

УДК 622.831; 622.2; 622.235

**В.А. Еременко**

**ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ  
ФАКТОРЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
ГОРНЫХ УДАРОВ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ  
СИБИРИ**



*Еременко Виталий Андреевич — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИПКОН РАН, eremenko@ngs.ru;*

*Рассмотрены признаки, формы и условия возникновения динамических проявлений в массиве горных пород при разработке месторождений склонных и опасных по горным ударам.*

*Ключевые слова: горный удар, горно-тектонический удар, напряженно-деформированное состояние, выработка, массовый взрыв.*

**П**ервый горный удар в Коларском золотодобывающем районе Индии был зарегистрирован в 1898 г. на руднике Ургаум на глубине 320 м. На руднике Чемпион-Риф в 1954 г. произошел сильный горный удар, а в 1962, 1963, 1966 гг. — серия горных ударов, нанесших большой ущерб. В Канаде на рудниках компании Lake Shore в Онтарио в 1932 г. при разработке золоторудного месторождения были зарегистрированы первые горные удары, а в 1957 г. произошел мощный горный удар с сейсмической энергией  $5 \cdot 10^4$  МДж. На золотодобывающих предприятиях ЮАР по мере расширения масштабов добычи полезных ископаемых количество горных ударов с 1908 по 1918 гг. возросло с 7 до 223, а в 1975 г. на 31 золотодобывающем руднике их было зарегистрировано уже более 680. В 80-е годы прошлого столетия на одном из рудников Буффельсфонтейн происходило в месяц около 25 динамических событий силой 0,5—4,5 бала по шкале Рихтера. В 1975 г. в ЮАР

число погибших по причине горных ударов составило 73 чел., или 55 % от общего числа смертельных случаев, в 1979 г. уже 62 % несчастных случаев со смертельным исходом произошло в результате горных ударов и обрушений.

В США горные удары происходят почти 70 лет на глубоких серебряно-свинцовых рудниках района Керд Аллен на севере штата Айдахо. С 1978 по 1993 гг. зарегистрировано 73 несчастных случая, связанных с горными ударами, в которых погибло 5 шахтеров, в 55 случаях люди не пострадали. Проявления горного давления в динамической форме приводят не только к гибели и травматизму людей, но и наносят значительный ущерб горным работам. Сильный горный удар в 1983 г. на одной из угольных шахт запада США разрушил 40 щитовых крепей длинных очистных забоев и почти полностью вывел из строя вспомогательный штрек действующей очистной панели.

В России впервые горные удары были зарегистрированы в начале 40-х

годов прошлого века при разработке угольных и в шестидесятые годы при разработке рудных месторождений. В девяностые годы динамические проявления горного давления наблюдались на 43 месторождениях. На 01.01.94 г. число всех зарегистрированных горных ударов и микроударов, начиная с 1970 г., составляло 380. Основные удароопасные месторождения России: Североуральское бокситовое месторождение (горный удар на шахте № 14—14 бис 18 мая 1978 года на глубине 525 м разрушили 450 м горных выработок с объемом выброса более 1000 м<sup>3</sup>); месторождения Кольского полуострова (17 августа 1999 г. на шахте Умбозеро произошел горный удар, вызвавший разрушения на площади 650 м<sup>2</sup> с перекрытием на 10-90 % сечения выработок; на поверхности ощущался толчок с энергией 8 баллов); месторождения Талнахского района (ОАО «ГМК «Норильский никель», на рудниках «Октябрьский» и «Таймырский» в 1999 г. было зарегистрировано более 7800 динамических событий с энергией от 10 до 7400 Дж); Таштагольское месторождение (зарегистрировано уже более 20 тыс. динамических событий) [1].

