

Инженеры В.И. Литвинюк, Ю. А. Косарыгин,  
Д. В. Румянцев, О. Ю. Сытниченко  
(ОДО «Лафарж-гипс»)

## **АНАЛИЗ ОПЫТА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПОТОЛОЧИНЫ ГИПСОВОЙ ШАХТЫ**

Проаналізовано багаторічний досвід спостережень за деформаціями стелини з блоковою структурою з використанням різних механічних засобів контролю.

## **THE ANALYSIS OF INSTRUMENTAL CONTROL AT DEFORMATIONS ROOF OF GYPSUM MINE**

The long experience of observation at deformations roof with block structure with use of various mechanical means of the control is analused.

Транспортные выработки Артемовской гипсовой шахты эксплуатируются весьма продолжительное время – некоторые в течение нескольких десятков лет. Медленно протекающие необратимые геомеханические процессы приводят к снижению устойчивости породных обнажений. В наибольшей степени они сказываются на устойчивости потолочины [1, 2].

Высота выработок главной транспортной галереи на отдельных участках достигает 18-20 м. Возможности регулярного визуального осмотра потолочины в этих условиях ограничены. Тем не менее, обеспечение безопасности эксплуатации транспортной галереи является одной из важнейших задач и достигается эффективным использованием комплекса средств контроля за деформациями потолочины на потенциально опасных участках. Наиболее опасной формой нарушения потолочины являются блочная структура породного массива [3]. Блоки могут иметь как естественное происхождение (наличие естественных систем трещин), так и техногенное, вызванное перераспределением напряжений в массиве после проведения выработки и воздействием буровзрывных работ.

Исходя из канонів геомеханіки, первичні тріщини в потолочині повинні були б виникати, вблизи осі виробки, где значение горизонтального растягивающего напряжения в нижней породной пачке наибольшее. Однако, в реальности формирование трещин, очевидно, происходит по границе естественных крупных блоков, в связи с чем их положение в кровле камеры случайное. Длина таких трещин может достигать десятков метров, а раскрытие – до 10 мм. Внешний вид одной из таких трещин представлен на рис. 1.

Второй этап формирования блочной структуры в кровле – образование вторичных трещин, отходящих от первичной или пересекающих ее. Первичные или базовые трещины имеют в плане форму, близкую к отрезку прямой линии. Вторичные трещины имеют преимущественно вид ломаной линии и раскрытие в несколько раз меньше чем у первичной. Несмотря на меньшие размеры, динамика их развития более интенсивная по сравнению с первичными.

Параллельно с образованием трещин в горизонтальной плоскости происходит ее расслоение и в вертикальном направлении. Отслоение породного блока от основной кровли иллюстрируется рис. 2. В результате действия упомянутых процессов и происходит формирование в потолочине трехмерных блоков.

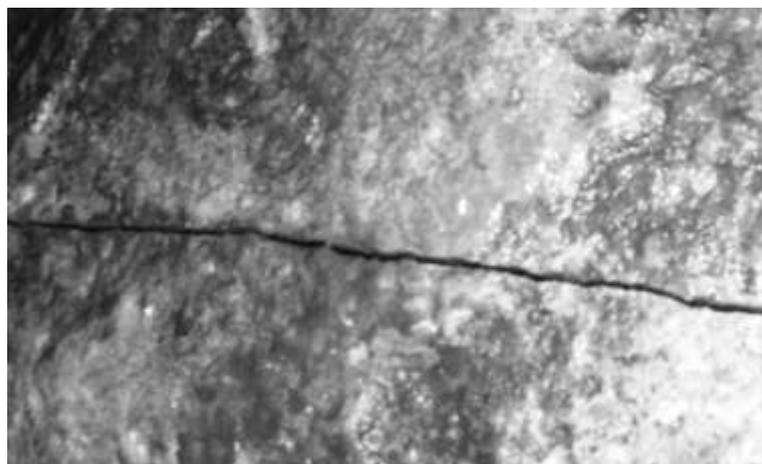


Рис. 1 – Внешний вид первичной трещины в потолочине.

