

УДК 622.935

**В.А. Еременко**

## **ОТРАБОТКА РУДНЫХ УЧАСТКОВ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГОРНОЙ ШОРИИ**

Семинар № 2

**Г**орная Шория является одним из отрогов сейсмоактивной Алтае-Саянской складчатой области. Здесь располагаются железорудные месторождения, наиболее перспективными являются Таштагольское и Шерегешевское. В пределах рудных зон выделено более 10 участков: Северо-Западный, Восточный, Юго-Восточный, Болотный, Подрусловый и др. Рудные тела представлены магнетитом с примесью хролита, кальцита и других минералов. Предел прочности руды на одноосное сжатие составляет 1200-1400, породы — 500-1800 кг/см<sup>2</sup>. Вмещающие породы состоят из скарнов, сиенитов, порфиристов и др.

Длина рудных тел колеблется от 400 до 750 м и более; мощность — от 15 до 160 м. На Юго-Восточном, Северо-Западном и Подрусловом участках верхняя кромка рудных тел расположена в 300-400 м от дневной поверхности. Технологические блоки на различных рудных участках месторождений Горной Шории обрабатываются этажно-камерной системой и этажного принудительного обрушения с отбойкой руды на компенсационные камеры и зажатую среду. Длина блоков составляет 75-110 м, ширина 27-80 и высота 70-150 м. Массив блока подсекается выпускными воронками и траншеями, которые создаются взрыванием вееров скважинных зарядов из под-

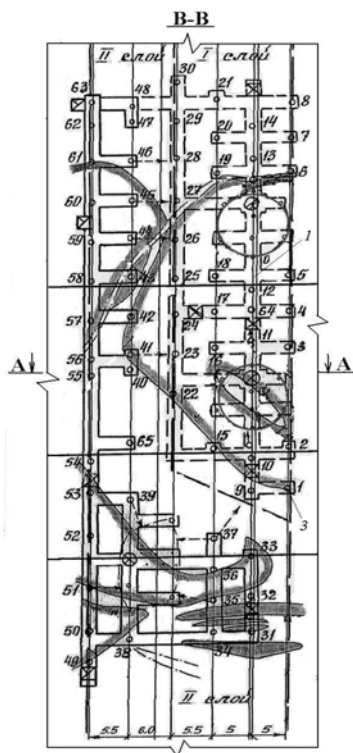
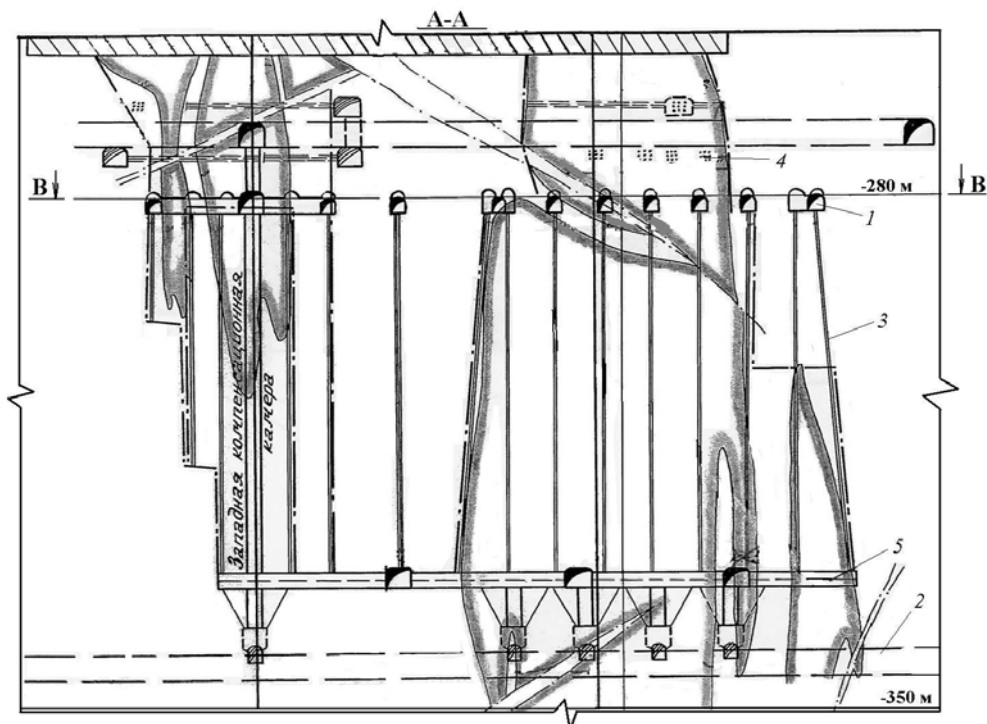
сечных траншейных ортов, а также выполняется плоская подсечка.