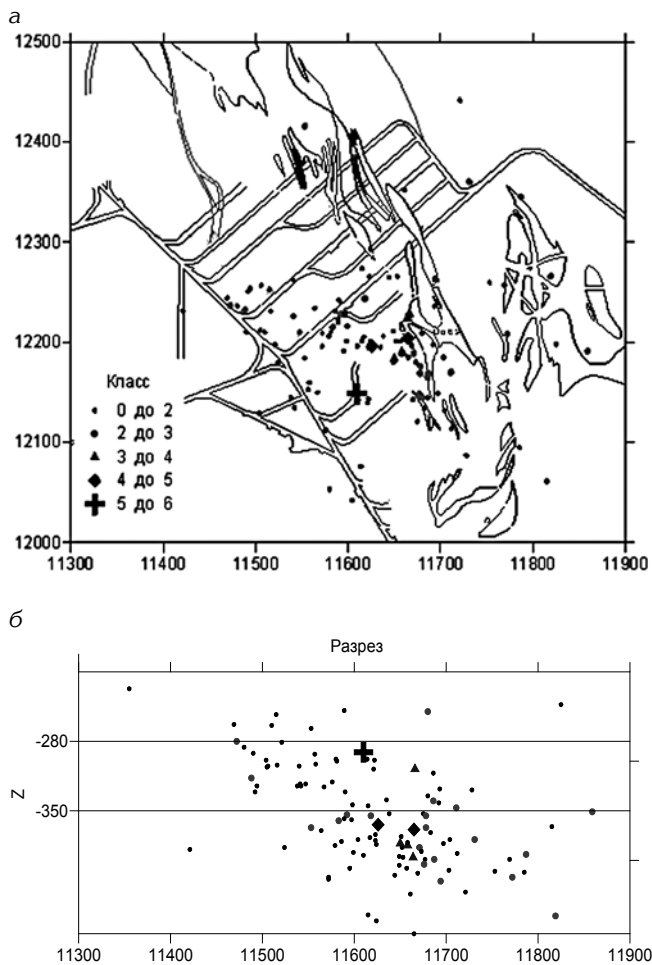
Железорудные месторождения Горной Шории и Хакасии располагаются в регионе современной тектонической активности недр [2]. Горизонтальные напряжения превышают вертикальные вне зоны очистной выемки в 1,3—2,6 раза, в зоне — в 3,5—5,2 [3]. Глубина горных работ на месторождениях достигла 1050 м. При переходе горных работ на большую глубину увеличивается горное давление, и изменяются физико-механические свойства горных пород [4].

Применение системы разработки этажного принудительного обрушения с отработкой рудных тел сплошным фронтом без оставления целиков позволяет управлять горным давлением за счет погашения выработанного пространства обрушенными горными породами [5—7]. Наибольшее влияние на массив горных пород оказывают взрывные работы [8]. Масса заряда ВВ технологических (в среднем 0,7—20 т) и массовых взрывов (в среднем 120—370 т) изменяется от 0,5 до 700 т, при этом обрушается массив объемом от 30 до 250 тыс. м<sup>3</sup>.

Микросейсмическим методом регистрируются динамические явления с сейсмической энергией от 10 до 10<sup>9</sup> Дж (удары горно-тектонического типа, горные удары, микроудары, толчки и др.), сопровождающиеся выбросами руды (породы) в подземные выработки объемом свыше 10 м<sup>3</sup>, разрушением крепи, смещением машин, механизмов и оборудования, приводящим к нарушению технологического процесса (рис. 1) [9].

На месторождениях сложилась трехуровневая схема прогноза горных ударов, которая предусматривает осуществление мероприятий, направленных на установление удароопасности месторождений, региональный прогноз удароопасности в пределах шахтного поля и прогноз степени удароопасности отдельных участков рудного и породного массивов.

Контроль за региональным изменением напряженно-деформированного состояния массива горных пород осуществляется микросейсмическим, электрометрическим и деформационным (глубинные и контурные репера) методами [3]. В качестве вспомогательных методов могут использоваться микросейсмоакустический, геодина-



**Рис. 1. Распределение гипоцентров динамических явлений на плане гор. — 350 м (а) и вертикальном разрезе (б) после взрыва по блоку № 20-21 в этаже — 280 ч — 350 м. 0 до 2 ч 5 до 6 — энергетический класс события; 12000Ч12500, 11300Ч11900 — координаты x и y; — 280, — 350 горизонты в шахте; N — север**

мического районирования месторождений, по влиянию тектонических нарушений с учётом фактора времени, по интенсивности дискования керна на стадии геологоразведочных работ.

