

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗГРУЗОЧНОГО ВЗРЫВАНИЯ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ВЫБРОСАМИ

Д.т.н., проф. Лысигов Б.А., асс. В.В. Глебо, Донецкий национальный технический университет, г.Донецк

Концепция разгрузочного взрывания развилась из наблюдений, что зона высоко трещиноватых пород, непосредственно окружающая подземную полость на большой глубине, создает некоторую податливую область, защищающую полость от возникновения и последствий выбросов [1]. Основная идея, положенная в основу разгрузочного взрывания – правильно выбранный дизайн взрывных работ в ограниченной зоне, позволяет передать напряжения, индуцированные горными работами, прилегающему породному массиву.

Существует два пути выполнения разгрузочного взрывания. Первая альтернатива – взрывать с наиболее возможной силой без большого ущерба для экскавации. Идея заключается в ослаблении определенной зоны массива созданием максимально густой системы микротрещин. Такое ослабление приводит к изменению механической реакции породного массива и характера его деформаций от упругих к пластическим. Второй подход к созданию разгрузки не вызывает формирования каких-либо новых трещин перед забоем, но вместо этого ведет к проскальзыванию массива вдоль существующих породных трещин из-за высокого давления взрывных газов. Трещиноватые породные массы в результате разгрузочного взрывания формируют «защитную подушку» перед забоем (рис. 1). Если сейсмические события происходят на некотором расстоянии от разрушенного забоя, волна динамического растяжения от этого события не вызовет такого объема повреждений, как в неразгруженном забое.

Следует, однако, иметь в виду, что проведение разгрузочного взрывания, например, в добычном забое не защищает его от появления повторных напряжений, вызванных соседними горными работами. Такой случай произошел на шахте Western Deep Levels South Mine, Южная Африка, когда работы в предварительно разгруженной панели E были оставлены в то время, как они продолжались в соседних панелях C и F. Двумя неделями позднее в панели E произошло сейсмическое событие с магнитудой 1,1, вызвавшее выброс в забое и разрушение крепи.

Применение разгрузки в забоях вскрывающих и подготовительных выработок часто бывает успешным и многие горнодобывающие компании разработали собственные стандарты бурения, зарядания и взрывания. Разгрузка целиков более трудна, поскольку эффективность взрывов изучена недостаточно. Как и в случае с близко расположенными добычными уступами, разгрузка одного целика также передает напряжения на соседние, которые, в свою очередь, могут стать высоко напряженными.

Разгрузочное взрывание оказалось одним из лучших способов управления выбросами. Однако, оно имело смешанный результат применения, главным образом, из-за следующих факторов [2]:

- в мировой литературе существует обильная информация по этой теме, однако, она разбросана и нелегко доступна горным инженерам-практикам в приемлемой форме;
- хотя принципы разгрузочного взрывания хорошо поняты, его успешному применению препятствует недостаток научного инструментария, позволяющего правильно

отразить конкретные условия шахты и оценить обстановку до и после разгрузочного взрывания;

- при неудовлетворительном дизайне разгрузочное взрывание может превысить допустимый уровень затрат из-за излишнего бурения скважин, расхода взрывчатого вещества и затрат времени на операции, прерывающие процесс добычных работ.

