

УДК 622.831.1:622.272.6

А. В. БОГАЙЧУК, М. А. ОСИЯН (ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель»)

МЕТОДЫ ВИЗУАЛЬНЫХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА РУДНИКАХ ТАЛНАХСКОГО РУДНОГО УЗЛА



А. В. БОГАЙЧУК,
главный специалист
Центра геодинамической безопасности



М. А. ОСИЯН,
главный специалист
Центра геодинамической безопасности

В результате встречного движения меридиональных очистных фронтов на рудниках «Октябрьский» и «Таймырский» Талнахского рудного узла сформированы разделительные массивы РМ-1 — между шахтами № 1, 2 рудника «Октябрьский» и РМ-2 — между шахтой № 2 рудника «Октябрьский» и шахтой № 1 рудника «Таймырский». Одновременно с меридиональными фронтами РМ-1 разрезан в широтном направлении и отрабатывается двумя расходящимися фронтами. Большинство динамических проявлений отмечены после взрывных работ в охранных целиках, зонах наложения опорного давления краевых частей рудной залежи, при проходке выработок защитного слоя и проведении мероприятий по опережающей разгрузке, а также в целиках фланговых уклонов и заездов на слои.

Интенсивность и частота динамических проявлений зависят от горно-геологической ситуации и изменяются во времени. Наиболее опасен в отношении горных ударов рудник «Октябрьский», где глубина горных работ достигла 1000–1300 м. Особенности месторождения являются: наличие гравитационно-тектонического поля напряжений, при котором тектонические напряжения превышают гравитационные в 1,5–2 раза; сложное уступообразное строение залежей, обусловленное сбрососдвиговой тектоникой; разработка уменьшающихся в размере участков рудного массива и целиков (РМ-1 и РМ-2); сопровожде-

ние, как правило, динамических проявлений обширным спектром сейсмических событий с энергоемкостью от 0,1 до 10 кДж и выше.

К склонным по горным ударам относят месторождения и массивы горных пород или их части, в которых имеются породы и руды с высокими упругими свойствами, способные к хрупкому разрушению под нагрузкой. Октябрьское месторождение богатых, вкрапленных и частично медистых руд отнесено к склонным по горным ударам, поэтому для обеспечения безаварийной отработки запасов месторождения, прогнозирования горно-геологической и горнотехнической обстановки необходимо осуществление ежедневного контроля за напряженно-деформированным состоянием (НДС) массивов, в особенности — разделительных массивов РМ-1 и РМ-2, которые содержат основной объем богатых руд всего месторождения. Для этой цели на рудниках «Октябрьский» и «Таймырский» создана система визуальных и инструментальных наблюдений за НДС РМ-1 и РМ-2 [1]. Практически вся сеть наблюдательных станций располагается на руднике «Октябрьский».

Система комплексных визуальных и инструментальных наблюдений включает:

визуальные наблюдения за состоянием крепи и контура выработок различного назначения;

определение степени удароопасности массива методом дискования керна;

определение деформаций массива и конвергенции выработок с помощью глубинных и контурных реперов;

наблюдения за развитием процесса сдвижения налегающей толщи пород по профилем линиям геометрического нивелирования;

регистрацию сейсмической активности шахтного поля рудника «Октябрьский».

Одним из основных методов оценки напряженности массива и контроля состояния выработок являются визуальные наблюдения, которые позволяют в короткий срок на большой площади приблизительно оценить напряженность пород на обнажениях выработок, характер и интенсивность проявлений горного давления, состояние и эффективность крепи. Визуальный метод оценки напряженности массива пород основан на фиксации внешних признаков проявления горного

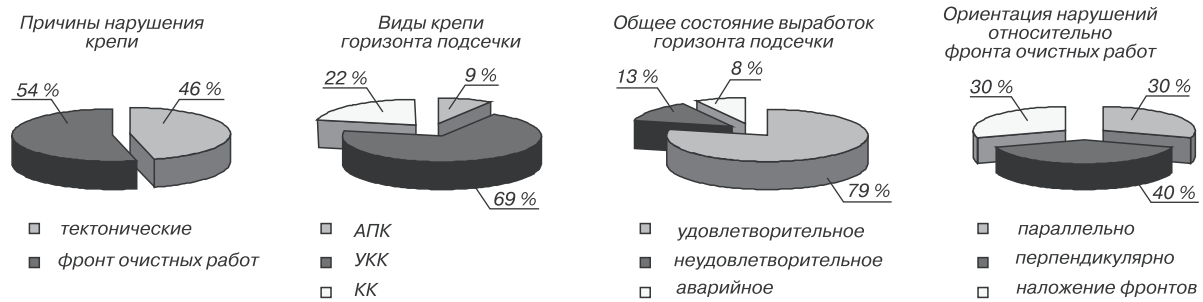


Рис. 1. Оценка состояния подготовительных выработок горизонта подсечки в РМ-1 и РМ-2 рудника «Октябрьский» (по состоянию на конец 2006 г.)