Локальный прогноз категории удароопасности участков массива горных пород, а также оценка эф-

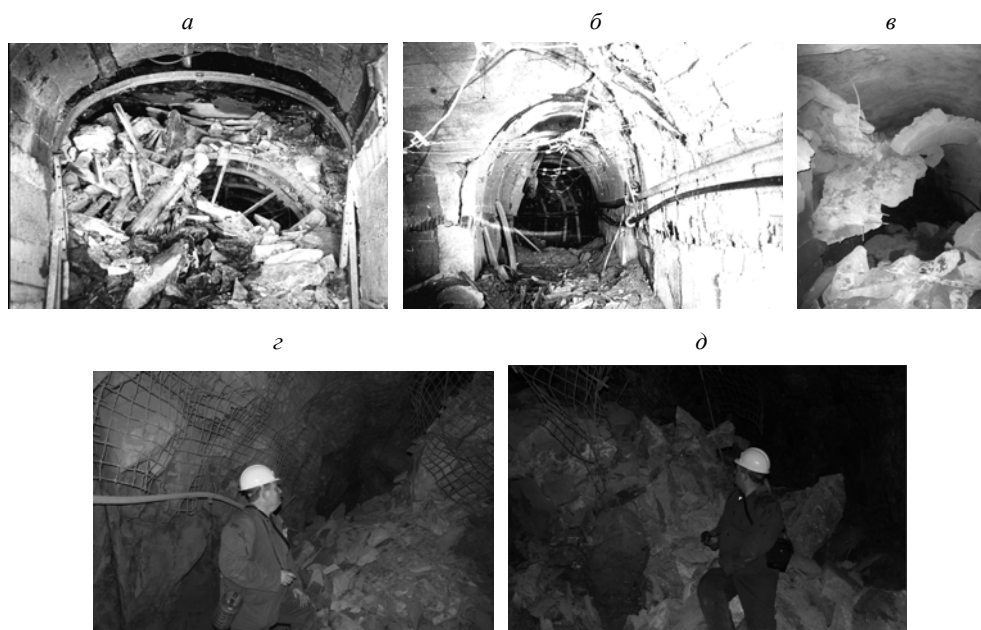
фективности мер предотвращения горных ударов производится геомеханическими (керновое бурение, глубинные и контурные репера) и геофизическими (электрометрический, ИЭМИ) методами или визуальными наблюдениями за разрушением приконтурного массива выработок.

Горный удар, произошедший 25 декабря 1982 г. на Таштагольском руднике является самым мощным за период отработки месторождения. Он произошел в 14 час 20 мин. В зону распространения горного удара на гор. —140 м попали орты №№ 16, 17, 18, 19, 20, 21, кольцевой штрек; на гор. —210 м — орты №№ 15, 16, 17, 18, 19 (рис. 2).

В течение нескольких недель после горного удара продолжались толчки и трески, прекратившиеся только 22 января 1983 г. Объем восстановительных работ составил: уборка горной массы — 935 м<sup>3</sup>; перестилка рельсовых путей — 140 м; возведение железобетонного крепления — 828 м<sup>3</sup>; возведение крепи СВП-18 —

18 кругов.

Затраты на восстановительные работы составили 154,8 тыс. руб (в ценах 1983 г.), продолжительность восстановительных работ более шести месяцев. На полгода были прекращены очистные работы на гор. —210 и —140 м, годовой объем производства



**Рис. 2. Последствия горных ударов на Таштагольском руднике 25.12.1982 г. (а), 26.02.1984 г. (б), 30.01.2012 г. (в), 24.04.2012 г. (г, д)**

рудника в 1983 г. снизился на 800 тыс. т сырой руды.

