

УДК 622.235

Андреев Б.Н., д.т.н., проф., Сергеев С.С., аспирант
*Государственный ВУЗ «Криворожский национальный университет»,
г. Кривой Рог, Украина.*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОХОДКЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИМИ ЗАХОДКАМИ

В настоящее время одной из основных задач шахт Кривбасса является наращивание темпов строительства горнокапитальных и подготовительных выработок. Их проведение осуществляется с использованием буровзрывных работ (БВР), так как при строительстве подземных сооружений различного назначения в скальных породах буровзрывной метод продолжает оставаться наиболее эффективным и экономичным способом разрушения массива.

В последние годы на шахтах Криворожского бассейна в кратчайшие сроки было проведено переоснащение парка горнопроходческого оборудования. Однако с появлением современных импортных комплексов возник вопрос о повышении эффективности их использования за счет приведения в соответствие технических возможностей оборудования с параметрами применяемой технологии проходки.

По различным оценкам, технические возможности современного проходческого оборудования на шахтах Кривбасса используются не более чем на 65%. Это связано в том числе с глубиной бурения шпуров, которая фактически не превышает 2,5 м, что существенно ниже заявленных производителем оборудования показателей. Высокая эффективность комплексов может быть получена только при увеличении объемов работ за счет перехода на глубокие заходки, соответствующие характеристикам бурильных установок. Однако практика показала, что увеличение глубины заходки без учета особенностей напряженно-деформированного состояния породного массива за плоскостью забоя приводит к снижению КИШ, возрастанию удельного расхода ВВ, существенному ухудшению качества оконтуривания выработок.

В связи с этим была определена и поставлена задача исследования, которая заключалась в усовершенствовании технологии БВР при проходке горизонтальных выработок глубокими заходками путём заряжания комплекта шпуров эмульсионными взрывчатыми веществами (ЭВВ) с изменяемыми на основании учёта напряженно-деформированного состояния массива за плоскостью забоя энергетическими характеристиками.

Принимая во внимание практически полное отсутствие в Криворожском бассейне тектонических напряжений, для участка приконтурного массива горизонтальной выработки, а именно горизонта 1340 м с сечением $S=18,5 \text{ м}^2$,

шахты «Октябрьская», Публичного Акционерного Общества «Криворожский железорудный комбинат» (ПАО «КЖРК»), было проведено компьютерное моделирование характера перераспределения напряжений естественного поля, обусловленных силами гравитации.

В ходе исследований доказано, что в процессе выемки породы при проведении выработок происходит перераспределение статических напряжений и в призабойной области массива возникает непосредственно примыкающая к плоскости забоя зона неравнокомпонентного напряженного состояния (зона пластических деформаций растяжения), которая переходит в зону сжатия (естественное напряжённое состояние массива).

Также определено, что зона неравнокомпонентного напряженного состояния имеет три типа напряжений: 1 – начальное напряжение, находящееся возле груди забоя, 2 – максимальное напряжение находящиеся на расстоянии равном половине условного радиуса выработки и 3 – конечное напряжение, соответствующее крайней точке рассматриваемой зоны на расстоянии от плоскости забоя выработки. Далее начинается зона сжимающих напряжений, интенсивность которых по мере удаления от выработки стремится к уровню естественного напряженного состояния массива.

Исходя из полученных и проанализированных данных, можно утверждать, что при проходке выработки с площадью поперечного сечения $18,5 \text{ м}^2$, расположенной на глубине 1430 м, протяженность зоны неравнокомпонентного напряженного состояния составляет порядка 3,5 м. Таким образом бурение комплекта шпуров на полную длину зоны распределения напряжений будет рациональной поскольку основная часть зарядов ВВ будет находиться в зоне деформаций растяжения, где условия разрушения весьма благоприятны и эффективность взрываемой заходки увеличиться за счёт статических напряжений, находящихся в близи забоя.

