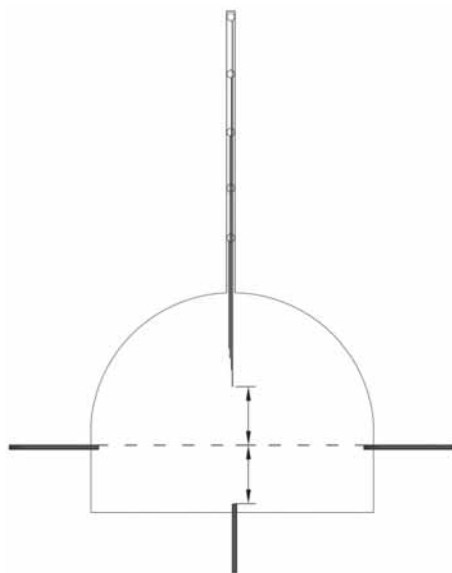


Рис. 1. Схема использования контурных и глубинных реперов

Применение такой схемы можно ожидать эффективным при неизменном положении боковых реперов. При слабых боковых породах можно наблюдать внедрение крепи в почву [3] и заволачивание слоев пород вниз (рис. 2). Изменение положения боковых реперов неизбежно приведет к снижению достоверности получаемых результатов.



Рис. 2. Состояние горного массива в бортах выработки в условиях шахты «Степная»

При приемочных испытаниях крепей рекомендуется производить нивелирование контура выработки [1]. Целью этих замеров является определение доли смещения пород приконтурной зоны выработки в общей конвергенции.

Для совершенствования способа наблюдения за смещением породных слоев вокруг выработки использовано геометрическое нивелирование глубинных реперов. В условиях шахты «Степная» в 165-м сборном штреке произведено наблюдение за деформацией горного массива при двухуровневом анкероании кровли (длины анкеров 2,2 и 6 м) и креплении штрека арочной крепью.

Процесс формирования зоны неупругих деформаций изучался с помощью глубинных реперов, заложенных в скважине диаметром 32 мм и глубиной до 9 м, пробуренной вертикально в кровлю на каждом сечении. В каждой скважине с шагом 1,0 м установлены глубинные реперы в количестве, зависящем от длины скважины (до 9 реперов). Для определения высотного положения точек устья наблюдательной станции и глубинных реперов прокладывался прямой и обратный нивелирный ход.

Для оценки применяемой методики определения деформации пород кровли в сравнении с «классической», произведено сравнение результатов. При использовании данных только по глубинным станциям, до подхода лавы можно зафиксировать развитие деформаций на участках 0-5 м в виде расширения горного массива (рис. 3).

При использовании результатов нивелирования установлено, что с приближением очистного забоя лавы опускание репера, заложенного на глубине 9 м, на величину до 15 мм (рис. 4). Такая картина является более полной, и на ее основании можно утверждать, что в зоне влияния лавы в кровле выработки не только формируется область деформации, но и вся толщина пород кровли выработки подвержена незначительному опусканию.

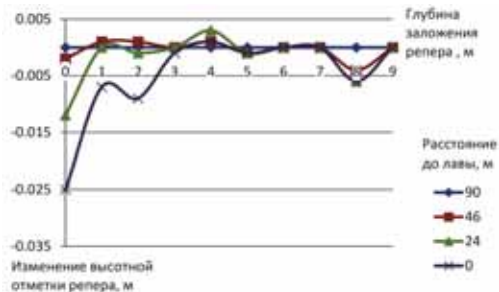


Рис. 3. Опускания глубинных реперов без использования результатов нивелирования до подхода лавы

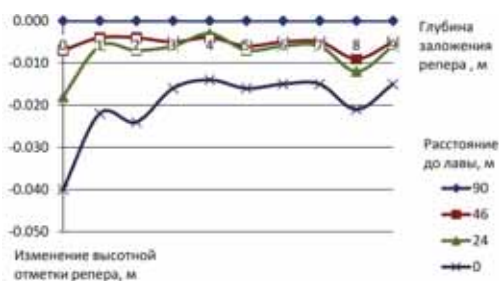


Рис. 4. Опускания глубинных реперов с использованием результатов нивелирования до подхода лавы

После прохода очистного забоя при использовании «классической» методики, после подхода лавы в кровле выработки формируется зона неупругих деформаций на высоту 6 м, далее никаких значительных смещений не зафиксировано (рис. 5).