Представляют интерес свидетельства очевидцев горных ударов, произошедших на Таштагольском месторождении: «25 декабря 1982 г. я находился в орте № 11, гор. -140 м. С интервалом в 5 секунд начали происходить взрывы, похожие на взрывы шпуровых зарядов. После 8-го взрыва произошёл более мощный взрыв. Орт начал клониться под углом 45° на юг, а затем на север. Рабочие, стоящие недалеко, раскачивались в разные стороны. Орт встал на место. После этого я услышал, как всё кругом трещит, падают куски руды и породы, на почву упал контактный провод. Прошёл сигнал об аварии, и я вывел людей к стволу» (В это время взрывные работы в шахте не проводились. Мгновенное хрупкое разрушение массива, в форме горного удара,

воспринималось как проведение взрывов); «28 ноября 1984 г. я двигался по Северо-Западному полевому штреку. В районе 10 орта ощутил сильнейший удар. Я как будто сидел в бочке, по которой ударили кувалдой. Очнулся лёжа на бетонном трапе без каски. Рукой нащупал каску и фонарь. Фонарь не светил. Через некоторое время на фонаре появилась красная точка, и я увидел густую пыль, которая скрывала свет. Стало светлее. Кругом стоял грохот. С бортов выработок с треском отскакивал бетон различной формы и размеров, ударялся в противоположный борт и рассыпался на мелкие куски. Двигаясь на юг, я обнаружил, что борта выработок разрушены, свободный проход завален горной массой. Я пошёл назад, но это далось с большим трудом, так как кругом летали куски бетона и породы. Бетонный трап на свободном

проходе был разрушен и сметён»; «В эту смену нам с напарником дали обычный наряд — бурение ниши и забоя. Напарник работал в 2 метрах от меня, заканчивая обуривать нишу, а я перешёл на второй забой. Внезапно меня отбросило, и я почувствовал, как будто боксёры-тяжеловесы избивают меня, я пытаюсь сопротивляться, но оказываюсь на земле. Стояла такая пыль, что на расстоянии 1 метра ничего не было видно. Попытавшись встать, я понял, что у меня это не получится. Окликнул своего напарника, но он не отозвался. Благодаря работе вентилятора, пыль начала развеиваться и тут я заметил, что там, где стоял напарник, образовалась стена из породы с торчащими в ней анкерами. Лежа в кромешной тьме, я понял, что до прихода мастера осталось больше часа и мне надо полагаться на собственные силы. Вдруг около меня с кровли посыпалась порода. Я снова попытался встать и спустя минуты две мне это удалось. Оторвав ремень вместе с аккумулятором, я добрался до ходка и спустился в орт, по которому дошёл до ближайшего телефона».

Горный удар это мгновенное хрупкое разрушение предельно-напряжённого целика или краевой части массива, проявляется в виде выброса руды (породы) в подземные выработки с нарушением крепи, смещением машин, механизмов, оборудования с нарушением технологического процесса [3]. Сопровождается резким звуком, сильным сотрясением горного массива, образованием пыли и воздушной волны, звуком. Горные удары происходят в краевой части массива горных пород на контуре горных выработок, рудных и породных целиков локально в одном месте с выбросом горной массы в выработки.

Для возникновения динамического явления в форме горного удара необходимо наличие определенных факторов: природных (не управляемые) (силы тектонического происхождения, остаточные и современные тектонические напряжения, геологическое строение месторождения, глубина залегания руд и пород, рельеф местности и др.); техногенных или технических (управляемые) (системы разработки, наличие целиков и их ширина, способ проведения горных выработок, их пространственная ориентация, величина отставания крепи от забоя, способы управления кровлей, скорости продвижения очистного забоя, размеры выработанного пространства, взрывные работы, пространственная конфигурация горных работ, близость подготовительных работ к очистным, зона опорного давления, организация работ в забоях и др.) [10, 11].

На каждом обрабатываемом подземным способом месторождении обязательным условием является наличие обеих групп факторов, определенное сочетание которых в любой момент времени может вызвать проявление горного давления в форме горного удара. В этих условиях исключить полностью динамические проявления горного давления в массиве горных пород посредством каких-либо локальных, или региональных мероприятий, не представляется возможным, так как сами эти мероприятия выступают в качестве технических факторов.

