

В.А. Штирц, В.Н. Колтышев

## ОТРАБОТКА БЛОКОВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЧКОВ ПОСЛЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ В УСЛОВИЯХ ТАШТАГОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

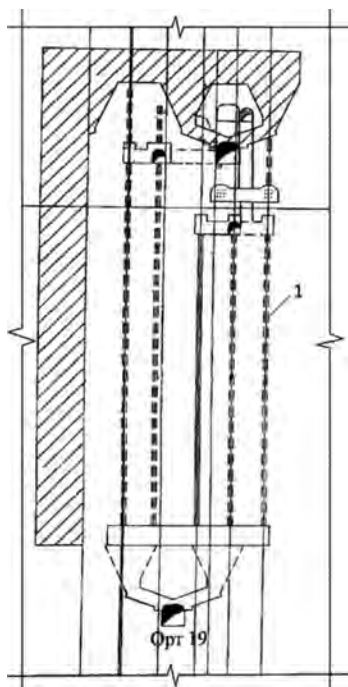
Рассмотрен процесс обработки блоков и распределения толчков после массовых взрывов. Выявлен характер распределения толчков при различной массе ВВ и их сейсмической энергии. Установлено, что после взрывов в различных районах шахтного поля происходит спад и нарастание сейсмической энергии динамических явлений в несколько периодов времени. Проведены экспериментальные исследования по установлению влияния энергии взрывов, на показатели энергетического класса и сейсмическую энергию динамических явлений за период с 2009 по 2014 гг. при отработке Восточного и Юго-Восточного участков на Таштагольском месторождении. Приведены результаты исследований, внедрение которых в производство будет способствовать повышению безопасности ведения горных работ. **Ключевые слова:** толчки, месторождение, руда, массовые взрывы, напряжение, блок, массив.

### Введение

**Ж**елезорудные месторождения Горной Шории главным об-

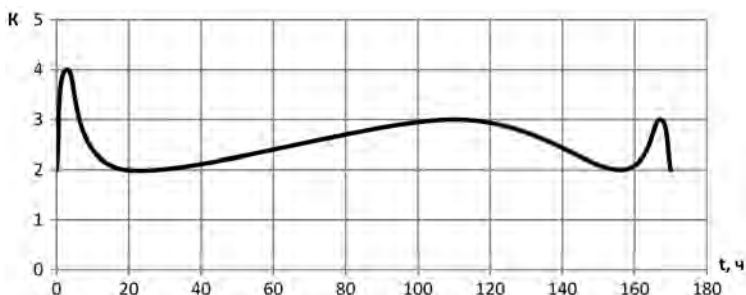
разом контактово-метасоматического происхождения, с крутым (от  $60^\circ$  до  $90^\circ$ ) залеганием линзообразных рудных тел. Горизонтальная мощность их колеблется от нескольких до 120 м. По падению они прослеживаются на глубину до 1500 м и более. Свыше 70% разведанных запасов железных руд сосредоточено в слепых рудных телах, которые не выходят на земную поверхность.

С увеличением глубины разработки месторождения наблюдаются стрельяния, толчки, микроудары и горные удары. Анализ горно-геологических и горнотехнических условий Таштагольского месторождения, позволяет сделать следующие выводы: породы, входящие в месторождения, обладают высокой прочностью и отличаются интенсивным трещинообразованием; вмещающие породы (сиениты, скарны, диориты, порфириды, граниты и песчаники) обладают высокими упругими свойствами и способностью к хрупкому разрушению. Сочетание этих свойств – одно из условий возникновения горных ударов и динамических явлений.



**Рис. 1.** Схема расположения блока № 19:

1 – пучки скважин



**Рис. 2. Изменение энергетического класса толчков  $K$  после массового взрыва блока № 19 (Восточный участок)**

После взрывов в различных районах шахтного поля происходит спад и нарастание сейсмической энергии динамических явлений в несколько периодов времени.

Проведены экспериментальные исследования по установлению влияния энергии взрывов, на показатели энергетического класса и сейсмическую энергию динамических явлений за период с 2009 по 2014 гг. при отработке Восточного и Юго-Восточного участков на Таштагольском месторождении.

Разработка рудных участков на Таштагольском месторождении осуществляется с применением систем этажного принудительного обрушения и этажно-камерной без и с закладкой выработанного пространства в условиях удароопасности. Динамические явления регистрируются в форме горных ударов, микроударов, толчков и др.

