

УДК 622.274:622.235

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ВЗРЫВНОГО ВРУБА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОЙКИ ПРИ ОТРАБОТКЕ МАЛОМОЩНЫХ РУДНЫХ ТЕЛ

Кожогулов¹ К.Ч., Рустемов² С.Т., Жұмағали³ Н.А.

¹Институт машиноведения, автоматике и
геомеханики НАН КР, г. Бишкек;

²Каспийский общественный университет, г. Алматы;

³КазННТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

В статье приведены характеристики взрывных наклонных и прямых врубов. Выполнен анализ эффективности буровзрывных работ при отработке маломощных рудных тел. В результате установлено, что наиболее распространен прямой призматический вруб с компенсационными скважинами.

Ключевые слова: вруб, отбойка, эффективность, отработка, маломощное рудное тело, КИШ, БВР, тип, ВВ.

ИЧКЕ РУДА БОЮНЧА МАТЕРИАЛДАРДЫ КАЗУУДА СЫНУУНУН НАТЫЙЖАЛУУЛУГУН ЖОГОРУЛАТУУ ҮЧҮН ЖАРДЫРУУ КЕСИП АЛУУНУН ДИЗАЙНЫН ТАНДОО

Кожогулов¹ К.Ч., Рустемов² С.Т., Жумагали³ Н.А.

¹КР Улуттук Илимдер Академиясынын Машина куруу,
автоматташтыруу жана геомеханика институту, Бишкек;

²Каспий коомдук университети, Алматы;

³К.И. Сатпаев атындагы КазННТУ, Алматы

Бул макалада жантайыңкы жана түз жардыруу кесимдеринин мүнөздөмөлөрү келтирилген. Ичке руда боюнчаларын казууда бургулоо жана жардыруу иштеринин натыйжалуулугун талдоо жүргүзүлгөн.

Компенсациялык тешиктери бар түз призмалык кесим эң кеңири таралганы аныкталган. Негизги сөздөр: кесүү, сындыруу, натыйжалуулук, иштеп чыгуу, ичке руда боюунчасы, КИШ, БВР, түрү, жардыргыч заттар.

SELECTING A BLASTING CUT DESIGN TO INCREASE BREAKING EFFICIENCY IN MINING THIN ORE BODIES

Kozhogulov¹ K.Ch., Rustemov² S.T., Zhumagali³ N.A.

¹Institute of Mechanical Engineering, Automation, and Geomechanics, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,

²Caspian Public University, Almaty;

³KazNTU named after K.I. Satpayev, Almaty

This article presents the characteristics of inclined and straight blasting cuts. An analysis of the efficiency of drilling and blasting operations in mining thin ore bodies is conducted. It is found that a straight prismatic cut with compensation holes is the most common.

Keywords: cutting, breaking, efficiency, development, thin ore body, KISH, BVR, type, explosives.

Как известно, для обеспечения наиболее эффективных показателей при проходке подземных горных выработок в настоящее время уделяют взрывным работам. При этом особое внимание следует уделять правильному выбору схем врубовых шпуров, которые должны заранее планировать и формировать качество взрыва, так как формирование врубовой полости при проходке горных выработок является ответственным элементом взрывного разрушения пород

Чтобы получить высокий КИШ при буровзрывной технологии проведения выработок в забоях с одной открытой поверхностью, необходимо создать вторую открытую поверхность. Эту задачу призваны решать взрывные врубы [1,2,3].

Создание дополнительной обнажённой поверхности постепенно входил в практику ведения взрывных работ в течение многих десятилетий.

Расположение шпуров в забое, величина заходки и показатели взрыва во многом определяются типом вруба. Поэтому выбор конструкции взрывного вруба является весьма актуальной.

Врубы по характеру действия делятся на две группы:

- врубы с наклонными к оси выработки шпурами – наклонные врубы;
- врубы с параллельными к оси выработки шпурами – прямые врубы.

К врубам с наклонным расположением шпуровых зарядов ВВ относятся: боковой, веерный, клиновидный, пирамидальный. При этом заряды ВВ работают только на одну свободную поверхность – плоскость забоя. Отбойка породы производится в направлении плоскости забоя и отбитая горная порода выбрасывается взрывом этого же заряда в том же направлении. При этом эффективность взрыва определяется выбором угла наклона врубовых шпуров. К недостаткам можно отнести непостоянность их геометрических размеров, большой разброс разрушенной горной массы и вследствие этого, повреждения крепи выработок, а также ограничение величины подвигания забоя за взрыв из-за недостаточного КИШ.

Прямые врубы характеризуются наибольшей работоспособностью в крепких породах, являются простыми в исполнении и позволяют обеспечить высокий коэффициент использования шпура (КИШ). К прямым врубам относятся призматические, щелевые, спиральные врубы. Из всех известных конструкций прямые врубы характеризуются высокой работоспособностью, универсальностью применения, стабильными показателями и простотой ориентации в пространстве [4, 5]. Основные параметры прямых врубов принимаются в зависимости от конструкции вруба, крепости пород, диаметра компенсационной полости (шпура или скважины, их количества). Наиболее ответственными являются первый шпур или серия шпуров, взрывааемых на компенсационную полость.

На сегодняшний день из всех многочисленных типов врубов к наиболее прогрессивным относятся врубы, отбойка которых производится в направлении дополнительной обнаженной поверхности и, частично, в сторону плоскости забоя одними зарядами ВВ, а основной выброс разрушенной горной породы осуществляется другими зарядами ВВ. От других врубов они отличаются наличием дополнительных зарядов ВВ, которые не только производят отбойку породы, но и выбрасывают отбитую горную породу из врубовой полости. К этим врубам относят такие врубы, как ярусный вруб, вруб с запрессовкой устьев шпуров и вруб с донным зарядом выброса.