Установлены основные условия возникновения горного удара: действие в массиве напряжений, достигающих максимальных значений (условие достижения предельной нагрузки); жесткость внешней системы

должна быть меньше жесткости разрушаемого элемента (пород очага), или приток энергии из внешней системы (вмещающих пород) в район вероятного очага должен превышать его способность поглотить данную энергию (условие неустойчивости); выделяющаяся при разрушении пород энергия должна быть достаточной для обеспечения разлета кусков горной массы со скоростью 4—5 м/с. Также определены стадии горного удара: стадия, предшествующая горному удару — система горных пород достигает такого напряженно-деформированного состояния, при котором становится возможным переход отдельных её участков в предельное состояние; стадия потери устойчивости — в месте разрушения реализуется условие мягкого разрушения; стадия распространения волн динамического разрушения — спонтанное разрастание очага разрушения пород и его затухание.

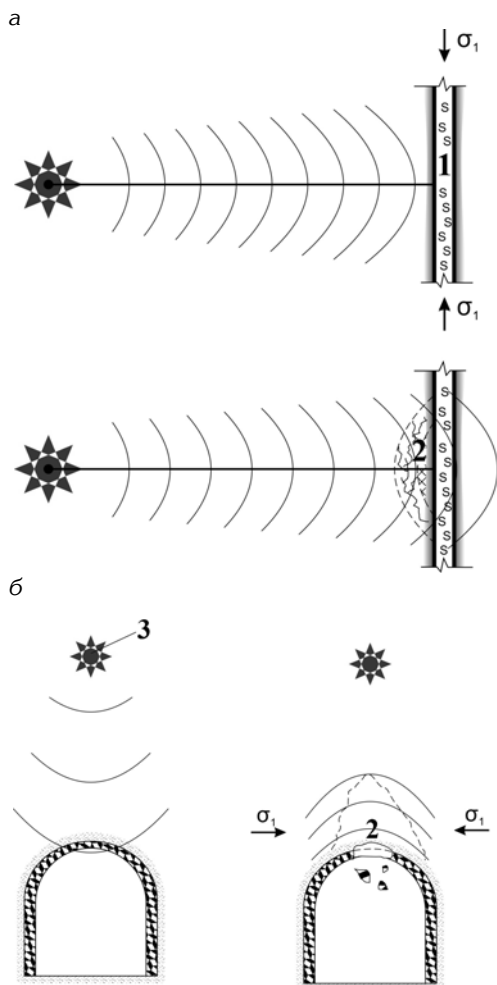
При разработке железорудных месторождений Горной Шории и Хакасии горные удары происходят в основном в зоне ведения очистных работ, районе тектонических нарушений, на контактах разномодульных пород, зоне опорного давления, в районе подсечного пространства и днищ блоков, где находится наибольшее количество подготовительных и нарезных выработок и др. [12].

От 80 до 90 % горных ударов провоцируются взрывными работами во время проведения массовых и технологических взрывов в массиве с предельным состоянием, где значения напряжений приближены или выше предела прочности горных пород.

Волновые процессы, в массиве горных пород, вызванные действием

взрыва, оказывают значительное влияние на проявления горного давления в форме горных ударов при разработке месторождений на больших глубинах (рис. 3). Встретившись со свободной поверхностью, проходящая ударная волна отражается, создавая в этот момент сильные растягивающие напряжения вблизи контура обнажения. Последующие ударные волны выбрасывают ослабленную породу в выработку. В ближайшей зоне взрыва на расстоянии до (10—15)  $R_0$  (где  $R_0$  — радиус заряда ВВ) от его центра, ударная волна имеет крутой фронт и сверхзвуковую скорость. В средней зоне на расстоянии от (10—15)  $R_0$  до (400—500)  $R_0$ , волна напряжений распространяется со звуковой скоростью, характеризуется полным тензором напряжений в элементарном объеме породы в средней области. В дальней зоне взрыва на расстоянии более (400—500)  $R_0$  от его центра, амплитуда сейсмозврывной или упругой волны приближается по величине к амплитуде обычных звуковых колебаний.

