

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРОХОДЧИКОВ

С.Т. Рустемов

Представлен материал по усовершенствованию типа вруба, позволяющего обеспечить коэффициент использования шпура (КИШ) не ниже $0,9 \div 0,95$ и безопасность горных работ.

Ключевые слова: вруб; коэффициент использования шпуров; подготовительно-нарезные выработки; отбойка; взрыв.

При проходке горных выработок по крепким породам как в Жезказганском, так и в Юбилейном рудниках широкое применение нашли

прямые врубы, шпуры которых располагают параллельно оси выработки. Их называют призматическими, цилиндрическими, щелевыми, спи-

ральными, “звездочками”. Сущность работы врубов этого типа состоит в том, что при взрыве шпуров порода в объеме врубовой полости перемельчается и отбрасывается из забоя. Они применяются при проходке выработок различных сечений, обеспечивают значительное подвигание забоя за один цикл, хорошее дробление и незначительный отброс горной массы. Наибольший эффект достигается для отбойки монолитных крепких пород, не склонных к пластическим деформациям. Из прямых врубов широкое применение при проходке выработок нашли шпур, которые располагают параллельно оси выработки. Из имеющихся прямых врубов наибольшей эффективностью обладает призматический, имеющий дополнительную открытую поверхность (центральный незаряженный шпур или скважина). При проведении выработок в вязких породах применение призматических врубов приводит к частым запрессовкам ее донной части, что приводит к неполному выбросу горной массы из врубовой полости из-за снижения КИШ.

Эффект запрессовки проявляется в начальной стадии, когда отбойка происходит на открытой поверхности небольшого размера. В некрепких породах в результате взрыва может происходить срез породной перемычки и ее сдвиг в сторону компенсационного пространства. Если массив пород разрушается полностью, то, вследствие сильного удара о стенку шпура, порода, претерпев вторичные изменения, прочно цементируется. Запрессованная порода, заполняя компенсационное пространство, особенно в донной части, оказывает отрицательное влияние на результаты взрывной отбойки последующих шпуровых зарядов, снижая КИШ.

Для снижения явления запрессовки мы использовали врубы с одной, а также двумя и тремя центральными компенсационными скважинами больших диаметров [1, 2]. Они с успехом применялись при проведении выработок различного сечения как в хрупких, так и в вязких трудно-взрываемых породах. Однако бурение скважин большого диаметра, замена штанг (коронки) требуют дополнительных затрат времени и энергии, является трудоемким процессом. Кроме этого, при увеличении глубины шпуров и крепости горного массива объем компенсационных полостей должен увеличиваться, что еще более усложняет предлагаемый способ.

На Шалкиинском месторождении при проходке подготовительно-нарезных выработок небольшого сечения (до 9 м²) применяли прямые призматические врубы с глубиной шпуров 1,6–1,8 м. При ручном бурении забоя на глубину

до 1,8 м уход его за цикл составлял 1,4–1,5 м. Такая глубина отбойки объясняется отклонением врубовых шпуров от заданного направления в процессе бурения, причем при расхождении шпуров наблюдалась недостаточное разрушение и выброс плохо проработанных зарядами остатков горной массы, а при их сближении горная масса запрессовывалась. В обоих случаях не обеспечивалось нужное качество образованной врубовой полости и, как следствие, технико-экономические показатели при проведении горных выработок оказались низкими.

Величина подвигания забоя не зависит от ширины выработки; малый разброс породы, который определяется направлением отбойки, способствует повышению производительности погрузки и уменьшению нежелательных последствий взрыва; имеется возможность максимальной концентрации бурового оборудования у забоя, что важно для скоростной проходки выработок, – все это положительные качества прямого вруба. К его недостаткам относятся трудоемкость бурения компенсационных скважин большого диаметра; недостаточное исследование процессов, происходящих при взрыве [3]. Учитывая указанные параметры, прямые врубы использовали при применении механизированного бурового оборудования в крепких монолитных породах, не склонных к пластической деформации.

Так, например, с целью увеличения ухода с 1,5 до 2,5 м по центру забоя предложено бурить прямой вруб из 6 шпуров различной глубины.

Центральный шпур заряжали на глубину 800 мм, остальные – ярусным методом. Первым взрывался центральный шпур, который запрессовывал устья остальных шпуров, и после этого с замедлением взрывались короткие шпур, а затем – длинные. Применение данного типа вруба позволило повысить КИШ с 0,8 до 0,95.

При проходке выработок сечением 16 м² и выше широкое применение нашли вертикально-клиновые, призматические врубы с необходимым объемом компенсации. Они позволили повысить эффективность буровзрывных работ как на проходке, так и на очистной выемке. Однако при проведении подготовительно-нарезных выработок в крепких и трудно-взрываемых породах их эффективность снижается.