давления в выработках. Например, интенсивное заколообразование, сколы и шелушение пород на обнажениях выработок являются внешними признаками повышенных напряжений в массиве. Направление действия максимальных напряжений оценивают на основе анализа пространственной ориентировки очагов проявления повышенной напряженности на контуре выработок и скважин. Места разрушений наносят на планы горных работ и по их пространственному расположению в нескольких разноориентированных выработках оценивают характер напряженного состояния массива. Так, если в массиве наибольшее главное напряжение направлено вертикально, то наиболее интенсивно разрушаются стенки горизонтальных выработок. Преимущественное разрушение кровли горизонтальных выработок свидетельствует о превышении горизонтальных напряжений над вертикальными. Если одно горизонтальное напряжение существенно больше другого, то в стенках вертикальных выработок (скважин) разрушения будут происходить в плоскости, перпендикулярной направлению максимальных напряжений. При гидростатическом распределении напряжений в массиве пород ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$) разрушения одинаковой интенсивности будут наблюдаться как в стенках, так и в кровле разноориентированных горизонтальных и по всему контуру — вертикальных выработок.

По разрушению пород на контуре выработок можно приблизительно определить величины напряжений, действующих в массиве. Нижний предел наибольшего сжимающего напряжения в массиве составляет $\sigma \geq 0,7\sigma_{сж}^M$, где $\sigma_{сж}^M$ — предел прочности массива при одноосном сжатии. Приближенную оценку эффективности применяемой крепи выполняют на основе имеющихся данных о предельно допустимых величинах смещений пород для различных видов крепи, применяемых на руднике [2].

Так, если выработка закреплена наиболее распространенной на рудниках Талнаха комбинированной крепью (КК), то при превышении допустимых величин смещений горное давление сначала может проявиться в виде трещин в набрызг-бетоне, затем — в виде его локальных отслоений между отдельными анкерами и далее — в распространении площади отслоений на нескольких анкерах, появлении заколов между отдель-

ными анкерами и в увеличении зоны заколообразования. Если деформации боковых пород имеют незатухающий характер, то выработка (участок) находится под угрозой обрушения (в аварийном состоянии).

Если выработка закреплена усиленной комбинированной крепью (УКК), при которой поверхность обнажений между анкерами затянута металлической решеткой, то процесс заколообразования может вначале носить скрытый характер и проявляться только на стадии «обыгрывания» анкеров у контура выработки в виде так называемых мешков разрушенных пород между анкерами. Далее, по мере роста нагрузки, могут произойти разрывы решетки и обрушения пород, что, как правило, приводит к выходу из строя выработки.

Если выработка закреплена арочной податливой крепью (АПК), то и в этом случае ее деформирование будет носить стадийный характер: срабатывание узлов податливости; поломка затяжки; разрушение узлов податливости; деформирование элементов арок (стоек и верхняков); обрушение пород из закрепного пространства.

Общая оценка состояния выработки является интегральной оценкой рассмотренных выше форм проявления горного давления и может служить показателем

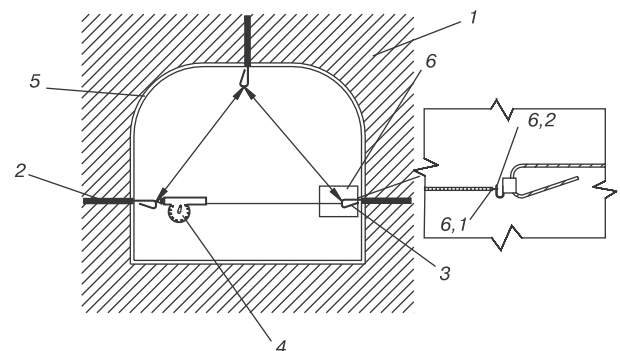


Рис. 2. Станция контурных реперов:

1 — массив горных пород; 2 — железобетонная штанга (ЖБШ); 3 — концевая часть ЖБШ (петля); 4 — измерительный инструмент (рулетка ВНИМИ); 5 — крепление выработки; 6 — узел крепления измерительного полотна рулетки ВНИМИ с петлей ЖБШ

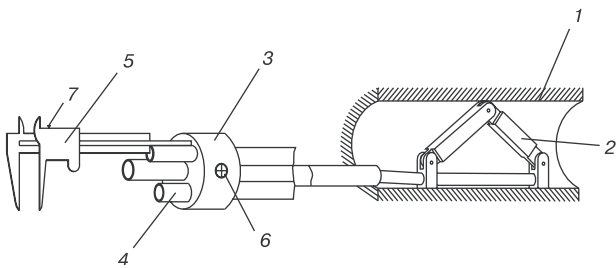


Рис. 3. Станция глубинных реперов:

1 — контур опытной скважины в массиве горных пород; 2 — флажок для крепления глубинного репера в массиве; 3 — кондуктор; 4 — подвижный и неподвижный реперы; 5 — измерительный инструмент (штангенциркуль); 6 — фиксатор базового репера; 7 — фиксатор подвижной шкалы штангенциркуля

эффективности крепи. Применительно к основным видам крепи, используемым на рудниках Талнаха, по каждому из них предложена классификация из пяти категорий оценки состояния выработки исходя из параметров нарушенности крепи: отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, аварийное.

Визуальные наблюдения за состоянием выработок и их крепи с позиций оценки напряженного состояния массива проводят по заранее разработанным маршрутам и не только по рудному горизонту подсечки, но и в налегающих и подстилающих пластах горных пород (на вентиляционно-закладочных и откаточных горизонтах), с последующей графической оценкой состояния выработок в РМ-1 и РМ-2 по типам крепления (рис. 1).

Другим важным показателем, определяющим нагрузку на крепь, является уровень деформаций пород приконтурного массива, по которому судят о форме и параметрах активной зоны неупругих деформаций. Уровень деформаций на контуре и в приконтурных частях выработки (на глубинах от 3 до 6 м) определяют инструментальным методом с помощью станций контурных (рис. 2) и глубинных (рис. 3) реперов. В исследуемой области массива горных пород пробуривают скважины или подбурки, в которых на определенных глубинах или на контуре выработки раскрепляют реперы. По изменению положения этих реперов относительно кондуктора или контура выработки получают данные о деформациях и смещениях подрабатываемой толщи на различных ее участках по глубине или на контуре выработки.

Наблюдаемые деформации и смещения являются признаками проявлений горного давления, а полученные результаты используют для оценки напряжений, действующих в массиве. В частности, строят графики изменения величин относительных деформаций и скоростей деформирования (рис. 4).

Величины напряжений в приконтурных частях массивов рассчитывают по данным геологической характеристики выбуренного керна, используя табличные значения модуля упругости предела прочности на одноосное сжатие и коэффициента структурного ос-

лабления из работы [3]. Замеры деформаций по станциям контурных реперов позволяют получить общую картину конвергенции контура выработки, оценить состояние крепи и определить, насколько необходимо ее обновление или перекрепление другим видом крепи.

На руднике «Октябрьский» ведется инструментальный контроль за оседанием толщи горных пород путем нивелирования реперов, заложенных на вентиляционно-закладочных горизонтах. Точки замеров по линиям оборудуют с помощью устанавливаемых в подбурках реперов с крючками или используют для этой цели штанги крепи. Ежемесячный контроль за процессом оседания горных пород осуществляют специалисты участка маркшейдерских работ шахтопроходческого управления. По результатам наблюдений каждый год строят график оседания толщи горных пород.

Наблюдения за сейсмическим режимом массивов горных пород шахтных полей осуществляет Центр автоматизированных систем контроля горного давления ГМК «Норильский никель» на базе сейсмостанции «Норильск». На рудниках «Октябрьский» и «Таймырский» оборудовано более 20 непрерывно работающих сейсмо-