Отрезка от массива рудной залежи осуществляется компенсационными камерами прямоугольной, круглой или эллипсоидной формы. Компенсационные камеры создаются взрыванием пучковых сближенных скважинных зарядов ВВ на отрезные восстающие. Отбойка руды в блоках производится вертикальными концентрированными и пучковыми сближенными зарядами ВВ [1]. Линия наименьшего сопротивления равна 4,5-6,0, расстояние между зарядами 5-5,5 (6,0) м и более. Удельный расход ВВ на отбойку равен 0,5-0,6 кг/т. В течение года осуществляется 8 массовых взрывов с сейсмической энергией, равной 10<sup>8</sup>-10<sup>13</sup> Дж.

Исследование геомеханического состояния массива горных пород на месторождениях показали, что соотношение компонентов главных нормальных напряжений выражается соотношениями:

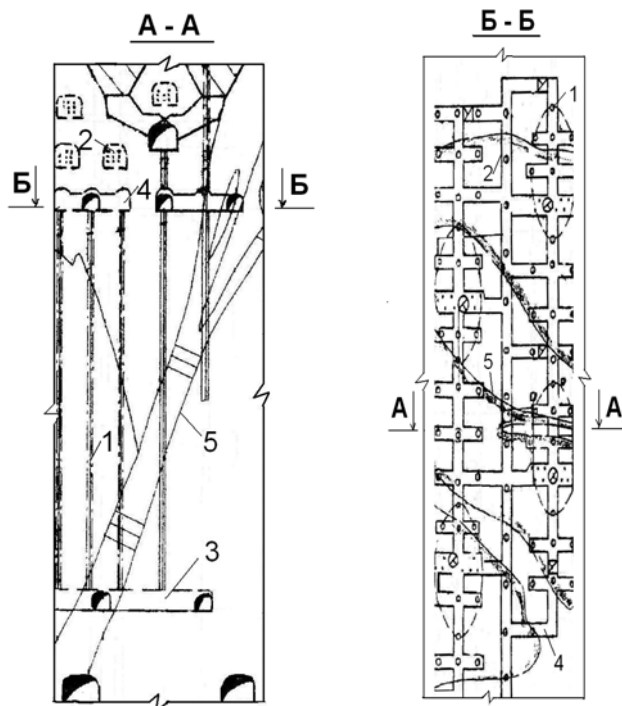
$\sigma_1 : \sigma_2 : \sigma_3 = 2,3(2,6) : 1,4 : 1,0$ , причем напряжение  $\sigma_3$  действует в вертикальном направлении [2].

С глубины ведения горных работ на месторождениях 300 м появилось стреляние горных пород, и с 600-700 м стали возникать мощные динамические явления: удары горно-тектонического типа, микроудары и толчки.



**Рис. 1. Схема расположения горных выработок и зарядов ВВ в блоке № 17 в этаже (-350)-(-280) м: 1 — буровые выработки; 2 — откаточный орт; 3 — пучки сближенных нисходящих скважин; 4 — пучки сближенных горизонтальных скважин; 5 — подсечка блока; -280, -350 м — горизонты в шахте**

Два рудных участка — Восточный (Таштагольское месторождение) и на стыке Главного и Болотного (Шерегешевское месторождение) — отнесены к опасным по горным ударам. В связи с этим на месторождениях ведется непрерывный во времени контроль напряженно-деформированного состояния массива горных пород для прогноза и предупреждения динамических явлений больших энергетических классов с использованием следующих методов: микросейсмического, электрометрического, электромагнитной эмиссии, деформационного и др.