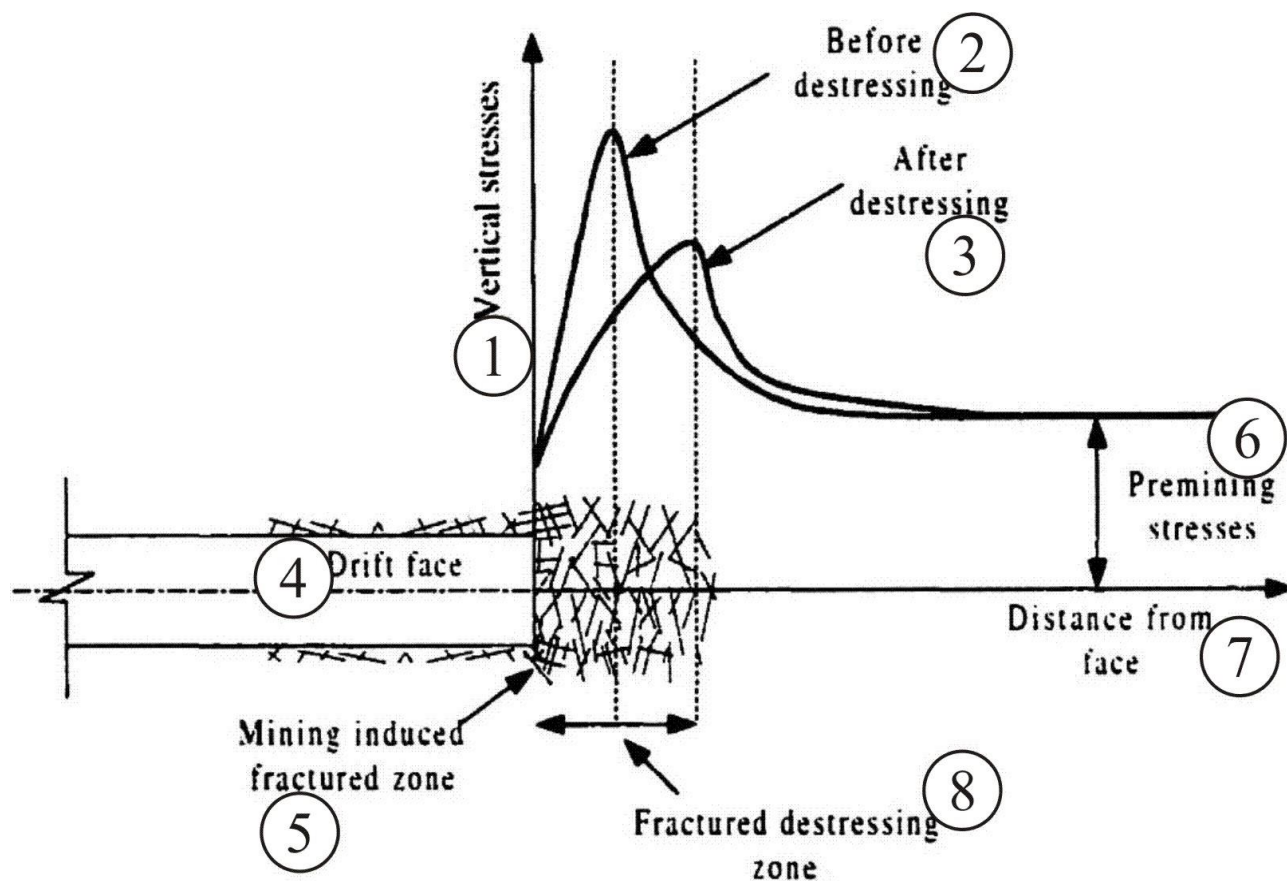


Рис.1 - Профиль напряжений, опережающих разгруженный забой штрека
1 – вертикальные напряжения; 2 – перед разгрузкой; 3 – после разгрузки;
4 – забой штрека; 5 – зона трещиноватости, индуцированной горными работами; 6 –
напряжения массива перед штреком; 7 – расстояние от забоя; 8 – разрушенная
трещиноватая зона.

Кроме уменьшения напряжений в какой-либо шахтной структуре, успешное разгрузочное взрывание изменяет поведение хрупких породных масс с упругого на податливое пластичное. Таким образом, разгрузочное взрывание не только уменьшает напряжения в зоне работ, но и способствует созданию пластичной «рубашки» вокруг подземной полости. Разгрузочное взрывание может быть оценено, как тактическая мера управления напряженными выбросами во всех горных туннелях, которые приводят к созданию высоких напряжений в массиве крепких хрупких пород на контурах подземных полостей.

В последние годы оптимальный дизайн разгрузочного взрывания определяется уровневым моделированием с помощью метода конечных элементов. Создано шесть различных моделей, в которых рассматривается разгрузочное взрывание, начиная от исходного состояния до результатов. Этот метод используется для энергетического подхода

к расчету напряжений, вызванных горными работами. Такая технология была применена, в частности, в шахте Campbele Red Lake, Ontario, Канада.

Для шахт Южной Африки, разрабатывающих субгоризонтальные (пологие) глубокие месторождения, оценивались две схемы бурения разгрузочных скважин – параллельно и перпендикулярно подвигающемуся забою. Была обнаружена важность правильной забойки, которая трудно выполнялась в коротких перпендикулярных забою скважинах. Мониторинг результатов включал конвергенцию и горизонтальные перемещения пород, расположение сейсмических событий. Для анализа собранных данных использовалось компьютерное моделирование.

После разгрузочного взрывания новые трещиноватые плоскости не образовывались. Перемещения породных слоев по существующим геологическим плоскостям привели к появлению разрушений различного объема. Механизм разгрузки проявился в сотрясении существующих напряженных (нарушенных) зонах, уменьшении нормальных напряжений, сжимающих эти зоны и, следовательно, снижении сопротивления срезам, что приводило к скольжению массива. Разгрузочное взрывание заставляло эти явления, вызывающие сейсмические события, мигрировать от забоя в глубину массива.

Библиографический список

1. Большинский М.И., Лысиков Б.А., Каплюхин А.А. Газодинамические явления в шахтах. – Донецк, «Вебер», 2003. – 283 с.
2. Кауфман Л.Л., Лысиков Б.А. Сейсмические риски внезапных выбросов пород. – Донецк, Норд-Пресс, 2010. – 418 с.
3. Excavation disturbed zone.
<http://www.jaea.go.jp/04/tisou/english/h12report/502/pdf/05-01-07.pdf>.