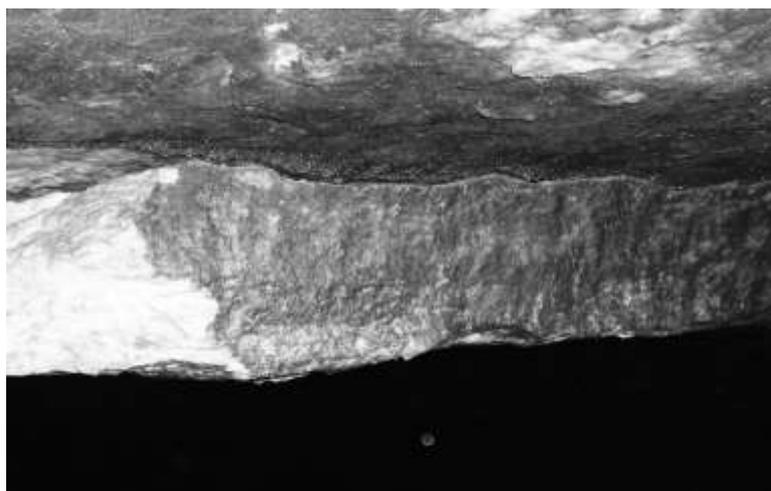


Рис. 2 – Отслоение породного блока от основной кровли.

Систематические наблюдения за состоянием потолочины транспортных выработок Артемовской гипсовой шахты, в первую очередь главной транспортной галереи, ведутся с 1975 г. Наиболее полная информация о динамике вертикального сдвижения блоков во времени получена с использованием индикаторных станций, включающих глубинный репер, а также индикатор часового типа с разрешением 0,01 мм и пределом измерения 10 мм. Для параметров камерно-столбовой системы, принятых для данного месторождения, получены критерии геомеханической опасности по интенсивности вертикального перемещения блоков, приведенные в табл. 1.

Таблица 1 – Оценка состояния блочно-структурированной потолочины по величине годового вертикального опускания блоков

Величина опускания, мм	Состояние потолочины
До 0,2 мм	удовлетворительное, необходимо продолжение наблюдений
От 0,2 до 0,5 мм	контролируемое, с возможностью продолжения эксплуатации выработки, но необходимо крепление
От 0,5 до 1,0 мм	предаварийное, с возможностью ограниченной эксплуатации выработки, необходимо безотлагательное крепление
Свыше 1,0 мм	аварийное, с прекращением эксплуатации выработки до ликвидации опасности внезапного обрушения блоков

Указанные в табл. 1. критерии определили выбор средств инструментально-

го контроля вертикальных деформаций в зависимости от геомеханического состояния участка потолочины. Сведения о применяемых средствах представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Характеристики средств контроля за вертикальными смещениями породных блоков и рекомендуемое их применение

Средство контроля	Диапазон регистрации, мм	Разрешение, мм	Состояние участка для установки средства
Индикаторная станция СИМ	0 - 10	0,01	Удовлетворительное
Сигнализатор СОП	0 -20	1,0	предаварийное, аварийное

Индикаторная станция принадлежит к средствам измерения и позволяет осуществлять регистрацию вертикального перемещения кровли с высокой точностью. К ее основным недостаткам относятся:

- сравнительно короткий срок безремонтной эксплуатации, вызванный влиянием агрессивной среды на прецизионный механизм индикатора;
- невозможность частой регистрации показаний, вызванная необходимостью использования для этой цели подъемника с высотой подъема до 18 м.

Трехступенчатый сигнализатор СОП, а также ранее применяемые на шахте одноступенчатый сигнализатор СДК-45 и шестиступенчатый сигнализатор СПК регистрируют достижение деформации, начиная с некоторого порогового значения – не менее 1 мм. Пониженная точность окупается возможностью визуальной дистанционной регистрации состояния индикатора с подошвы выработки по очень простому признаку – выпадению грузовых сигнальных элементов. Это позволяет выполнять оперативный контроль состояния потенциально опасных участков потолочины специалистами среднего звена перед началом каждой смены.