Авторы работы [4] для повышения эффективности отбойки предлагают секционный способ отбойки. Сущность данного способа отбойки заключается в том, что удлиненные шпур разбивают на устьевую и забойную секции. В начале заряжают шпур забойной секции,

Таблица 1 – Распределение коэффициента частоты ($K_{\text{ч}}$) на основных процессах

Операция	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Коэффициент частоты ($K_{\text{ч}}$)															
БВР	1,212	1,068	0,992	0,941	0,909	0,874	0,850	0,829	0,812	0,796	0,783	0,770	0,759	0,749	0,700
Погрузка и разгрузка	2,270	1,923	1,720	1,576	1,464	1,373	1,296	1,229	1,170	1,117	1,069	1,026	0,986	0,949	0,914
Подготовительные работы	1,474	1,883	2,123	2,293	2,425	2,532	2,624	2,702	2,772	2,834	2,891	2,942	2,989	3,033	3,074
Очистные работы	1,550	1,436	1,338	1,257	1,192	1,144	1,112	1,096	1,097	1,114	1,148	1,198	1,264	1,347	1,446

устанавливают устройство для инициирования и огнепроводный шнур. После зарядки забойной секции в шпур помещают полиэтиленовые ампулы с инертным материалом.

Длина рассредоточения должна быть больше величины передачи детонаций между зарядами устьевой и забойной секций. Затем осуществляют зарядку устьевой секции, в которую помещают аналогичное устройство для инициирования с огнепроводным шнуром. Время замедления инициирования определяют по

$$t_3 = 0,166 \cdot \left(\frac{l_3 - l_y}{V} \right),$$

где l_3 – длина огнепроводного шнура забойной секции; l_y – длина огнепроводного шнура устьевой секции; V – время горения огнепроводного шнура.

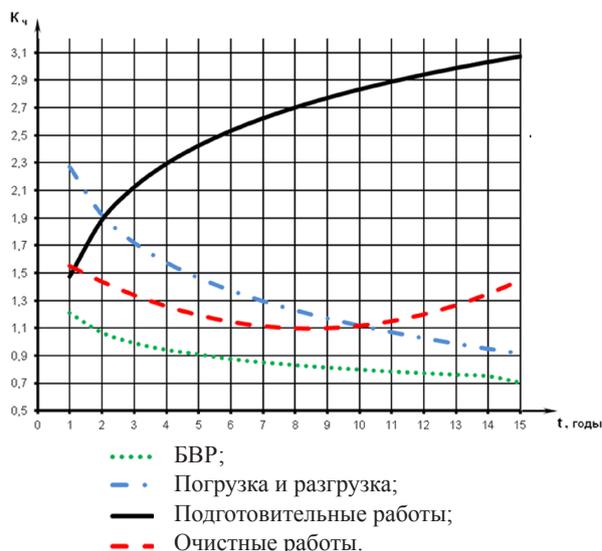


Рисунок 1 – Изменение $K_{\text{ч}}$ на основных процессах по подземным рудникам

Огнепроводный шнур забойной секции должен быть длиннее огнепроводного шнура устьевой секции, но с учетом того, чтобы шнур успевал прогорать до того, как взорвется заряд устьевой секции.

В Кривбассе при проходке горизонтальных выработок широко применяли центральные призматические врубы в различных вариантах. При этом коэффициент использования шпура находился в пределах $0,7 \div 0,82$ [5].

Анализ состояния безопасности основных производственных процессов на подземных рудниках Жезказгана показывает, что травматизм на подготовительных работах выше, чем на других процессах, например, погрузочно-разгрузочных и на очистных работах (таблица 1, рисунок 1) [6]. Анализ причин травматизма при проходке горных выработок показывает, что травматизм в основном происходит при выполнении основных операциях проходческого цикла.

Отсюда следует вывод – при более длительном цикле происходит больше случаев травматизма людей. Кроме этого известно, что около 30 % несчастных случаев (НС) на производстве происходит от падения заколов, а заколы как правило образуются из-за низкого качества взрыва. Образование закола и ударной воздушной волны снижают соответственно и КИШ.

Снижение травматизма достигается уменьшением количества циклов при постоянном темпе проходки, и КИШ при этом должен составлять не менее $0,93 \div 0,95$ с целью снижения сейсмического воздействия взрыва на окружающий массив. Соответственно, такое положение приводит также к снижению удельного веса вспомогательных работ при проходке горных выработок.

Анализ показывает, что сокращения НС при подготовительных работах можно достичь путем увеличения длины шпура за один цикл. Например, для проходки 200 м выработки требуется

100 циклов при длине шпура 2,0 м, а если длина шпура достигает 4,0 м, то требуется 50 циклов. Снижение количества циклов в два раза снижает соответственно и количество травм на основных и вспомогательных операциях, во-первых, за счет снижения количества циклов, во-вторых, за счет снижения интенсивности вспомогательных работ проходческого цикла.