В связи с этим, с целью снижения риска и уменьшения последствий динамических явлений при очистной выемке на Восточном и Юго-Восточном участках проведены исследования по определению местоположения и распределению зон концентрации напряжений при отработке блоков и камер.

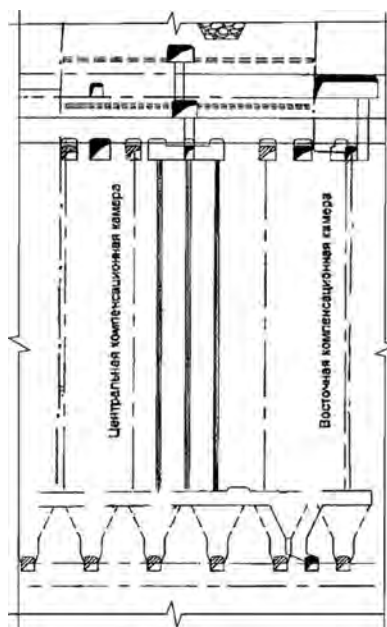
С применением микросейсмического метода установлены особенности распределения толчков с различными энергетическими классами во времени после массовых взрывов.

Рассмотрены особенности обрушения блока № 19 расположенного в

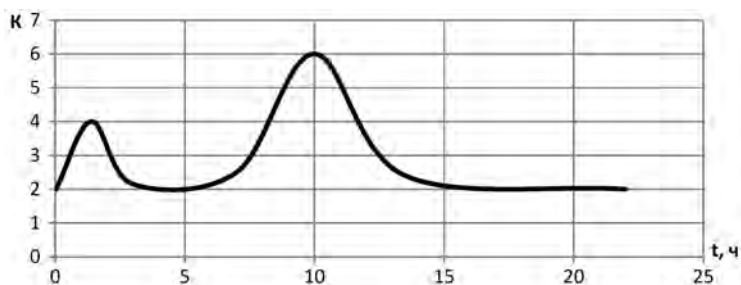
этаже  $(-350) \pm (-280)$  м на Восточном участке месторождения (рис. 1).

Масса ВВ при взрыве составила 168 т (17.01.2010); сейсмическая энергия взрыва  $1,91 \times 10^7$  Дж, линия наименьшего сопротивления,  $W_3$  – со стороны зажатой среды (6);  $W_k$  – со стороны компенсационной камеры (6), м. Количество пучков – 40 шт.; среднее количество скважин в группах – 8; диаметр скважин – 105; удельный расход ВВ на отбойку – 0,501 кг/т.

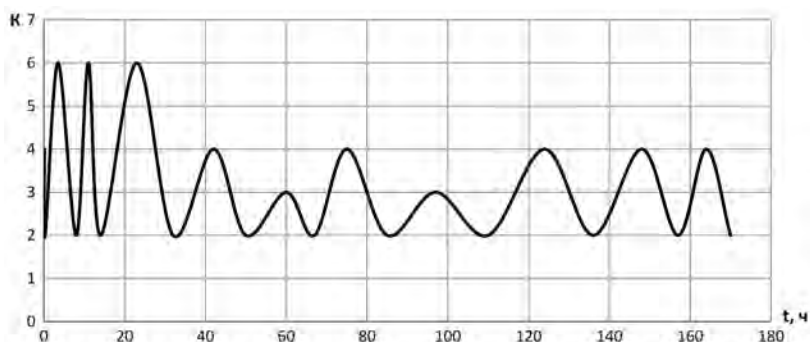
Первый толчок после МВ по блоку произошел через 28 сек при этом энер-



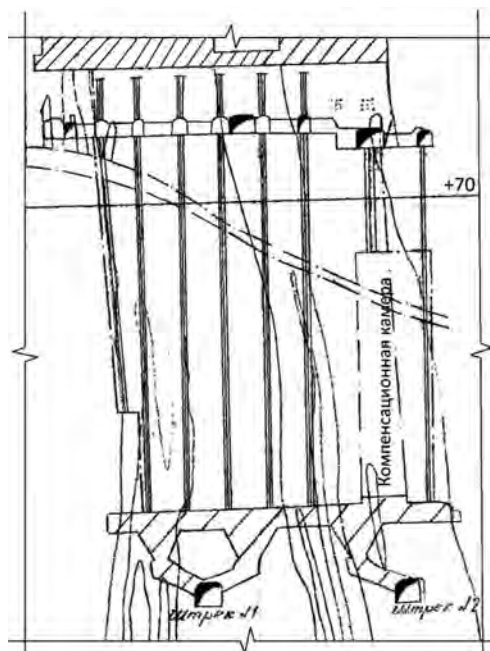
**Рис. 3. Схема расположения блоков № 4, 5 (восточная секция)**