**Рис. 2. Схема расположения блока № 33:** 1 — пучки скважинных зарядов ВВ; 2 — сближенные горизонтальные скважинные заряды ВВ; 3 — подсечка блоков; 4 — буровые выработки; 5 — тектонические зоны и дайки

расход ВВ на отбойку — 0,622 и 0,687 кг/т. В период подготовительных работ по блоку № 17 (нарезные, буровые и взрывные работы) зарегистрировано более 130 событий 1-6 энергетических классов. В горных выработках наблюдались признаки деформирования железнодорожных путей, рыхление почвы, нарушение крепи и т. п.

При отработке рудных участков на месторождениях в разных горно-геологических и геомеханических условиях применяются новые технологические решения, а также производится оценка состояния горных пород.

Так, отработка этажей (-70)-(±0), (-280)-(-210) м на Восточном участке сопровождалась толчками и горными ударами в процессе выемки первых разрезных блоков. При этом происходили изменения напряженного состояния массива горных пород. Отработка разрезного блока № 17 в этаже (-350)-(-280) м осуществлялась в две очереди (рис. 1). Сначала первый слой с компенсационными камерами круглой формы, затем через несколько месяцев — второй слой на зажатую среду.

Запасы рудной массы первого и второго слоев блока № 17 составляли соответственно 141,5 и 127,7 тыс. т; количество ВВ 60 и 100,7, удельный

Блок № 33 являлся разрезным на южном фланге шахтного поля месторождения (рис. 2). В западной части рудного тела выработками вскрыта крутопадающая тектоническая зона субмеридиального простирания, мощностью 0,2-2 м. В табл. 1 представлены технические показатели по блоку № 33.

Обрушение блока осуществлялось пучками сближенных скважинных зарядов ВВ на четыре компенсационные камеры, объем которых составлял 24892 м<sup>3</sup>. Суммарная масса ВВ равна 297 т, удельный расход ВВ на отбойку — 0,588 кг/т.

Установлено, что снижение удароопасности достигается при ведении горных работ в направлении от участков с повышенной концентрацией напряжений со стороны висячего бока нарушения к участкам с пониженной концентрацией напряжений. Дальнейшее развитие горных работ

Таблица 1

**Технические показатели блока № 33**

Наименование	Ед. изм.	Показатели
Балансовые руды	тыс. т	586,3
Объем обрушаемой горной массы	м <sup>3</sup>	129407
Удельный расход нарезных работ на 1000 т рудной массы	м/1000 т	2,77
Количество ВВ на подсечку	кг	31064
Количество ВВ на отрезку	кг	79188
Количество ВВ на обрушение массива	кг	297019
Объем бурения глубоких скважин	м	50481
Количество скважин	шт.	1734
Удельный расход ВВ на первичную отбойку	кг/т	0,588
Количество компенсационных камер	шт.	4
Объем компенсационных камер	м <sup>3</sup>	24892
Объем подсечного пространства	м <sup>3</sup>	4950

Таблица 2

**Технические показатели по блоку № 30**

Наименование	Ед. изм.	Показатели
Сырая руда, подлежащая выпуску	тыс. т	595
Объем обрушаемой горной массы	м <sup>3</sup>	100608
Объем нарезных работ	м <sup>3</sup>	5615
Удельный расход нарезных работ на 1000 т рудной массы	м	2,74
Общий расход ВВ на блок	кг	227800
Общий объем бурения глубоких скважин по блоку	м	41526,5
Удельный расход ВВ на первичную отбойку	кг/т	0,588
Выход рудной массы с 1 м скважины	т/м	13