Определены параметры зон распространения волн напряжений в массиве горных пород от массовых взрывов при разработке железорудных месторождений Западной Сибири системой этажного принудительного обрушения с отбойкой руды пучками параллельно-сближенных скважинных зарядов ВВ  $\varnothing$  105 мм, параллельно-сближенными скважинными зарядами ВВ  $\varnothing$  160 (250) мм и вертикальными концентрированными зарядами (ВКЗ) ВВ на зажатую среду и компенсационные камеры [13]. Для массовых взрывов: ближайшая зона — 2 — 3 м (до (10—15)  $R_0$ ); средняя зона — от 3 до 90 — 110 м (от (10—15) до (400—

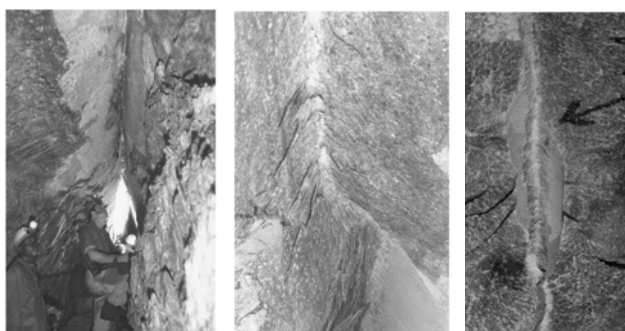


**Рис. 3. Роль волновых процессов в возникновении горных ударов от действия взрыва:** 1 — горная выработка; 2 — очаг горного удара в бортах (а) и кровле выработки (б); 3 — очаг взрыва;  $\sigma_1$  — направления действия главного максимального нормального напряжения в зоне влияния очистных работ

500)  $R_0$ ); дальняя зона — более 110 м (более (400—500)  $R_0$ ). Для взрыва по образованию горизонта подсеки: ближайшая зона — 0,5 — 0,7 м (до (10—15)  $R_0$ ); средняя зона — от 0,7 до 20 — 25 м (от (10—15) до (400—500)  $R_0$ ); дальняя зона — более 25 м (более (400—500)  $R_0$ ).

Взрывные работы являются триггером горного удара. Главная же причина — снижение жесткости горных пород за счет образования пустот и как следствие перераспределение локальных напряжений. Наиболее опасной становится ситуация когда в зону концентрации напряжений попадает геологический разлом — в этом случае может возникнуть удар горно-тектонического типа, физическая природа которого такая же как и у природных землетрясений. Нормальные напряжения, держащие разлом в равновесии ослабевают, происходит сдвиг, сопровождающийся сильным сотрясением массива, резким звуком, образованием пыли и воздушной волны. Выделяется сейсмическая энергия от  $10^6$  до  $10^9$  Дж. Горно-тектонические удары относятся к ударам регионального типа, при которых в выработках возникает множество вторичных очагов разрушений на участках ослабленных зон, на контактах тектонических нарушений и дайковых тел, в то время как при локальных ударах очаг разрушения один.

В последние годы на глубоких рудниках ЮАР и Австралии проводят исследования горно-тектонических ударов, к очагам которых подходят выработками для детального изучения. Установлено, что динамические явления с высоким энергетическим классом, которые происходят в глубине массива, являются в основном следствием мгновенного образования протяженной трещины в монолитном крепком не нарушенном массиве горных пород. Эти трещины еще называют, трещинами «Ортлеппа», по фамилии южноафриканского ученого, который их исследовал (рис. 4) [14, 15]. Характерной особенностью явления является образование мелкой



**Рис. 4. Трещины «Ортелеппа»**

породной муки на контакте. С тектоникой, как правило, связаны события с меньшим энергетическим классом, так как разломы проявляют постоянную активность «дышат» и периодически разгружаются.