**Рис. 4.** Изменение энергетического класса толчков  $K$  после массового взрыва блоков № 4, 5 (восточная секция) (Восточный участок)



**Рис. 5.** Обобщенный график изменения энергетического класса толчков  $K$  после массовых взрывов на участке Восточный



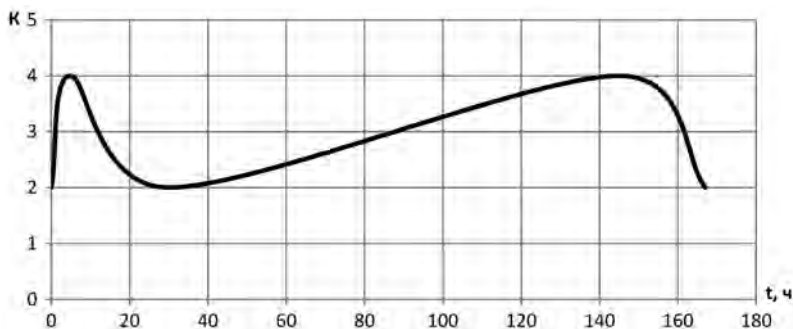
**Рис. 6.** Схема расположения блока № 2 (секция 2)

гетический класс толчка ( $K$ ) составил 2 (рис. 2). Максимальные значения  $K$  колебались от 2 до 4, за периоды 2–5, 105–110 и 165–170 ч. Установлено 6 периодов увеличения и снижения энергетического класса динамических явлений в течении 7 сут.  $K$  снижалось от 4 до 2 и от 3 до 2 за периоды от 17–20, 150–160 и до 168–172 ч.

Блоки № 4, 5 (восточная секция) расположены в этаже (-140)÷(-210) м (рис. 3).

Масса ВВ при взрыве составила 258,5 т (29.08.2010); сейсмическая энергия взрыва  $1,98 \times 10^7$  Дж,  $W_3$  – со стороны зажатой среды (6);  $W_k$  – со стороны компенсационной камеры (6), м. Количество пучков – 41 шт.; среднее количество скважин в группах – 7; диаметр скважин – 105; удельный расход ВВ на отбойку – 0,622 кг/т.

Первый толчок после МВ по блокам № 4, 5 произошел через 1 мин 46 сек при этом  $K$  толчка составил 2 (рис. 4).



**Рис. 7. Изменение энергетического класса толчков  $K$  после массового взрыва блока № 2 (секция 2) (Юго-Восточный участок)**

Максимальные значения  $K$  колебались от 2 до 6 за периоды 1–2, 9–11 ч. Установлено 4 периода увеличения и снижения энергетического класса динамических явлений.  $K$  снижалось от 4 до 2 и от 6 до 2 за периоды от 2–4 и до 10–15 ч.

На рис. 5 представлен обобщенный график изменения энергетического класса толчков при проведении массовых взрывов на Восточном участке Таштагольского месторождения. Установлено, что спад и нарастание энергетического класса в течение 170 час происходит соответственно 11 и 10 раз, причем рост энергетического класса от 2 до 6 находится в интервале от 1 до 22 час и затем снижается до 4–2.

На Юго-Восточном участке блок № 2 (секция 2) обрушен в этаже  $(\pm 0) \div (+70)$  м (рис. 6).

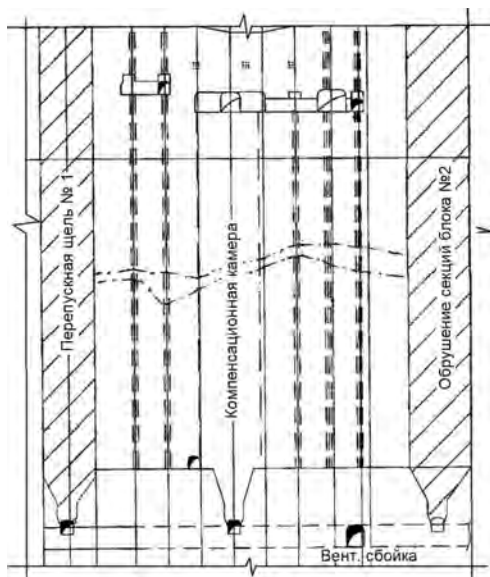
Масса ВВ при взрыве составила 208,1 т (21.04.2010), сейсмическая энергия взрыва  $1,02 \times 10^8$  Дж,  $W_3$  – со стороны зажатой среды (6);  $W_k$  – со стороны компенсационной камеры (6), м. Количество пучков – 57 шт.; среднее количество скважин в группах – 7; диаметр скважин – 105; удельный расход ВВ на отбойку – 0,547 кг/т.