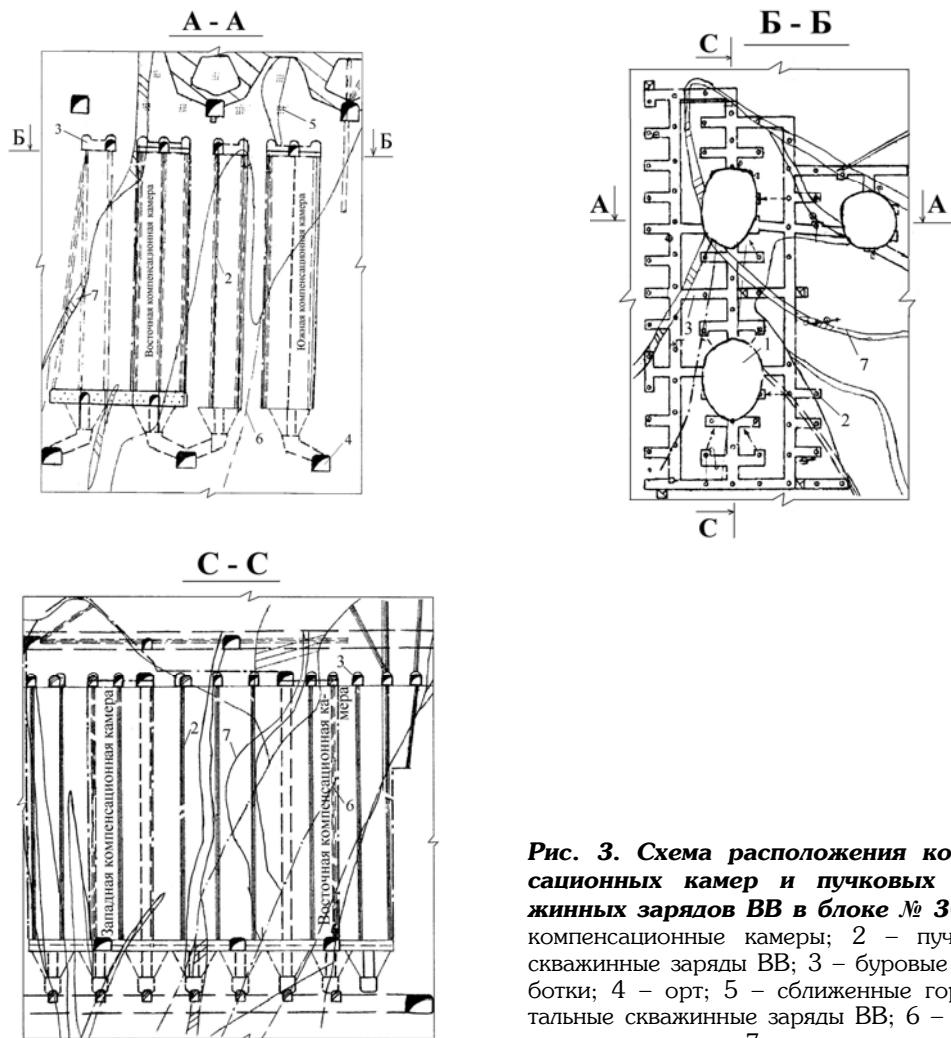
осуществляется в лежачем боку тектонического нарушения в блоках в той же последовательности.

Блок № 30 являлся первым разрезным блоком также на южном фланге месторождения только по другому рудному телу (рис. 3). Падение рудного тела в пределах блока под углами от 75 до 90°.

Блок № 30 отрабатывался системой этажного принудительного обрушения с отбойкой руды пучками нисходящих, восходящих и горизонтальных сближенных скважинных зарядов ВВ, а также камерными зарядами ВВ, на три компенсационные камеры эллипсоидной и круглой формы сечения (рис. 3). Длина, ширина и высота блока соответственно равны 30-75,

56 и 70 м. Ширина камер колебалась от 10 до 20 м, масса ВВ на взрыв равна 227,8 т (табл. 2). Сейсмическая энергия массового взрыва составляла  $9,52 \cdot 10^7$  Дж.

