

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БВР ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ШАХТАХ УКРАИНЫ

Произведен анализ технологии строительства сопряжений горных выработок. Описана криволинейно-уступная форма проходческого забоя. Обоснованы параметры уступной части. Выполнены лабораторные исследования влияния разработанной формы забоя на дальность разлета породы. Приведены результаты внедрения на шахтах.

Ключевые слова: БВР, сопряжение, криволинейно-уступная форма, разлет породы, дальность

Ежегодно на шахтах Минуглепрома Украины сооружают более 2400 сопряжений горных выработок, на строительство которых затрачивается более 70 тыс. чел-смен. При этом трудоемкость выполняемых работ в среднем в 3 раза выше, чем при проведении основной части выработки. Кроме того, усложняется движение шахтного транспорта по сопрягающейся выработке, а также увеличивается вероятность деформации крепи и коммуникаций обломками взорванной породы.

В частности, на шахтах ГП «Селидовуголь» насчитывается 320 действующих сопряжений: в околоствольных дворах – 56; в капитальных выработках – 200; в подготовительных – 64. В общем количестве действующих узлов сопряжений 177 являются односторонними, 143 – двусторонними. В 2008 г. построено 89 сопряжений общей длиной 2,67 км (21% годового объема проведения выработок). Такой объем строительства делает вопрос совершенствования технологии сооружения сопряжений горных выработок весьма актуальным.

Особенностью участка породного массива, который вмещает сопряжение, является многократное его нарушение при сооружении узла выработок, которые пересекаются, потому что происходят повторные нарушения равновесия системы «крепь-порода», которое уже частично возобновилось. При применении традиционной формы проходческого забоя в его верхней части (так называемом «кутке») концентрируются напряжения, обусловленные формой стыковки кровли и забоя. Это увеличивает вероятность вывала породы. Дополнительные напряжения, обусловленные увеличением пролета в месте сопряжения выработок, еще больше усложняют технологию буровзрывных работ и требуют усиления конструкции временной крепи. Поэтому необходимо разработать такую форму

проходческого забоя, которая способна минимизировать возможность вывалов в призабойной части выработки.

Целью работы является сокращение длительности и трудоемкости строительства сопряжений горизонтальных горных выработок за счет увеличения длины заходки, повышения кучности укладки породы и уменьшения дальности ее разлета.

Теоретическое обоснование криволинейно - уступной формы проходческого забоя

Для достижения цели в [1] предложено придавать проходческому забою криволинейно – уступную форму (рис.1).

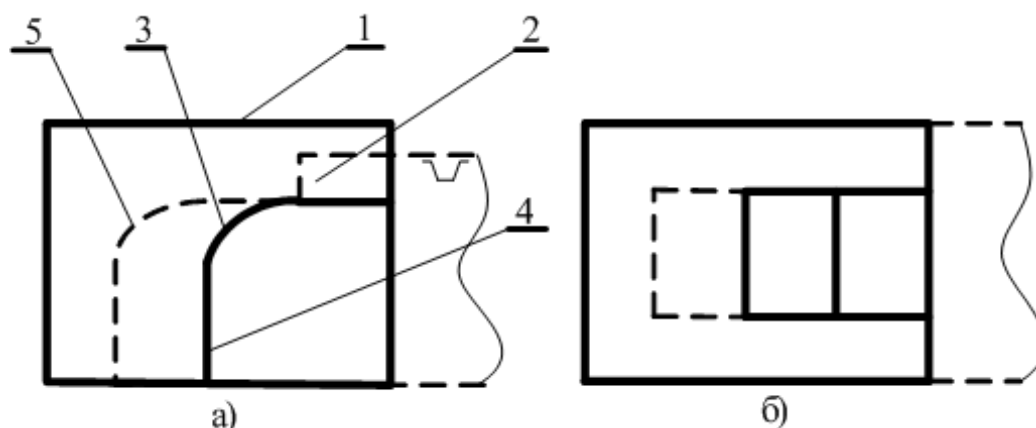


Рис.1. Криволинейно-уступная форма проходческого забоя:
а) вид сбоку; б) вид сверху

Часть породного массива (1), прилегающая к выработке, выполняется в виде уступа (2), который сопрягается с цилиндрической поверхностью (3) определенного радиуса, перпендикулярной продольной оси выработки. Нижняя часть забоя (4) вертикальна. (5) – контур выработки после взрывания. При использовании забоя предложенной формы в первую очередь взрывают заряды в уступе, а затем - у почвы. После этого поочередно взрывают шпуров рядами в направлении снизу вверх.

