

Использование динамической защитной зоны разрушений, образованной перед взрывом зарядов дробления, позволяет снизить разрушение смежного уступа горных пород.

Уменьшение воздействия на законтурный массив отрицательной взрывной нагрузки обеспечит невозможность создания крупных заколов, которые способствуют образованию негабаритных фракций при производстве последующих взрывных работ на смежном уступе горных пород.

**Выводы и пути дальнейших исследований.** Блочное экранирование разрушаемого горного массива может быть осуществлено при помощи замкнутой границы экранирования или использования защитной зоны между разрушаемым объемом и целиком горного массива в виде прямого угла, развернутого в сторону отбойки горных пород. Первый или второй способ экранирования может быть осуществлен за счет последовательности и порядка взрывания скважинных зарядов ВВ, образующих динамическую защитную зону.

#### *Список литературы*

1. Друкованный М.Ф., Куц В.С. Ильин В.Н. Управление действием взрыва скважинных зарядов на карьерах. – М.: Недра, 1980. – 223 с.
2. Механический эффект подземного взрыва / Родионов.В.Н., Адушкин В.В. и др./ Под. ред. М.А.Садовского. - М.: Недра, 1971. - 220 с.
3. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. – М.: Наука, 1974. – 640 с.
4. Власов О.Е., Смирнов С.А. О моделировании действия взрыва // Взрывное дело. – 59/16. М.: Недра, 1966. – С. 109-117.
5. Кошелев Э.А., Кузнецов В.М., Софронов С.Г. и др. Статистика осколков, образующихся при разрушении твердых тел взрывом. – ПТМФ, 1971. -№ 10.
6. Родионов В.Н. О подобии процесса дробления при взрывах рудного масштаба. - В кн. Механизм разрушения горных пород взрывом. Киев: Наукова думка, 1971. – С. 107-112.

Рукопись поступила в редакцию 10.04.14

УДК 622.25: 622.235

П.И. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет  
В.И. ЧЕПУРНОЙ, С.И. ЛЯШ, НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### **О ВОЗМОЖНОСТЯХ СНИЖЕНИЯ ТРУДОВЫХ ЭНЕРГО И РЕСУРСОЗАТРАТ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БЛОКОВ К ОЧИСТНЫМ РАБОТАМ**

Развитие систем разработки, мощных рудных тел, привело к появлению серии выработок малого сечения, составляющих основу конструктивного оформления систем. При этих системах для подготовки блоков к очистной выемке проходят восстающие выработки различного назначения. Трудоемкость и затраты средств на проходку восстающих достигают в отдельных случаях почти половины общей трудоемкости и затрат на подготовку блоков к очистной выемке.

В Криворожском бассейне при подготовке блоков к очистной выемке, вскрытии новых месторождений и горизонтов ежегодно проходят порядка 24 тыс.м восстающих выработок. Подавляющее большинство выработок (96,7%) проходят буровзрывным способом, с устройством временных полков (78,9%) и с применением самоходных комплексов (17,8%).

На шахтах бассейна 3,3% от общей протяженности восстающих выработок проходят машинным (комбайновым) способом. В настоящее время на проходке восстающих задействованы комбайны типа Рино-400 производства фирмы «Сандвик». Большая протяженность восстающих выработок, которые проходят на шахтах Кривбасса при подготовке блоков к очистной выемке высокая трудоемкость, низкая скорость проходческих работ, определяют необходимость поиска новых технологических и технических решений при разрушении горных пород применительно к проходке восстающих выработок.

Перспективным с точки зрения технологичности, снижения трудоемкости и стоимости проходческих работ является разработанный ГВУЗ «КНУ» комбинированный способ проведения восстающих выработок за один прием взрывания отбойкой скважинных зарядов на незаряжаемую скважину увеличенного диаметра (компенсационную полость). Суть данного способа заключается в том, что в пределах проектного контура проводимой выработки выбуривают комплект скважин на полную высоту выработки. При этом одну скважину расширяют. Она служит как компенсационная полость. Остальные же скважины комплекта заполняют ВВ и взрывают с замедлениями.