После взрыва по блоку № 30 в течение двух суток зарегистрировано около 60 толчков с сейсмической энергией от 10 до  $10^8$  Дж. Толчок с энергией  $10^8$  Дж произошел в безрудном целике в результате подвижки структурных блоков. Динамические явления в основном располагались в районе взрыва. В этот же период в выработках произошло нарушение бетонной крепи, обрушение горных пород, раскрытие трещин в бортах и кровле, поднятие и подвижка на 5-20 см железнодорожных путей.



**Рис. 3. Схема расположения компенсационных камер и пучковых скважинных зарядов ВВ в блоке № 30: 1 – компенсационные камеры; 2 – пучковые скважинные заряды ВВ; 3 – буровые выработки; 4 – орт; 5 – сближенные горизонтальные скважинные заряды ВВ; 6 – тектонические трещины; 7 – геологические зоны**

При отработке очистных блоков в районах активных тектонических зон происходит дополнительный рост напряжений в массиве горных пород после массовых взрывов, в результате вызванный ими сейсмический эффект ощущается не только в подземных условиях, но и на земной поверхности. При интенсивной отработке слепого рудного тела Юго-Восточного участка месторождения длина слоя в блоках равна мощности рудного тела. В каждом блоке образовывали компенса-

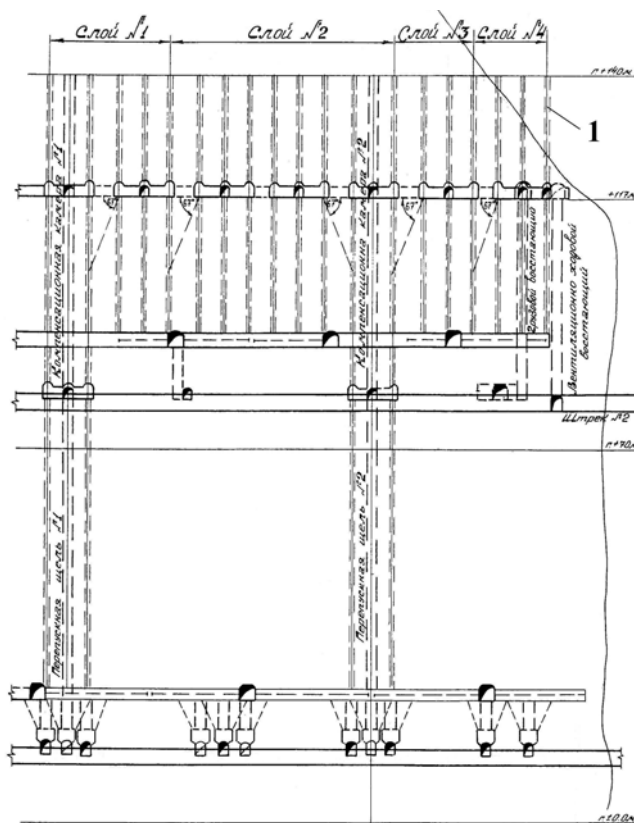
ционные камеры (перепускные) вкрест простирания рудного тела, прямоугольной формы высотой в два этажа  $\pm 0 \div + 70 \div + 140$  м; шириной 8 м; длиной от 12,5 до 32 м. На компенсационные камеры производится взрывание слоев в этаже  $+ 70 \div + 140$  м (рис. 4, табл. 3).

При образовании компенсационных камер отбитая руда выпускается на гор.  $\pm 0$  и транспортируется к капитальным рудоспускам. Отбитая руда с этажа  $+ 70 \div + 140$  м магази-