Однако при использовании результатов нивелирования установлено равномерное опускание реперов, заложенных на глубине 6-9 м, на величину до 200 мм (рис. 6).

Из приведенного примера оценки деформации пород кровли видно, что результаты нивелирования глубинных реперов в кровле выработки дают возможность дополнительно утверждать, что толщина пород в условиях шахты «Степная» на высоте 6-9 м от кровли выработки подвержена равномерному опусканию.

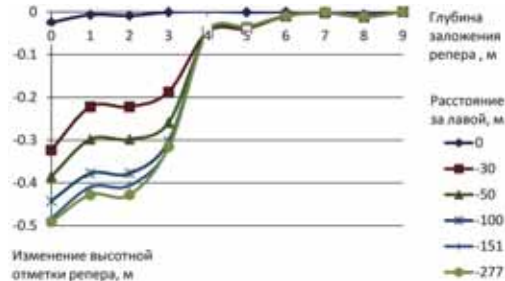


Рис. 5. Опускания глубинных реперов без использования результатов нивелирования после прохода лавы

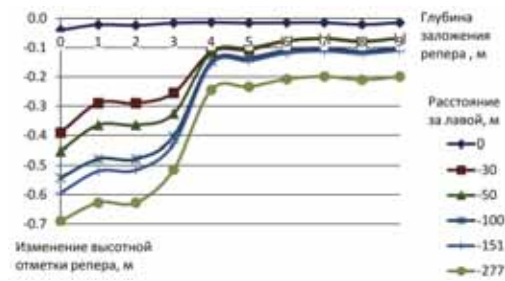


Рис. 6. Опускания глубинных реперов с использованием результатов нивелирования после прохода лавы

Значение таких исследований заключается в количественном обосновании величин податливости системы крепления в зонах влияния очистных работ.

Создавая систему крепления, которая с одной стороны обеспечивает податливость на величину опускания пород основной кровли, а с другой стороны препятствуя развитию зоны неупругих деформаций приконтурной зоны выработки можно сохранить выемочную выработку с минимальными потерями сечения.

## ВЫВОДЫ

Приведенные результаты наблюдений за состоянием пород кровли выемочной выработки с использованием геометрического нивелирования позволили установить равномерно опускающуюся зону гор-

ного массива над штреком в зоне влияния очистных работ. Дальнейшее использование результатов наблюдений за глубинными реперами с геометрическим нивелиро-

ванием станет основой для проектирования систем крепления выемочных выработок с заданным отпором, обеспечивающим обоснованную величину податливости.



### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф. Опорно-анкерне кріплення гірничих виробок вугільних шахт [Текст] / А.Ф. Булат, В.В. Виноградов. – Дніпропетровськ: ІГТМ НАН України. – 2002. – С. 372.
2. Новиков, А.О. Проверка рекомендаций по расчету параметров комбинированной крепи [Текст]: сб. науч. тр. / А.О. Новиков, И.Н. Шестопалов. – Донецк: УкрНИИ НАН Украины. – 2012. – № 10. – С. 250-269.
3. Курченко, Э.П. Исследование взаимодействия арочной крепи с пучащими породами почвы [Текст] / Э.П. Курченко, Б.Т. Тупиков, С.В. Макаров, В.А. Бармин // Уголь Украины. – 2008. – № 10. – С. 20-22.

### ОБ АВТОРАХ

Халимендик Юрий Михайлович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой маркшейдерии Национального горного университета.

Бруй Анна Васильевна – к.т.н., доцент кафедры маркшейдерии Национального горного университета.

Барышников Анатолий Сергеевич – аспирант кафедры маркшейдерии Национального горного университета.