Проходка восстающих комбинированным способом позволяет снизить трудовые, энергетические и материальные затраты как отдельных работ, так и технологию подготовки блоков в целом.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Подготовка блоков к очистным работам является наиболее несовершенным звеном технологического процесса добычи

железных руд подземным способом. Проходка восстающих - один из наиболее энергоемких, дорогостоящих и трудоемких видов горных работ при подготовке блоков. Повышение эффективности проходки восстающих - современное и актуальное направление совершенствования технологии подготовки блоков к очистным работам.

**Анализ исследований и публикаций.** Широкое применение технологии проходки восстающих с применением мелкошпурового бурения увеличивает энергетические затраты, сроки и стоимость как подготовки блоков так и себестоимость добываемой руды. Совершенствованию подготовки блоков путем повышения эффективности проходки восстающих выработок посвящены работы Н.Г. Дубинина, Б.Г. Трегубова, К.А. Кристина, Л.И. Барона и других исследователей.

*Нерешенные части проблемы, которые отражены в данной работе.* Применительно к подготовке блоков к очистным работам оптимальный способ проходки восстающих, обеспечивающий снижение трудовых энерго и ресурсозатрат, в достаточной мере не обоснован.

**Изложение материала исследований и полученные научные результаты.** Одним из основных, наиболее трудоемких и затратных производственных процессов при подземной разработке месторождений железных руд является подготовка выемочных блоков к очистным работам. Удельный объем трудовых затрат на эти работы составляет 40-50 % общих затрат на добычу руды.

Широкое развитие систем разработки, особенно мощных рудных тел, привело к появлению серии выработок малого сечения, составляющих основу конструктивного оформления систем. При этих системах для подготовки блоков к очистной выемке проходят восстающие выработки различного назначения. Трудоемкость и затраты энергии и средств на проходку восстающих достигают в отдельных случаях почти половины общей трудоемкости и затрат на подготовку блоков к очистным работам.

Средние скорости проходки восстающих остаются до настоящего времени относительно низкими (25-30 м/мес), поэтому проходка восстающих занимает значительную часть в общей продолжительности подготовки блоков к очистным работам.

Низкие скорости проходки восстающих при средней производительности труда 0,94 м<sup>3</sup> чел.смену и себестоимости 1 м проходки порядка 460 грн./мес вызваны практически повсеместным применением мелкошпурового способа проходки с оборудованием выработок деревянными полками и лестничным ходом. При такой технологии доля ручного труда в объеме проходческого цикла превышает 80 %.

Производительность труда бурильщика при проходке восстающих значительно ниже, чем при проходке горизонтальных выработок.

Низкая производительность и тяжелые условия труда при проходке восстающих определяют необходимость поиска новых, простых, доступных в современных условиях производства технологических и технических решений эффективного разрушения горных пород применительно к проходке восстающих [1-6].

На основании изложенного выполнен комплекс исследований, позволяющих разработать комбинированный способ проходки восстающих выработок, в соответствии с которым в центре поперечного сечения выработки и на всю ее высоту механическим или термомеханическим способом образуют компенсационную полость диаметром 0,5-0,6 м. Вокруг компенсационной полости по одной из диагоналей восстающей выработки бурят скважины диаметром 85-105 мм, а по второй диагонали - диаметром 65-75 мм. Указанные скважины заряжают ВВ и взрывают с интервалами замедления не менее 50 мс.

Для взрывного разрушения выемочного массива планомерно используется дополнительная плоскость обнажения - компенсационная полость, при этом в процессе отбойки в породе наряду с напряжениями сжатия возникают напряжения сдвига и растяжения (отрыва).

В результате создания напряжения сдвига в сторону компенсационной полости отрыв части породы от массива происходит при меньшем усилии, а, следовательно, с меньшими затратами энергии.

При проходке восстающих комбинированным способом наиболее узким местом является образование компенсационных полостей. Исходя из этого предложены способы и средства для расширения опережающих скважин диаметром 85-105 мм до диаметра 500-600 мм, в которых используются результаты проведенных исследований.