Таблица 3

**Показатели по массовому взрыву блоков 1, 2 (слой № 1)**

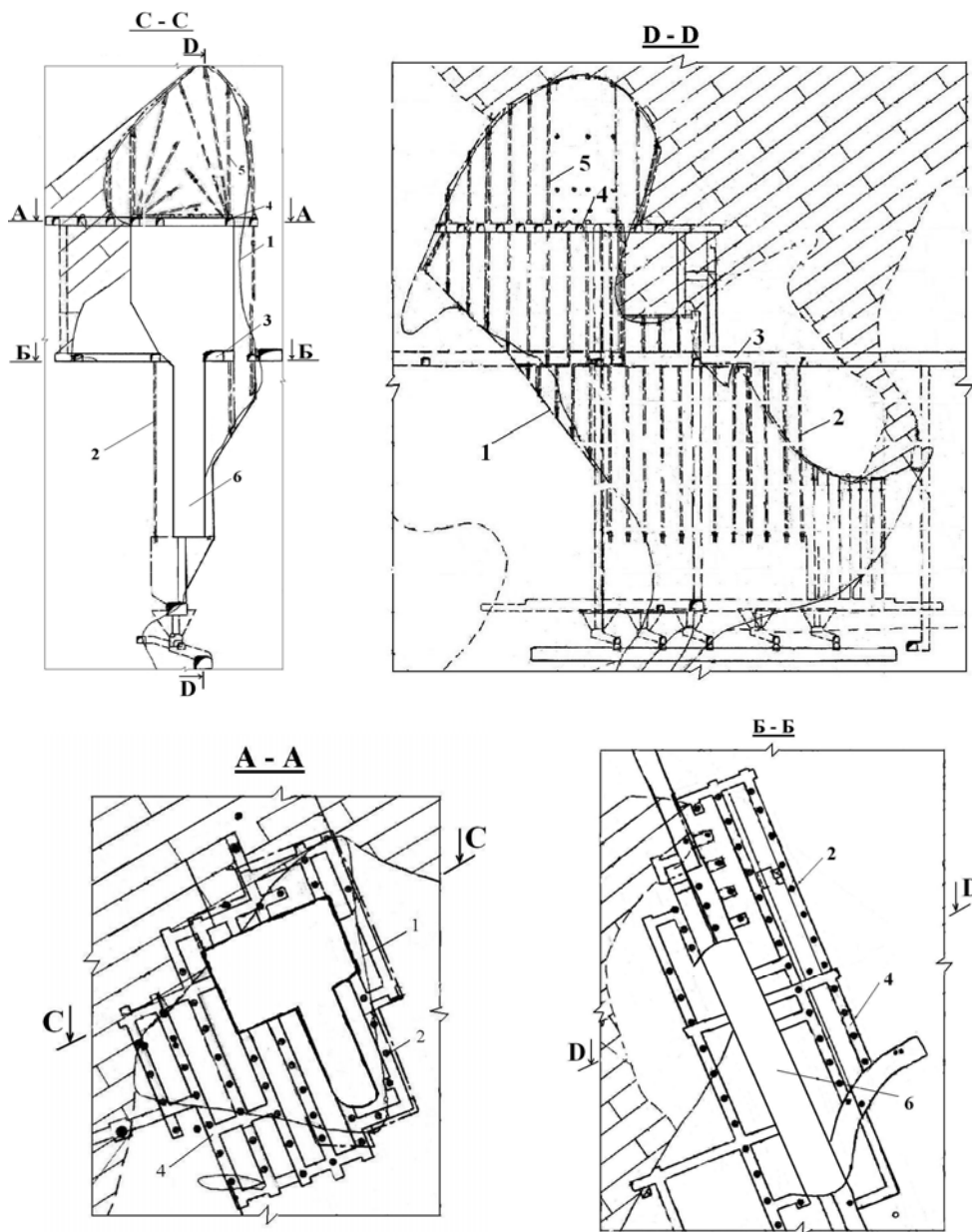
Показатели	Ед. изм.	Количество
Балансовые запасы	тыс. т	153,9
Содержание железа в балансовой руде	%	28,6
Запасы сырой руды, подлежащей выпуску	тыс. т	188,25
Содержание железа в сырой руде	%	24
Объем обрушаемой горной массы	м <sup>3</sup>	59524
Количество скважин	шт.	669
Общая длина скважин	м	14229
Общее количество ВВ	кг	120076
в т.ч. аммонит № 6 ЖВ	кг	3365
аммонит № 6 ЖВ (порошок)	кг	5565
граммонит 79/21	кг	111146
Количество СИНВ	шт.	205
Количество электродетонаторов	шт.	2
Общая длина ДШ	м	12500
Интервалы замедлений 40-60-80-100-125-150-175-200-250-300-350-400	шт.	11
Коэффициент разрыхления	ед.	1,29
Удельный расход ВВ	кг/т	0,639
Выход руды с 1 м скважины	т	13,1



