

УДК 622.268.1:622.235.67

Н.Р. Шевцов, д.т.н, проф., А.Н Шкуматов, к.т.н., доц.,  
И.А. Черкасов, маг-р., каф. СШ и ПС, ДонНТУ, г. Донецк

## УСТАНОВЛЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ РАЗЛЕТА ПОРОДЫ ПРИ КРИВОЛИНЕЙНО-УСТУПНОМ ПРОХОДЧЕСКОМ ЗАБОЕ С ДВУМЯ ОТКРЫТЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

В угольной промышленности Украины на выполнение разделки сопряжений (строительства технологических частей) горных выработок ежегодно затрачивается около 200 тыс. человеко-смен. С возрастанием протяженности выработок увеличивается и количество сооружаемых и поддерживаемых сопряжений. Выполнение этого этапа затрудняет движение внутришахтного транспорта, снижает безопасность труда, повышает стоимость сооружаемых выработок, а, следовательно, и себестоимость 1 т добываемого полезного ископаемого.

Цель исследований состояла в обосновании и разработке технических решений, направленных на снижение дальности и повышение кучности разлета породы при строительстве горных выработок.

Для предотвращения деформации кусками взорванной породы крепи и коммуникаций в выработке, сопрягающейся с проводимой, предложено [1] придавать забою криволинейно – уступную форму (рис.1). При этом верхняя часть

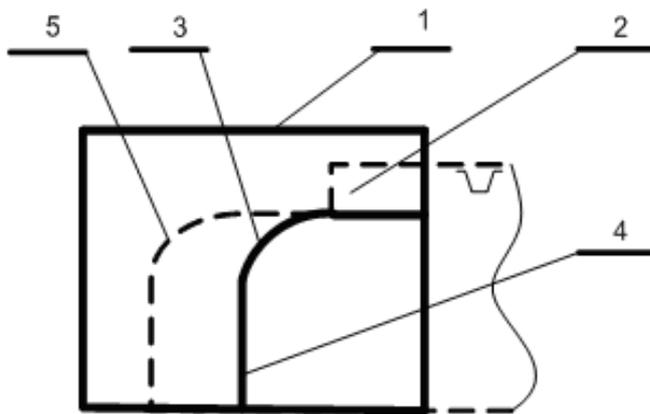


Рис. 1. Криволинейно-уступная форма проходческого забоя

забоя, прилегающая к выработке (1), 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. Для проведения лабораторных экспериментов по оценке эффективности предложенной формы изготовлена модель выработки из эквивалентных материалов.

Использовался метод, основанный на общем законе механического подобия и теории размерностей [2], согласно которому критерий подобия или инвариант вычисляется из выражения (1):

$$\frac{P_m}{q_m \cdot a_m \cdot L_m} = \frac{P_n}{q_n \cdot a_n \cdot L_n} = inv, \quad (1)$$

где  $P_m, P_n$  – силы, действующие в модели и в натуре;  $q_m, q_n$  – плотность материала модели и природы;  $a_m, a_n$  – ускорение в модели и в натуре;  $L_m, L_n$  – линейные размеры в модели и в натуре.

В качестве эквивалентного материала при моделировании использовалась цементно–песчаная смесь (Ц:П=1:3). Полученная модель забоя в масштабе 1:10 приведена на рис.2. Порядок изготовления модели следующий. Был изготовлен

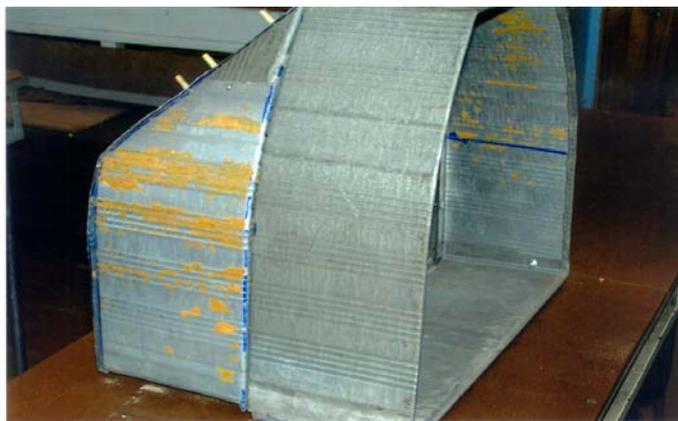


Рис. 2. Матрица для цементно-песчаной модели криволинейно-уступного проходческого забоя

металлический сборно – разборный каркас размером 650x650x650, внутри которого размещалась матрица, имитирующая криволинейно – уступную форму проходческого забоя площадью сечения в проходке 12,5 м<sup>2</sup>. Пространство между матрицей и стенками куба заливалось цементно-песчаным раствором. После набора раствором достаточной прочности матрица была извлечена. В качестве временной крепи применялись железобетонные анкера, представляющие

собой металлические стержни длиной 172 мм, диаметром 3 мм, изготовленные из Ст-5. Для их размещения было пробурено 12 шпуров длиной 150 мм и Ø6 (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. Для определения прочности модели одновременно с ней заливался куб размером 70x70x70 мм, объемом  $V=343 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>, массой  $m=690$  г, удельным весом  $\gamma=1,2 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

Изготовленные кубики затем раздавливаются на механическом прессе (машине испытательной разрывной Р-5). Прочность образца составила 23,8 МПа. Через 7 суток после начала твердения при помощи динамометра было измерено усилие выдергивания анкера, которое составило 110 Н. Проверочный расчет на прочность закрепления в бетоне выполнен по формуле

$$P_c = \pi \cdot d_c \cdot \tau_a \cdot l_3, \quad H, \quad (2)$$

где  $d_c$  – диаметр стержня анкера (арматуры), м;  $l_3$  – глубина заделки стержня в бетоне, м;  $\tau_a$  – удельное сопротивление сдвигу стержня в бетоне или полимербетоне, кПа.