Минимальная высота вертикально - криволинейной части забоя должна быть не менее 1800 мм. Учитывая, что минимальное расстояние шпуров от контура выработки составляет 150 мм, ЛНС для породы - не менее 300 мм, для угля – не менее 500 мм, а диаметр шпура – 42 мм, минимальная высота уступа принимается равной 0,5 м. Максимальная высота уступа определяется выражением (1):

$$H_{уст.макс} = H_{вч} - 1800, \quad (1)$$

где $H_{вч}$ – высота выработки в черне, мм.

Рациональная длина заходки – 1 м, т.к. отставание постоянной рамной крепи от забоя не должно превышать 3 м. При расхождении длин заходов в

уступе и криволинейно - вертикальной части будет возникать необходимость для каждого взрывания разрабатывать новый паспорт БВР.

С учетом изложенного, выполнен расчет объемов породы для типовых арочных сечений горных выработок при коэффициенте разрыхления $K_p=1,7$, $l_{зax}=1$ м и криволинейной части радиусом, равным 1 м [2]. При этом площадь проходческого забоя складывается из площадей уступной S_y , криволинейной

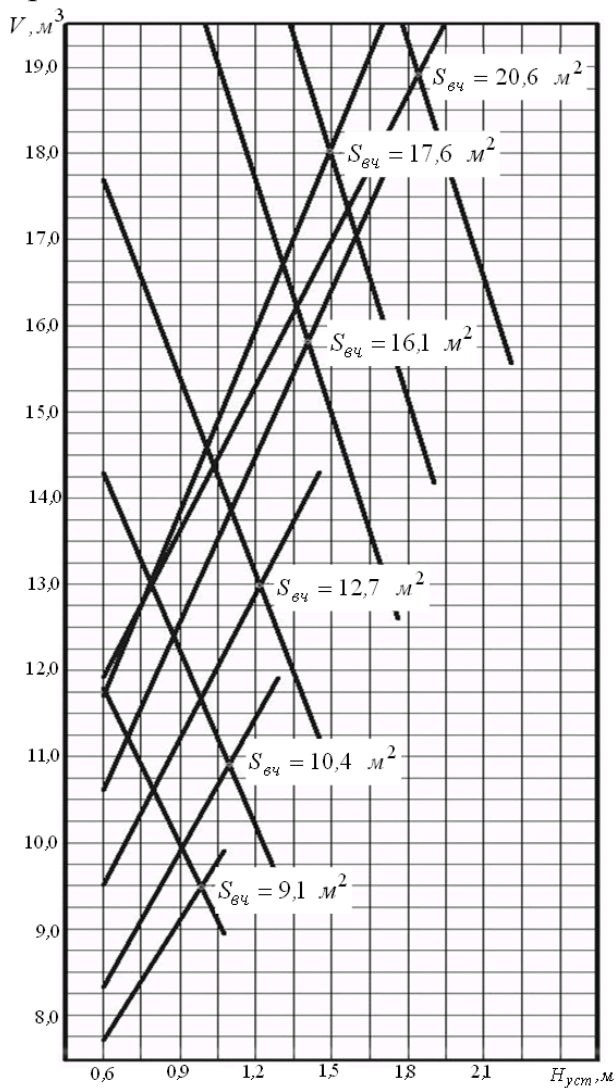


Рис.2. Зависимость объема породы в криволинейно-прямолинейной части проходческого забоя от высоты уступа

S_k и вертикальной $S_{верт}$ частей. Графической интерпретацией полученных результатов расчетов является рис.2. Он свидетельствует о том, что с увеличением высоты уступа объем взорванной породы в других частях проходческого забоя уменьшается пропорционально по линейному закону. Точки пересечения прямых свидетельствуют о равенстве объемов породы в уступной и остальных частях забоя. Такое соотношение обеспечивает устойчивость образованного породного вала. Если его объем меньше, чем суммарный объем породы в криволинейно - вертикальной части, то вероятность сноса вала обломками взорванной породы возрастает. При больших значениях объема породного вала он мешает разлету породы из вертикально – криволинейной части забоя. Полученные зависимости показывают, что при увеличении $H_{уст}$ от 1-го до 2-х метров его объем возрастает с $9,5 м^3$ до $18,9 м^3$. Следовательно, увеличение высоты уступа на $0,1$ м приводит к приращению его объема на $0,94 м^3$.