С учетом изложенного разработаны расширители скважин ударного действия РСР-600 (расширитель скважин на диаметр 600 мм с погружным приводом вращения) и РСВ-500 (расширитель скважин на диаметр 500 мм с выносным приводом вращения).

В породах и рудах крепостью  $f=4-9$  разработанные устройства работают без предварительного ослабления массива.

В породах крепостью  $f=10-12$  и более образование компенсационной полости рационально осуществлять с предварительным тепловым разупрочнением расширяемого массива [7,8].

Наиболее простым и доступным способом образования компенсационной полости является буровзрывной [9-11]. При применении обычных средств и методов глубина образываемой таким способом полости ограничена и не превышает 2-3 м.

В этой связи определенный интерес представляет разработанный способ образования в один прием взрывания компенсационных полостей диаметром 0,5-0,6 м и глубиной до 20 м.

Этот способ, не требуя применения специального бурового оборудования позволяет создавать компенсационную полость требуемых размеров при проходке тупиковых восстающих выработок.

Способ основан на поярусной отбойке массива зарядами скважин диаметром 60-105 мм с использованием врубовых полостей диаметром 250-300 мм и незаряжаемых частей скважин в качестве компенсационных полостей и эффекта искусственной породной запрессовки.

Каждый ярус состоит из четырех скважин одной длины. Для заряжания скважин используются как патронированные, так и гранулированные ВВ.

Скважины первого яруса заряжают на всю их высоту с недозарядом в устьевой части, а последующих ярусов в их донной части при расстоянии между торцами зарядов скважин смежных ярусов не менее 0,5 м.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Промышленные испытания технологии проходки восстающих выработок комбинированным способом дают основания говорить о перспективности данного способа.

Анализ фотохронометражных наблюдений за проходкой восстающих взрыванием скважин на компенсационную полость показал, что при данном способе на 90% механизированы основные технологические операции.

При этом исключаются воздействие на проходчика вибрации, попадания на него воды и бурового шлама, упрощается технология работ, ликвидируются такие операции, как оборудование выработки деревянными полками, трубами, многократное повторение циклов бурения, заряжания, взрывания и уборки породы.

Способ позволяет вывести проходчика из забойного пространства, ограничить контакты промышленного персонала с ВВ, уменьшить затраты ручного труда, снизить запыленность рудничной атмосферы и травматизм от обрушения кусков породы.

Применение компенсационных полостей диаметром 0,5-0,6 м, устойчивость эффекта взрыва такого комплекса буровзрывных работ способствует повышению безопасности работ, снижению энергоемкости, трудоемкости и стоимости горных работ при подготовке блоков.

Дальнейшие исследования необходимо проводить в направлении более детального определения минимально необходимого и технологически достаточного объема компенсационной полости относительно проводимой восстающей выработки.

#### *Список литературы*

1. **Чирков Ю.И., Черненко А.Р.** Подземная разработка мощных железорудных месторождений. –М., Недра, 1985.- 239 с.
2. **Дубинин Н.Г., Трегубов Б.Г.** Подготовка блоков к очистным работам. М., Недра, 1968, 149 с.
3. **Барон Л.И., Овчинников М.И.** Механизация проходки восстающих. М., Недра, 1973.-192 с.
4. **Соловьянов Л.Н.** Промышленный опыт проходки восстающих машинным способом. Тр. НИГРИ, 1957, том 1, с.287-305.
5. **Алексеев Г.М., Кунин И.К., Воюта Л.Ф.** Перспективы развития техники и технологии проходки восстающих выработок. Горный журнал, 1979, №8, с.31-33.
6. **Шнайдер М.Ф.** Образование восстающих взрыванием скважинных зарядов. Горный журнал, №6, 1982, с. 36-37.
7. **Мионов Е.И.** Новые методы разрушения пород при скоростной проходке горных выработок в США //

Рукопись поступила в редакцию 24.02.14