Первый толчок после массового взрыва (МВ) по блоку № 2 (секция 2) произошел через 29 сек,  $K$  толчка составил 2 (рис. 7). Максимальные значения  $K$  колебались от 2 до 4, за пе-

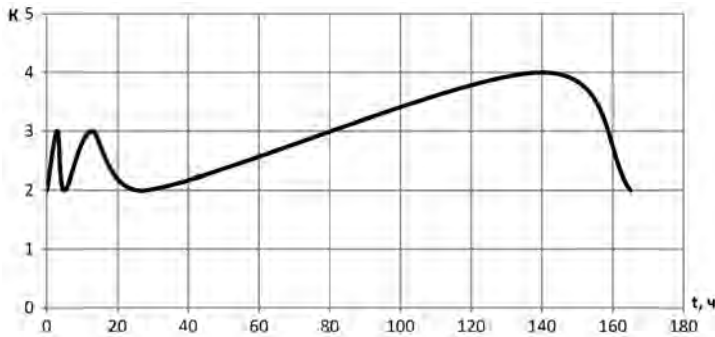
риоды 4–7 и 142–148 ч. Установлено 4 периода увеличения и снижения энергетического класса динамических явлений в течении 7 сут.  $K$  снижалось от 4 до 2, за периоды от 28–32 и до 165–170 ч.

Блок № 3 (секция 1) расположена в этаже  $(\pm 0) \div (+70)$  м на Юго-Восточном участке месторождения (рис. 8).

Масса ВВ при взрыве составила 238,5 т (30.01.2011) сейсмическая энергия взрыва  $7,28 \times 10^7$  Дж,  $W_3$  – со стороны зажатой среды (5,5);  $W_k$  – со



**Рис. 8. Схема расположения блока № 3 (секция 1)**



**Рис. 9. Изменение энергетического класса толчков  $K$  после массового взрыва блока № 3 (секция 1) (Юго-Восточный участок)**

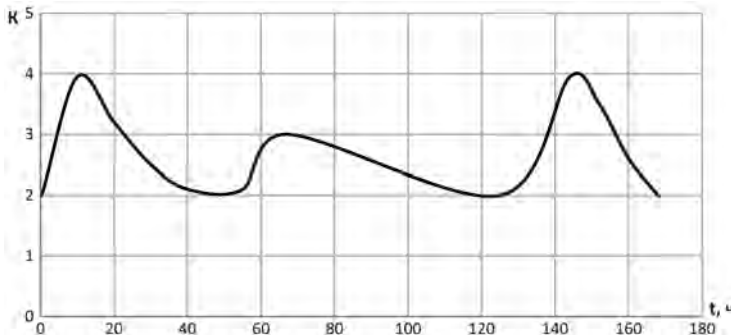
стороны компенсационной камеры (6), м. Количество пучков – 58 шт.; среднее количество скважин в группах – 6; диаметр скважин – 105; удельный расход ВВ на отбойку – 0,554 кг/т.

Первый толчок после МВ по блоку № 3 (секция 1) произошел через 4 мин 48 сек,  $K$  толчка составил 2 (рис. 9). Максимальные значения  $K$  колебались от 2 до 4, за периоды 2–7, 11–15 и 138–142 ч. Установлено 6 периодов увеличения и снижения энергетического класса динамических явлений.  $K$  снижалась от 3 до 2 и от 4 до 2, за периоды от 4–8, 23–28 и до 162–167 ч.

На рис. 10 представлен обобщенный график изменения энергетического класса толчков после массовых взрывов на Юго-Восточном участке. Установлено, что увеличение энергетического класса от 2 до 3–4 происхо-

дит 3 раза в периоды от 1 до 10 час, от 55 до 65 час и от 125 до 147 час; снижение энергетического класса от 3–4 до 2 – также 3 раза в периоды от 10 до 50 час, от 65 до 125 час и от 147 до 170 час.