В этой связи следует тщательно внедрять секционные врубы, обеспечивающие увеличение глубины шпуров не менее, чем в два раза по сравнению с существующей при различных горно-геологических и горно-технических условиях. При этом длина шпура может быть принята в зависимости от различных условий. Например, допустимая незакрепленная часть забоя может быть и 3, 5, и 4, и 5 м.

В этой связи для повышения коэффициента полезного использования энергии взрыва разработан новый тип вруба (рисунок 2), при котором перпендикулярно плоскости забоя бурится компенсационный шпур (0), а вокруг него симметрично шпуры первой (1, 2, 3, 4) и второй (5, 6, 7, 8) секций. Шпуры второй секции бурят на всю глубину, а глубины шпуров первой секции должны определяться, исходя из условий обеспечения КИШ не ниже $0,9 \div 0,95$. При этом следует помнить, что при достижении КИШ указанной величины уменьшается отслоение кусков горных пород от стенок выработки, а также из кровли. Такое явление, на наш взгляд, происходит из-за снижения сейсмического воздействия взрыва ВВ. Взрывают вначале шпуры первой секции, а затем второй [7–9].

Физическая сущность предлагаемого способа образования врубовой полости заключается в том, что первоначально взрываются короткие шпуры первой секции на созданных компенсационных полостях за счет незаряженной части длинных шпуров. В результате этого и образуется дополнительная компенсационная полость, которая улучшает работу длинных шпуров второй секции. Кроме этого при взрывании коротких шпуров в их торцевой части образуются зоны интенсивного переизмельчения и растрескивания и происходит запрессовка (забойка) незаряженной части смежных (ближних к ним) длинных шпуров крупнокусковой породой [10].

Литература

1. Кононов И.П. Совершенствование буровзрывных работ при проведении горизонтальных горных выработок / И.П. Кононов, Г.О. Кунец, С.И. Ляш и др. // Горный журнал. 1989. № 4.

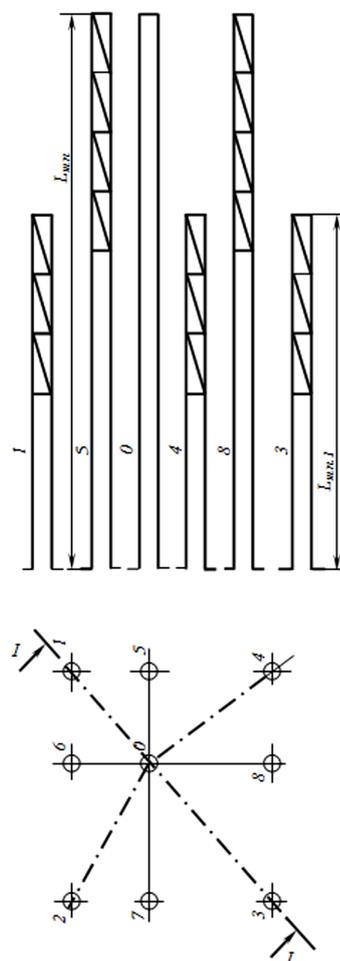


Рисунок 2 – Секционный способ образования врубовой полости

2. Комир В.М. Повышение эффективности действия взрыва в твердой среде / В.М. Комир, В.М. Кузнецов, В.В. Воробьев и др. М.: Недра, 1988.
3. Швец О.Я. Моделирование работы прямого вруба. Общая постановка задач / О.Я. Швец // Вестник ВКГТУ. № 2. Усть-Каменогорск, 2002.
4. Патент РК № 3101. Способ образования врубовой полости / Б.У. Раскильдинов, Э.И. Альзамарова, Х.А. Юсупов и др. Оpubл. 15.03.96.
5. Опыт применения ярусного вруба на проходке горизонтальной выработки / О.П. Данилин, А.С. Дерзян, А.А. Швец и др. // Информационный листок НИГРИ. Кривой Рог, 1963. № 16.
6. Рустемов С.Т. Анализ состояния безопасности основных производственных процессов на подземных рудниках Жезказгана / С.Т. Рустемов, Т.Е. Хакимжанов, Б.Е. Жумабаев // Научно-технические обеспечение горного произ-

- водства: Тр. Института горного дела им. Д.А. Кунаева. Т. 75. Алматы, 2008. С. 165–170.
7. *Демидюк Г.П.* Эффективность взрыва при проведении выработок / Г.П. Демидюк, В.Ф. Ведутин. М.: Недра, 1973. 152 с.
 8. *Сеинов Н.П.* Об эффективности применения активной забойки / Н.П. Сеинов, И.Ф. Жариков, Б.С. Валиев // Взрывное дело. № 71/28; М.: Недра, 1972.
 9. *Терентьев В.И.* Влияние инерции забойки на эффект взрыва / В.И. Терентьев, О.И. Алексеев // Горный журнал. 1949. № 10.
 10. Методическое руководство по составлению паспортов буровзрывных работ при проведении горных выработок с применением самоходного оборудования на рудниках цветной металлургии. Усть-Каменогорск, 1987. 96.