Лабораторные исследования влияния криволинейно – уступной формы проходческого забоя на дальность и кучность разлета породы

В качестве эквивалентного материала при моделировании использовалась цементно – песчаная смесь (Ц:П=1:3). Изготовленная модель [3], имитирующая криволинейно - уступную форму проходческого забоя площадью сечения в проходке $12,5 м^2$ в масштабе 1:10, приведена на рис.3а. В

качестве временной крепи применялись анкера, изготовленные из Ст-5. Для их размещения было пробурено 12 шпуров длиной 150 мм и $\text{Ø}6$ (два ряда по 6 шпуров в уступной и криволинейной частях забоя, расстояние между анкерами – 70 мм). После набора раствором достаточной прочности было произведено натяжение анкеров при помощи гаек, навинчиваемых на резьбовую часть анкера длиной 22 мм. Под гайками размещались шайбы диаметром 20 мм с отверстием диаметром 4 мм. Прочность модели составила 23,8 МПа.

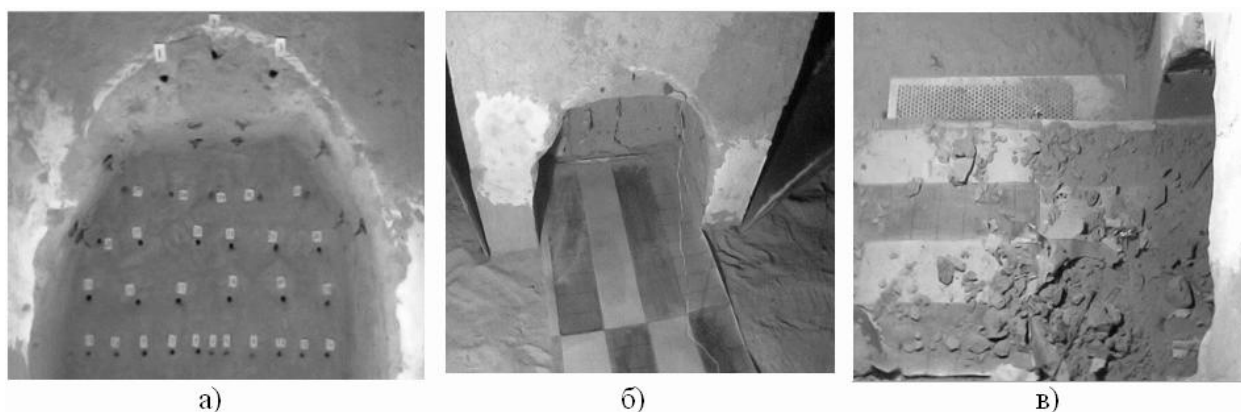


Рис.3. Результаты экспериментов: а) модель проходческого забоя криволинейно-уступной формы; б) вид установки для исследования дальности разлета породы до взрываний; в) вид установки после взрывания шпуров в уступной части

Через 7 суток после начала твердения при помощи динамометра было измерено усилие выдергивания анкера, которое составило 140 Н. Теоретически оно должно составлять 155 Н, что подтверждает достаточную сходимость результатов.

Затем, в соответствии с рассчитанным паспортом БВР, был пробурен 31 шпур. Взрывание производилось при помощи электродетонаторов ЭДКЗ-0П в последовательности, соответствующей номерам шпуров. Дальность разлета породы определялась при помощи мишеней, уложенных горизонтально на почву (рис.3б).

После этого выполнялись серии взрывов (по одному - два одновременно) с последующим измерением дальности и кучности разлета породы. При помощи горизонтальной мишени измерялась дальность разлета породы от забоя и от торца уступа. Высота породного вала определялась в характерных местах: около забоя; под серединой и под торцом уступа; в месте с наибольшей высотой вала породы; на максимальном расстоянии от торца уступа. Для определения объема породы применялся измерительный сосуд, заполненный водой. В 1-й зоне (от забоя до торца уступа) объем равнялся 312 см^3 ; во 2-й зоне (от торца уступа до места с максимальной высотой породного вала) объем составлял 1130 см^3 ; в 3-й зоне (от места с максимальной высотой породного вала до наиболее удаленного обломка породы) объем вала равнялся 160 см^3 .