Таким образом, дана оценка геомеханического состояния массива горных пород при ведении горных работ на Восточном и Юго-Восточном участках Таштагольского месторождения. Установлены зависимости между массой зарядов ВВ и энергетическим классом взрывов. При взрывании блоков на Восточном участке с увеличением массы зарядов ВВ от 45 до 227 т наблюдается рост показателя энергетического класса в два периода от 7,1 до 7,5 (45–100 т) и от 7,2 до 8,3 (144–167 т) снижение энергетического класса происходило тоже в два периода от 7,5



**Рис. 10. Обобщенный график изменение энергетического класса толчков  $K$  после массовых взрывов на участке Юго-Восточный**

до 7,2 и от 8,3 до 7,2. На Юго-Восточном участке при изменении массы зарядов ВВ наблюдался рост энергетического класса взрывов от 6,3 до 8 со снижением до 7,7 при массе ВВ 234 т. Максимальная сейсмическая энергия взрывов зарегистрирована при обрушении блоков № 2 (секция 1 и 2) на горизонтах  $\pm 0$  и  $+70$  м. Спад и нарастание  $K$  в течение 170 ч происходит 11 и 10 раз, причем рост  $K$  от 2 до 6 находится в интервале от 1 до 22 ч

и затем снижается до 4–2. Обработка блоков на Юго-Восточном участке показала, что увеличен  $K$  от 2 до 3–4 наблюдается 3 раза в периоды от 1 до 10, от 55 до 65 и от 125–147 ч; снижение  $K$  также 3 раза в периоды от 10 до 50, от 65 до 125 и от 147 до 170 ч. Следует отметить, что протекающие в породном массиве процессы и в целом геомеханическая обстановка не изменяются на протяжении последних 3–4 лет.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еременко А.А., Еременко В.А., Гахова Л.Н., Ерусланов А.П., Смелик А.С., Прокхватиллов С.А. Оценка геомеханического состояния массива горных пород при обработке участков в охранных целиках // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 7. – С. 126–131.

2. Еременко А.А. Совершенствование технологии буровзрывных работ на железорудных месторождениях Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2013. – 192 с. **ИИАС**

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Штирц Владимир Александрович – начальник участка ППГУ Таштагольского филиала ОАО «Евразруда», 652990, Таштагол, e-mail: Vladimir.Shtirts@evraz.com, Колтышев Виталий Николаевич – младший научный сотрудник, e-mail: Witalq@mail.ru, ИГД СО РАН.

---

UDC 622.831

## DEVELOPMENT BLOCKS AND THE DISTRIBUTION OF AFTERSHOCKS AFTER MAS-SIVE EXPLOSIONS IN THE CONDITIONS OF THE TASHTAGOL DEPOSIT

Shtirts V.A., Head of Section of PHU Tashtagolskogo Mine ОАО Evrazruda, 652990, Kemerovo region, Tashtagol, Russia, e-mail: Vladimir.Shtirts@evraz.com, Koltyshev V.N., Junior Researcher, e-mail Witalq@mail.ru, Institute of Mining of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630091, Novosibirsk, Russia.

*In focus is block caving and distribution of shocks after large-scale blasting. The pattern of shocks is determined for various weights and seismic energies of explosives. It is found that post-blasting drop and growth of seismic energy of dynamic events takes place in different areas of mine in a few time periods. It is experimentally studied how the blasting energy has influenced the class and value of seismic energy of dynamic events over the period from 2009 through 2014 in mining on the East and South-East sites in Tashtagol mine. It is specified that mining on the indicated sites used systems of level caving and cut-and-fill with and without backfilling under conditions of rockburst hazard. Stress concentration zones in blocks, panels and stopes on the East and South-East sites are determined. The article reports research findings the industrial introduction of which will contribute to enhancement of mining safety.*

*Key words:* tremors, mine, ore, massive explosions, voltage, block array.

## REFERENCES

1. Eremenko A.A., Eremenko V.A., Gakhova L.N., Eruslanov A.P., Smelik A.S., Prokhatilov S.A. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2013, no 7, pp. 126–131.

2. Eremenko A.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii burovzryvnykh rabot na zhelezorudnykh mestorozhdeniyakh Zapadnoi Sibiri* (Improvement of drilling-and-blasting technology for iron ore mining in West Siberia). Novosibirsk, Nauka, 2013, 192 p.