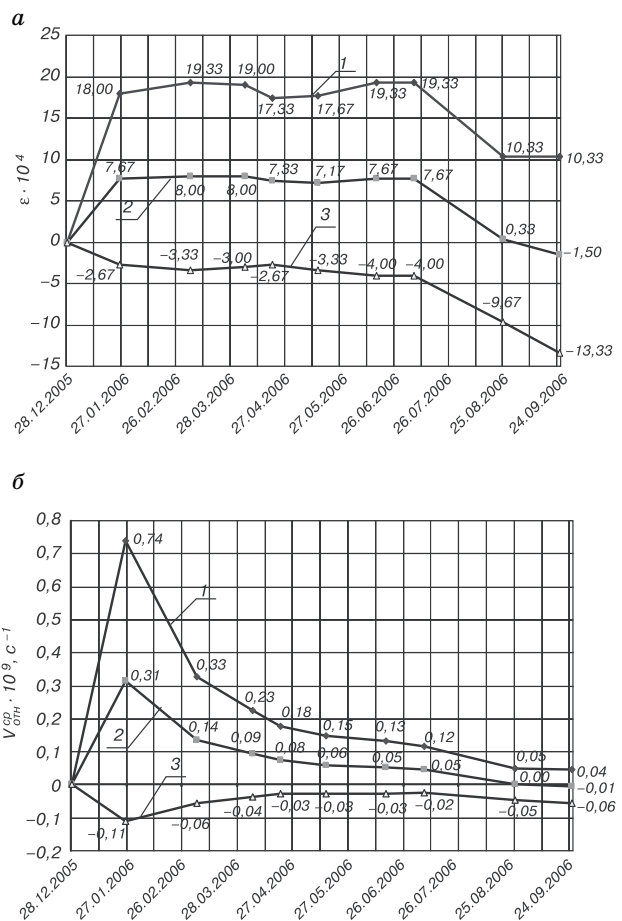


Рис. 4. Фрагмент оценки изменения во времени относительной деформации ϵ (а) и средней скорости $V_{отн}^{ср}$ относительного деформирования (б) на интервалах 3–6 м (1), 6–9 м (2) и 3–9 м (3) одной из выработок РМ-1 рудника «Октябрьский»

павильонов. В случае проявления сейсмических событий мощностью более 1 кДж проводят комиссионное расследование, анализ причин, оповещение производственных участков, а при необходимости — профилактические мероприятия.

Специалисты участка прогнозирования подземных горных ударов (УППГУ) систематически проводят инструментальную оценку удароопасности массивов горных пород, проводят мероприятия по предварительной разгрузке массивов, оценивает их эффективность. Сотрудники Горно-металлургического опытно-исследовательского центра и УППГУ систематически определяют механические свойства керновых образцов пород с использованием индикатора ИСМ 190.

Описанные в статье методы визуальных и инструментальных наблюдений являются основополагающими для оценки напряженно-деформированного состояния РМ-1 и РМ-2, прогнозирования удароопасности массивов и согласуются с другими известными методами исследований [4].

Библиографический список

1. Указания по безопасному ведению горных работ на Талнахском и Октябрьском месторождениях, склонных и опасных по горным ударам. — Норильск, 2001.
2. Регламент технологических производственных процессов по возведению крепей на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» (РТПП-043–2004). — Норильск, 2005.
3. Регламент технологических производственных процессов по применению слоевой системы разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими материалами

и расположением очистных выработок в защищенных зонах при выемке сульфидных руд на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» (РТПП-009–2004). — Норильск, 2005.

4. Ямщиков В. С. Контроль процессов горного производства. — М. : Недра, 1989. **174**

(3919) 37-82-57,

Богайчук Александр Владимирович,

(3919) 37-78-53,

Осиян Максим Анатольевич

МЕТОДЫ ВИЗУАЛЬНЫХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА РУДНИКАХ ТАЛНАХСКОГО РУДНОГО УЗЛА
Богайчук А. В., Осиян М. А.

Показан комплекс визуальных и инструментальных методов контроля и оценки геомеханической ситуации, напряженно-деформированного состояния раздельных массивов и прогнозирования горных ударов на глубоких удароопасных рудниках ГМК «Норильский никель».

Ключевые слова: раздельные массивы, напряженно-деформированное состояние, горное давление, горные удары, сейсмические события, тектонические напряжения, наблюдательные станции, контрольные реперы, крепление выработок, конвергенция выработок.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ



Исполнилось 80 лет Виктору Михайловичу Турлычкину — заслуженному геологу Российской Федерации, кандидату геолого-минералогических наук, действительному члену Российской академии естественных наук.

После окончания в 1953 г. Московского института цветных металлов и золота В. М. Турлычкин трудился на инженерных и руководящих должностях в геологоразведочных партиях на территории Таджикистана. В 1964 г. Виктор Михайлович открыл золоторудное месторождение Школьное.

С 1972 г., после защиты кандидатской диссертации, В. М. Турлычкин работал главным геологом Магианской геологоразведочной экспедиции, затем руководителем группы геологов и шахтостроителей по разведке месторождения Калан в Мали (Западная Африка), главным государственным инспектором Госгеоконтроля Таджикской ССР, главным геологом Южно-Таджикской геологоразведочной экспедиции, руководителем группы российских и гвинейских геологов по оценке перспектив на золото и алмазы района Синендугу.

В настоящее время В. М. Турлычкин — научный руководитель Федерального фонда эталонов руд стратегических видов минерального сырья.

Виктор Михайлович успешно сочетает производственную и научную деятельность. Он автор многочисленных научных и методических работ по геологии месторождений России, Таджикистана и Африки.

Трудовая деятельность В. М. Турлычкина отмечена правительственными наградами и ведомственными знаками. Он удостоен званий «Отличник разведки недр» и «Почетный разведчик недр».

Поздравляем Виктора Михайловича с юбилеем и желаем ему доброго здоровья, благополучия и творческих успехов.

ОАО «Туйское НИГП», ТулГУ, РГГРУ, ТГПУ им. Л. Н. Толстого, редколлегия и редакция «Горного журнала»