Опираясь на достижения и опыт учёных ранее исследуемых напряжённо деформированное состояния за плоскостью забоя получаем понятие о том, что в области сжатия условия разрушения массива ухудшаются и требуют дополнительного количества ВВ для его качественного разрушения. В области деформаций растяжения, напротив условия разрушения горного массива более благоприятны, здесь представляется возможность снизить затраты ВВ. Однако основной трудностью при такой компоновке остаётся лишь то, что при использовании шпуров с глубиной свыше 1,8м увеличивается вероятность прострелов и получения негабаритных кусков породы.

На горнорудных предприятиях Криворожского бассейна на протяжении последних лет при проведении подземных сооружений использовались тротилосодержащие взрывчатые вещества (ВВ) а именно: аммонит №6ЖВ и граммонит 79/21, а также детонит, содержащий нитроэферы. Выше перечисленные ВВ хоть и доказали свою эффективность при проходке выработок, с поставленной задачей не справятся в связи с большой глубиной комплекта шпуров и сложной компоновкой конструкции заряда.

Учитывая сказанное, в исследованиях, проводимых для условий ПАО «КЖРК» было предложено использовать эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), а именно «Украинит-ПП-2». ЭВВ представляет собой жидкую двухкомпонентную смесь эмульсионной композиции (ЭК) и газогенерирующей добавки (ГГД) [1]. ГГД являются важнейшим компонентом ЭВВ, поскольку от их эффективности и насыщенности в составе зависит стабильность и продуктивность состава эмульсии. Стандартная компоновка заряда шпура до 2,5 м выглядит так: 99,0% ЭК + 1,0% ГГД в результате получаем высокую степень дробления горной массы с полным отсутствием негабаритов и не проработки подошвы (КИШ до 0,95).

В нашем случае компоновку заряда в шпуре предлагается выполнять с учётом геомеханического состояния за плоскостью забоя. То есть в горизонтальном заряде плотность эмульсионного взрывчатого вещества с газогенерирующей добавкой по длине заряда разная. Потому что с плотностью эмульсионного ВВ в шпуре связана объёмная концентрация энергии и теплоты взрыва ВВ. Во избежание отказов при зарядании зарядов необходимо учитывать рациональную (критическую, $\rho = 1410 \text{ кг/м}^3$) плотность и допустимую концентрацию пероксида водорода H_2O_2 из которого состоит ГГД.

В ходе исследования предлагается использовать конструкцию зарядов с прямым инициированием (патрон-боевик (Аммонит БЖВ и УНС-Ш) расположен первым от устья шпура), компоновка первой части заряда равна 98,8% ЭК + 1,2% ГГД, вторая часть компоуется по стандартному принципу, третья часть находится без заряда ЭВВ.

Разделение заполнения конструкции заряда связана с вариацией напряжений в зоне неравнокомпонентного напряженного состояния. То есть, от крайней точки зоны (3 тип напряжений) до точки максимальных напряжений (2 тип) длина зоны составляет 0,82 м, используем более концентрированный состав ЭВВ в связи с тем, что показатели напряжения растяжения минимальны. Вторая часть шпура 1,6 м заполняем стандартной компоновкой заряда из-за того, что она находится в зоне средних деформаций растяжения. Последняя третья часть не заряжается потому что:

– во-первых, находится в условиях разрушения породного массива, которые благоприятны и эффективность взрываемой заходки увеличивается за счёт максимальных статических напряжений, находящихся вблизи забоя;

– во-вторых, в связи с указаниями к использованию и техники безопасности ЭВВ которое гласят, что заряд в шпуре должен быть не заполнен на 35% во избежание переборов в ходе химической реакции.

Подводя итоги исследования и анализирования полученных данных было определено, что в условиях строительства глубоких горизонтов шахт Криворожского бассейна в призабойной части массива возникают зоны неравнокомпонентного напряженного состояния которые в компоновке с ЭВВ могут дать положительный эффект при проведении забоя глубокими заходками (КИШ = 0,92 – 0,95).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зубко С. А. Внедрение смесительно-зарядной и доставочной техники для эмульсионного взрывчатого вещества "Украинит" на горнодобывающих предприятиях Украины / С. А. Зубко, В. В. Русских, А. В. Яворский, Е. А. Яворская // Геотехнічна механіка. - 2013. - Вип. 111. - С. 37-48. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gtm_2013_111_7.