По экспериментальным данным при бетоне классов В20-В30 и длине заделки стержня в нем 15 см прочность закрепления составила 155 Н, что подтверждает сходимость практических и теоретических результатов.

Затем, в соответствии с выполненным расчетом паспорта БВР, был пробурен 31 шпур диаметром 6 мм и глубиной 150 мм (рис.3). Взрывание производилось при помощи электродетонаторов ЭДКЗ-0П в последовательности, соответствующей номерам шпуров. Тип забойки – песчано-глинистая. Для сокращения дальности разлета породы из вертикальной части проходческого забоя в первую очередь взрывались шпуры 1-3 в уступной части. Дальность разлета породы определялась при помощи мишеней, уложенных горизонтально на почву (рис.4).

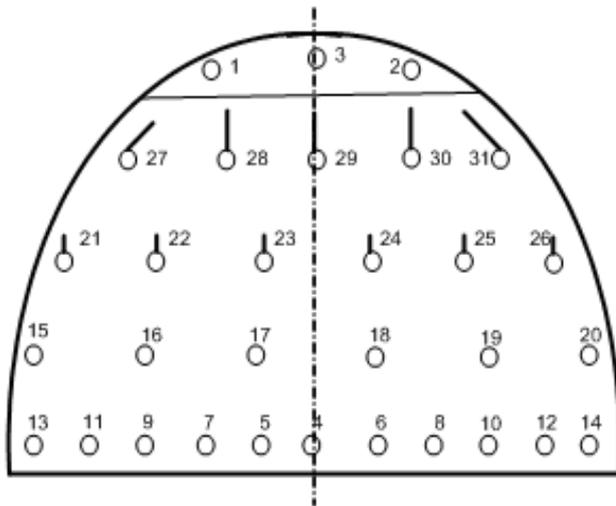


Рис. 3. Схема расположения шпуров

Анализ результатов экспериментов показал, что при взрывании шпуров в уступной части проходческого забоя можно выделить три зоны расположения взорванной породы: 1-я зона: около 20% взорванной породы, расположена под уступом; 2-я зона: около 70% взорванной породы, расположена от торца уступа на расстоянии  $(0 \dots 2,5) H$ , где  $H$  – высота выработки; 3-я зона: около 10% взорванной породы, разлетается на расстояние  $(2,5 \dots 4) H$ .

взорванной породы: 1-я зона: около 20% взорванной породы, расположена под уступом; 2-я зона: около 70% взорванной породы, расположена от торца уступа на расстоянии  $(0 \dots 2,5) H$ , где  $H$  – высота выработки; 3-я зона: около 10% взорванной породы, разлетается на расстояние  $(2,5 \dots 4) H$ .



а)



б)

Рис. 4. Установка для исследования дальности разлета породы: а – модель до взрываний; б – модель после взрывания шпуров в уступной части.

Промышленные исследования по установлению длины отброса основного объема взорванной горной массы были выполнены при выполнении опытных взрываний 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 м<sup>2</sup>, а высота  $H$  – от 0,85 до 3,4 м. Взрывания производились в забоях с одной и двумя поверхностями обнажения 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) равна  $6H$  при максимальной высоте отвала  $0,5H$ . В выработках с двумя открытыми поверхностями эти показатели равны  $3H$  и  $0,7H$ , соответственно [3].

Для большего сокращения дальности и повышения кучности разлета породы целесообразно применение легкоразборных прочных и экономичных защитных экранов (щитов), которые устанавливаются на расстоянии  $2,5H$  от торца уступа.

При внедрении разработанного технического решения в производственных условиях обеспечит сокращение дальности разлета породы, что позволит при строительстве сопряжений горизонтальных (горизонтальных и наклонных) выработок вместо дорогостоящих погрузочных машин применять скреперную погрузку, т.к. производительность скреперной установки существенно зависит от удаления скреперного полка от забоя.

#### **Библиографический список**

1. А. с. 1528075 СССР E21 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. Моделирование проявлений горного давления / **Г.Н. Кузнецов, М.Н. Бudyко, Ю.И. Васильев, М.Ф. Шклярковский, Г.Г. Юревич**. – Л.: Недра, 1968. – 278 с.
3. **Исследование и разработка импульсного способа** всасывания рудничной атмосферы при взрывных работах в тупиковых выработках Отчет по НИР (заключительный) / МакНИИ МУП СССР. – Макеевка, 1980. – 187 с.

**УДК 622.233:622.235**

*В.В. Молодык, студ., каф. СГиГС, ДонГТУ г. Алчевск, Украина*

#### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ВЕРТИКАЛЬНОМ СТВОЛЕ**

В практике проектирования приходится проводить громоздкие однотипные расчеты БВР для различных пластов пород, пересекаемых стволом.[1,2] Эти расчеты уместно выполнять с помощью простых и компактных компьютерных программ. Особую специфику на эти программы накладывают требования, вытекающие из целей обучения студентов. К сожалению, практика применения