Определены условия формирования удароопасной ситуации при разработке железорудных месторождений Горной Шории и Хакасии. Вследствие перераспределения напряжений при нарушении сплошности массива формируются зоны концентрации сжимающих напряжений, действующих вблизи контура по всему периметру обнажения обрабатываемого участка. На значительных расстояниях от выработанного пространства наблюдаются смещения, из-за неравномерности которых происходит деформирование массива и изменение его напряженного состояния. Массовые взрывы инициируют выделение сейсмической энергии в массиве и провоцируют динамические явления. Наибольшая концентрация действующих напряжений определена в массиве с предельным состоянием на расстояниях от 20 до 60 м от границы выработанного пространства, где значения напряжений приближены или выше предела прочности горных пород. В этих областях механические

процессы под воздействием техногенных факторов происходят с большей интенсивностью. Массив горных пород, расположенный на границе очистного или выработанного пространства и находящийся в предельном состоянии, ранее уже подвергался значительному воздействию горных работ и тектонических напряжений. В нем произошли

и происходят механические процессы в виде смещений, деформаций, разрушений горных пород и др., вызванные действием высокого горного давления [16, 17].

Приведение горных выработок в неудароопасное состояние осуществляется путем создания защитной зоны с помощью камуфлетного взрывания, разгрузочных скважин и щелей, полостей и др. Также применяется метод временного исключения выработок из эксплуатации.

Проведение и поддержание выработок осуществляется при выполнении следующих профилактических мероприятий: крепление выработок, создание устойчивых форм, бурение разгрузочных щелей и скважин, контурное взрывание, применение податливой крепи и др.

При ведении очистных работ: отработка мощных рудных тел производится системой этажно-принудительного обрушения с отбойкой руды глубокими скважинами в зажатой или полужажатой среде; в очистных блоках применяются разрезные щели эллипсовидной формы с расположением длинной оси по направлению максимальных горизонтальных напряжений; не извлекаемый породный прослой между компенсационными ще-

лями разрушается при производстве массового взрыва с помощью одиночных или пучков скважин; отработка блоков производится с оформлением плоской (арочной) подсечки.

В условиях увеличения глубины ведения горных работ, повышенных напряжений и связанной с этим удароопасностью, традиционные системы контроля горного давления заменяют специализированными крепями, рассчитанными на повышенную динамическую нагрузку и большие деформации. Одной из таких систем упрочнения удароопасных выработок является разработанная в Швейцарии вязкая сеть высокой прочности на растяжение «Geobrugg» способная выдерживать высокие статические и динамические нагрузки. Компания Rock Australia разработала специальный механизм для установки упомянутой сети в условиях подземных выработок. Успешные испытания механизма провели в январе 2010 г. на руднике Golden Grove в Западной Австралии [18]. В настоящее время сеть «Geobrugg» находит применение на рудниках Австралии, Южной Африки и Швеции. С учетом положительных характеристик разработанной системы упрочнения выработок, рекомендуется ее применение для крепления удароопасных участков подготовительно-нарезных выработок при разработке глубоких горизонтов на железорудных месторождениях Горной Шории и Хакасии.

Для снижения негативного влияния массовых взрывов на геодинамическую обстановку при разработке рудных участков на удароопасных месторождениях, а также исключения основных концентраторов напряжений в горной конструкции — компенсационных камер и большого количества нарезных выработок на подсечном и буровом горизонтах, разработаны и обоснованы параметры одностадийной системы разработки этажного обрушения с отбойкой руды слоями скважинами увеличенного диаметра 160 (250) мм на зажатую среду. В настоящее время разработанный способ внедряется на Абаканском месторождении при освоении запасов IV рудного тела [19, 20].

Применение разработанных параметров геотехнологии выемки блоков с отбойкой слоев параллельно-сближенными зарядами ВВ увеличенного диаметра на зажатую среду позволяет управлять горным давлением за счет уменьшения воздействия взрыва на массив горных пород в районе отбиваемого блока. Прогнозируется значительное снижение количества динамических явлений с высоким энергетическим классом, особенно в районе подсечного пространства и днища блоков. Экономический эффект достигается за счет снижения затрат на восстановительные работы после проведения массовых взрывов и динамических явлений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горные науки: освоение и сохранение недр Земли* / Под ред. К.Н.Трубецкого / М.: изд-во Академии горных наук, 1997. — 478 с.  
2. Курленя М.В., Серяков В.М., Еременко А.А. Техногенные геомеханические поля

напряжений. — Новосибирск: Наука, 2005. — 264 с.