**Рис. 4. Схема расположения обрушаемых слоев в блоке № 1: 1 – пучки сближенных скважин**

руется и в дальнейшем выпускается в этаже  $\pm 0 \div +70$  м на гор.  $\pm 0$  м. Полный выпуск руды с этажей  $+70 \div +140$  м,  $\pm 0 \div +70$  м,  $\pm 0 \div -70$  м производится на основном транспортном гор.  $-70$  м, после взрыва панелей в этаже  $\pm 0 \div -70$  м.

Вовлечение в эксплуатацию Подруслового участка, кроме Главного, Болотного и Новый Шерегеш, обусловлен необходимостью добычи руды с содержанием железа 42,3% и необходимостью поддержания и увеличения производственной мощности



**Рис. 5. Схема расположения выработки и пучковых сближенных зарядов ВВ в блоке № 1: 1 — контуры рудного тела; 2 — пучки сближенных нисходящих скважин; 3 — орт; 4 — буровая выработка; 5 — восходящие сближенные скважины; 6 — компенсационная камера**

рудника. Характерной особенностью Подруслового участка является наличие над ним ручья Большая Речка. Для отработки участка в этаже

(+185)÷(+255) м принята этажно-камерная система разработки с открытым выработанным пространством. На границах горизонтов

(+115)÷(+185) м выемка запасов руды осуществляется с временными целиками и в дальнейшем последующей закладкой. Обработка рудного тела начата с блока № 1, который является первым разрезным в этаже (+185)÷(+255) м. Длина и ширина блока составляли соответственно 110 и 27-40 м, высота — 125 м. Общие запасы блока равны 411, 2 тыс. т, масса зарядов ВВ — 245,6 т. Удельный расход ВВ на отбойку составил 0,568 кг/т. Взрывание панелей блока осуществлялось на компенсационные камеры восходящими, нисходящими и горизонтальными пучковыми сближенными скважинными зарядами ВВ (рис. 5).

Массовый взрыв по блоку № 1 зарегистрирован с сейсмической энергией  $5,1 \cdot 10^7$  Дж. Состояние массива горных пород на момент взрывов характеризовалось как склонное к накоплению упругой энергии и реализации ее в виде толчков, стреляний и интенсивного заколообразования.

Таким образом, определено влияние взрывной отбойки и очередности обработки блоков на сейсмическую

энергию толчков при обработке рудного тела под рекой. Установлено, что массив горных пород характеризуется как склонный к накоплению упругой энергии и реализации ее в виде толчков, стреляний и интенсивного заколообразования. Снижение удароопасности достигается при ведении горных работ в направлении от участков с повышенной концентрацией напряжений со стороны висячего бока нарушения к участкам с пониженными величинами напряжений. Дальнейшее развитие очистных работ осуществляется в лежащем боку тектонического нарушения в блоках в той же последовательности.

Разработаны варианты выемки слепых рудных тел. Особенностью технологии является обработка блоков на трех горизонтах с созданием компенсационных камер и перепускных щелей, встречной взрывной отбойкой на компенсационные камеры с частичным маганизированием и последующим перепуском руды на концентрационный горизонт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. Курленя М.В., Еременко А.А., Шрепп Б.В. Геомеханические проблемы разработки железорудных месторождений Сибири. — Новосибирск: Наука, 2001. — 184 с. **ИИАС**

#### Коротко об авторе

Еременко В.А. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИГД СО РАН;

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 2 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Л. Шкуратник.