Анализ результатов экспериментов показал, что в 1-й зоне (непосредственно под уступом) находилось около 20% взорванной породы. Вторая зона располагалась на расстоянии $(1...2,5)H$, где $H=H_{вч}-H_{уст}$, от вертикальной части забоя. В ней находилась основная часть взорванной породы - приблизительно 70%. Остальные 10% взорванной породы размещались в 3-й зоне на расстоянии $(2,5...4)H$ от забоя.

Результаты внедрения на шахтах

Промышленные исследования по установлению дальности отброса взорванной горной массы были проведены в 15-ти тупиковых нарезных и подготовительных выработках 5-ти шахт ГП «Шахтерскуголь». Площадь поперечного сечения выработок в свету изменялась от 2,4 до 11,2 м², а высота H – от 0,85 до 3,4 м. Взрывания производились в забоях с одной и двумя открытыми поверхностями при общем расходе ВВ от 8,8 до 23,0 кг и глубине шпуров от 2,0 до 3,0 м. Обработка полученных результатов показала, что в выработках с одной открытой поверхностью дальность отброса основной массы породы (угля) равнялась $6H$ при максимальной высоте отвала $0,5H$. В выработках с двумя открытыми поверхностями эти показатели равнялись $3H$ и $0,7H$, соответственно [4].

Предложенное техническое решение использовано при разработке «Инструкции по усовершенствованию буровзрывных работ при строительстве сопряжений горизонтальных и наклонных выработок на шахте «Россия» ГП «Селидовуголь» [5] и внедряется при сооружении сопряжения 3-го южного штрека пласта l_2^1 с наклонным квершлагом №2 пластов $l_1 - l_2^1$ на этой шахте.

Заключение

Придание проходческому забоя криволинейно-уступной формы с параметрами уступа, выбранными при помощи разработанной номограммы, обеспечивает сокращение дальности разлета взорванной породы в 2,4 раза. Следовательно, при буровзрывной технологии строительства сопряжений в реальных условиях дальность разлета породы находится в интервале от 8 до 10 м. Такая форма проходческого забоя позволяет взрывать все шпуров за один прием, что существенно сокращает затраты времени на производство БВР. Кроме того пропорционально повышается кучность размещения взорванной породы по сравнению со взрыванием в проходческом забое традиционной формы. Это позволяет при строительстве сопряжений горизонтальных (горизонтальных и наклонных) выработок вместо дорогостоящих погрузочных машин применять скреперную погрузку. Учитывая зависимость производительности скреперной установки от удаленности скреперного полка от забоя, производительность погрузки

составляет около 100 т/ч, что на 25% выше, чем у погрузочных машин ковшевого типа.

Библиографический список

1. А. с. 1528075 СССР Е21 В 9/00. Способ проходки горных выработок / А.Г. Гудзь, А.Н. Шкуматов и др. (СССР) – заявл. 21.12.1987; зарегистр. в Гос. реестре изобр. 8.09.1989.

2. Шкуматов О.М., Мороз О.К., Галоян В.А. Обґрунтування параметрів прохідницького вибою криволінійно-уступної форми при будівництві спряжень гірничих виробок // Вісник Криворізького технічного університету. Зб. наук. праць. Кривий Ріг: КТУ, 2009. № 23. С. 38-41.

3. Шкуматов А.Н., Мороз О.К., Черкасов И.А. Влияние формы проходческого забоя на дальность разлета породы // Разработка рудных месторождений: Научно-техн. сб. Кривой Рог: КТУ, 2008. Вып. 92. С. 84-88.

4. Шевцов Н.Р., Шкуматов А.Н., Черкасов И.А. Установление дальности разлета породы при криволинейно-уступном проходческом забое с двумя открытыми поверхностями // Тези доповідей 2-ї МНПК МВАС „Перспективи освоєння підземного простору”. Дніпропетровськ: НГУ, 2008. С. 29-32.

5. Шкуматов А.Н., Черкасов И.А. Инструкция по совершенствованию взрывных работ при строительстве сопряжений горизонтальных и наклонных выработок на шахте «Россия» ГП «Селидовуголь». ДонНТУ-Селидовуголь, 2008. 41 с.

E_mail: shan09@matrixhome.net

Shkumatov A.N., Kendiukh S.N.

Improving of explosive construction technology for the mine excavations' connection on Ukrainian mines

An analyze of the construction technology for the mine excavations' connection is done. The curve – terrace form of an excavation's face is described. Laboratory researches of the developed form effect on a range of rock debris scattering are executed. Industrial implementations on the mines are resulted.

Key words: explosive technology, connection, curve – terrace form, rock debris scattering, scattering range