3. *Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных к горным ударам* / ВостНИГРИ, ВНИМИ. — Новокузнецк, 1991. — 90 с.

4. Турчанинов И.А. О взаимосвязи напряжённого состояния и свойств горных пород // ФТПРПИ. — 1978. — № 2. — С. 20-25.
5. Бронников Д.М., Замесов Н.Ф., Богданов Г.И. Разработка руд на больших глубинах. — М.: Недра, 1982. — 292 с.
6. Дубынин Н.Г., Власов В.Н., Коваленко В.А. и др. Опыт ведения Сибирской технологии добычи руды // Горный журнал — 1975. — № 12. — С. 21-22.
7. Еременко А.А., Еременко В.А., Гайдин А.П. Совершенствование геотехнологии освоения железорудных удароопасных месторождений в условиях действия природных и техногенных факторов. — Новосибирск: Наука, 2008. — 312 с.
8. Викторов С.Д., Еременко А.А., Закалинский В.М., Машуков И.В. Технология крупномасштабной взрывной отбойки на удароопасных рудных месторождениях Сибири. — Новосибирск: Наука, 2005. — 212 с.
9. Mendecki A. J. Seismic monitoring in mines. — London: Chapman and Hall, 1997. — 262 p.
10. Петухов И.М., Батугина И.М. Геодинамика недр. М.: Недра, 1999. — 288 с.
11. Кузнецов С.В., Одинцев В.Н., Слоним М.Э., Трофимов В.А. Методология расчета горного давления. — М.: Наука, 1981. — 104 с.
12. Еременко В.А., Гахова Л.Н., Семенякин Е.Н. Формирование зон концентрации напряжений и динамических явлений при отработке рудных тел Таштагольского месторождения на больших глубинах // ФТПРПИ. — 2012. — № 2. — С. 80-87.
13. Матвеев И.Ф. Управление удароопасностью горного массива изменением параметров взрывной отбойки при разработке железорудных месторождений Сибири // Автореф. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. Кемерово: КузГТУ, 2004. — 34 с.
14. Stacey, T.R. & Ortlepp, W.D. Yielding rock support — the capacities of different types of support, and matching of support type to seismic demand. Proc. 1st International Seminar on Deep and High Stress Mining, Perth, Western Australia — 2002. — С. 83-96.
15. B. G. Tarasov, Y. Potvin Absolute, relative and intrinsic rock brittleness at compression. Sixth International Seminar on Deep and High Stress Mining 2012. — Perth 2012. — 28-30 March 2012, Australia. — С. 313-324.
16. Еременко В.А., Семенякин Е.Н. Исследование механизма формирования динамических явлений и зон их концентрации при разработке удароопасных железорудных месторождений Западной Сибири // ГИАБ. — 2012. — № 4. — С. 67-68.
17. V. Eremenko, A. Eremenko, L. Gakhova, I. Klishin Finding zones of stress concentrations and seismic events in deep ore mining affected by high horizontal stresses. Sixth International Seminar on Deep and High Stress Mining 2012. — Perth 2012. — 28-30 March 2012, Australia. — С. 443-450.
18. Louchnikov V., Brown S. and Bucher R. Mechanized installation of high-tensile chain-link mesh in underground operations, in Proc. Of 11<sup>th</sup> AusIMM Underground Operators. Conf., Canberra, Australia, March 21-23, 2011. — pp. 40 — 60.
19. Еременко В.А., Еременко А.А., Котляров А.А., Лобанов Е.А. Обоснование параметров одностадийной системы разработки с отбойкой руды на закатую среду скважинами диаметром 250 мм // ГИАБ. — 2012. — № 5. — С. 5-9.
20. Еременко В.А., Лобанов Е.А., Котляров А.А., Лушников В.Н., Маловичко Д.Н. Новая технология снижения сейсмического воздействия массовой отбойки руды при разработке удароопасных месторождений // Горный журнал — 2012. — № 9. — С. 12-16. **ГИАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Еременко Виталий Андреевич — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр РАН.