Для контроля за взаимными горизонтальными смещениями блоков используют планочные маяки. Традиционным методом регистрации смещения является непосредственное измерение смещения рисков на маяке с помощью металлической линейки с миллиметровыми делениями. Указанный способ позволяет осуществлять регистрацию смещения с разрешающей способностью 1,0 мм. Для повышения разрешающей способности можно использовать методику, разработанную в ИГТМ НАНУ, которая заключается в фотографировании объекта фотокамерой с высокой разрешающей способностью и последующей компьютерной обработке фотоснимка [4]. Такой подход позволяет повысить разрешающую способность до 0,2 - 0,3 мм. За долгие годы наблюдений установлено, что суммарная величина горизонтальных деформаций блоков или раскрытие трещины между ними не превысила 10 мм.

Наиболее простым и дешевым способом контроля за взаимными подвижками блоков является установка песчано-цементных или гипсовых маяков на их границах. По факту последовательности появления трещин в маяках регистрируется направление сдвижения блока. Недостатком является короткий срок службы маяков, вызванный воздействием влажной агрессивной среды.

Основная схема организации контроля за потолочиной включает этапы:

- сплошного виброакустического и визуального осмотра поверхности пото-

лочкины для предварительно выявления участков расслоений;

- контрольного бурения на аномальных участках, выявленных на первом этапе, для уточнения строения кровли;

- установку индикаторных станций с глубинными реперами на вновь выявленных участках расслоения площадью свыше 10 м<sup>2</sup>;

- установку сигнализаторов вертикального смещения потолочкины на участках с повышенной скоростью опускания;

- установку планочных маяков в средней части первичных трещин на поверхности потолочкины;

- установку песчано-цементных или гипсовых маяков на вторичных трещинах, оконтуривающих породные блоки.

По результатам наблюдений выполняют анкерное крепление кровли на участках с прогрессирующими деформациями. Контроль на закрепленных участках продолжают выполнять, используя преимущественно сигнализаторы различных типов, планочные, песчано-цементные и гипсовые маяки. В случае дальнейшего роста деформаций и невозможности усиления крепления осуществляют подрывку кровли для обрушения неустойчивых блоков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усаченко Б. М. Геомеханика подземной добычи гипса / Б. М. Усаченко. – К.: Наукова думка, 1985. – 216 с.

2. Усаченко В. Б. Количественный и качественный анализ обрушений потолочин камер на гипсовых шахтах / В. Б. Усаченко // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Донецк: ООО «Норд компьютер», 2002. – Вып. 40. – С. 272-281.

3. Система вероятностно-временных моделей динамики блочного массива / В. Г. Беляков, А. В. Леонтьев, Н. А. Мирошниченко [и др.] / ФТПРПИ. – № 3. – 2000. – С. 42–53.

4. Сергиенко В. Н. О бесконтактном измерении деформаций при испытаниях образцов горных пород / В. Н. Сергиенко, В. Н. Трипольский, В. А. Амелин // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Донецк: ООО «Норд компьютер», 2009. – Вып. 83. – С. 97-104.

**УДК 622.83**

Канд. техн. наук В. Н. Сергиенко,  
инженер Л. В. Прохорец  
(ИГТМ НАН Украины)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА УДАРНОГО ИМПУЛЬСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ГЕОМАТЕРИАЛОВ**

Розглянуто основні напрямки адаптації методу ударного імпульсу для оцінки міцності гірських порід безпосередньо в масиві. Представлено результати лабораторних досліджень нового варіанту методу.

### **PROSPECTS OF USE OF A METHOD SHOCK PULSE FOR AN ESTIMATION OF DURABILITY OF GEOMATERIALS**

The basic directions of adaptation of a method of a shock pulse for an estimation of durability of a rock directly in a massif are considered. The results of laboratory researches of new variant of a method are presented.

Прочность геоматериалов была и остается одной из их важнейших характеристик, непосредственно влияющей на устойчивость подземных сооружений. Наиболее достоверные сведения о показателях прочности горных пород получают при выполнении разрушающих испытаний образцов в лабораторных