Эффективность вруба с запрессовкой устьев шпуров основывается на использовании взрывов дополнительных зарядов ВВ для создания полной запрессовки устьев шпуров и повышения за счет этого коэффициента использования энергии взрыва.

Особенность процессов формирования врубовых полости заключается в том, что устьевые части врубовых шпуров запрессовываются, но полностью не разрушаются, вследствие чего

формируемая врубовая полость сужается в устьевой части, которое расширяется после взрывов заряда ВВ отбойных шпуров.

Анализ эффективности буровзрывных работ при разработке маломощных рудных тел показывает, что не всегда достигаются достаточно хорошие результаты. При этом получается недостаточное значение коэффициента использования шпуров (КИШ), неудовлетворительное оконтуривание, низкие скорости и производительности труда проходки горных выработок [3,4].

С целью снижения влияния отмеченных недостатков на протяжении многих лет проводятся исследования по совершенствованию паспортов буровзрывных работ, их оптимизации [2,3,5]. Даны различные рекомендации, которые позволили повысить эффективность взрывных работ в конкретных горно-геологических условиях. Основная часть рекомендации посвящена совершенствованию параметров врубовых шпуров, так как это предопределяет и эффективность взрыва всего комплекта шпуровых зарядов ВВ в забое [5,6].

Для установления эффективных показателей взрывных работ при проходке подземных горных выработок нами выполнены исследования и анализ паспортов БВР применяемых в различных рудниках золоторудных месторождений Казахстана.

Основными задачами повышения эффективности современной техники и производительности труда на проходке выработок буровзрывным способом, наряду с увеличением глубины заходки, являются повышение КИШ, снижение развала породы и динамического воздействия взрывных работ на крепь выработок при удовлетворительном гранулометрическом составе горной массы.

Анализ паспортов БВР показал, что при проходке подземных горных выработок и одинаковом коэффициенте крепости пород, и меняющейся площади поперечного сечения выработки удельный расход ВВ колеблется в диапазоне от 0,95 до 3,0 кг/м³, а удельный расход бурения – 1,5 до 3,2 шп.м/м³. Длина шпуров также варьируется в зависимости от площади поперечного сечения выработки и составляет от 2,0 до 4,8 м. Коэффициент использования шпуров – 0,76.

В результате анализа паспортов БВР установлено, что при проведении капитальных и подготовительных горных выработок по крепким и среднее крепким породам ($f = 10 \div 16$) и более, принимается нескольких видов вруба: прямой с компенсационными скважинами; вертикально-клиновой; наклонный клиновой. Наиболее распространен прямой призматический вруб с компенсационными скважинами. Выявлено

что, с применением клиновых врубов во многих случаях получено заниженные значение коэффициента использования шпуров (КИШ), и поэтому предпочтение отдавался прямым врубам.

На основании результатов исследования и анализ паспортов БВР применяемых в различных рудниках золоторудных месторождениях оптимальное число компенсационных шпуров (скважин) можно определить по формуле предложенных авторами [4],

$$N_0 = \frac{0,5 \cdot l_0 - 0,2 \cdot d_0 \cdot l_0^2 + 1,3}{d_0 \cdot 0,087}, \text{ шт.} \quad (1)$$

где l_0 – длина холостого шпура, м; d_0 – диаметр холостого шпура, м.

Расстояние между холостыми шпурами вруба определяются по формуле,

$$h = d_0 + d - \frac{\pi \cdot d^2}{12 \cdot d_0}, \text{ м,} \quad (2)$$

где d – диаметр заряжаемого шпура, м.

Оптимальное расстояние между холостыми и заряжаемыми шпурами вруба рассчитывается как $(2 \div 3) \cdot d_0$.

Выводы: Проведённый анализ паспортов БВР при проведении капитальных и подготовительных горных выработок по крепким и среднее крепким породам ($f = 10 \div 16$) и более показал, что преобладающее число паспортов БВР предполагает использование прямых призматических врубов с компенсационными шпурами и скважинами. Использование такого типа вруба позволяет:

- достигать повышенное подвигание забоя за взрыв;
- обеспечить высокую интенсивность ведения горных работ без снижения качества БВР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Взрывные работы в горном деле и промышленности. – М.: Горная книга, 2008. -512с.
2. Мангуш С.К., Фисун А.П. Справочник по буровзрывным работам на подземных горных разработках. – М.:, 2003. -344с.
3. Масаев Ю.А., Мильбергер Н.В. Исследование эффективных схем врубовых шпуров //Материалы Международной научно-практической

- конференции «Взрывная технология. Эмпирика и теория. Достижения. Проблемы. Перспективы». 27-28 октября 2011г. Тула, 2011. – С.65-105.
4. Вохмин С.А., Курчин Г.С., Кирсанов А.К., Грибанова Д.А. Расчёт конструкции прямого призматического вруба // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17267> (дата обращения: 05.04.2026);
 5. Масаев Ю.А., Тимофеев Д.В. К исследованию эффективных схем врубовых шпуров //Вестник Кузбасского государственного технического университета №4, 2000. –С.99-105.
 6. Кабетенов Т., Юсупов Х. А., Рустемов С. Т. Егембердиев Р. И. Определение линий наименьшего сопротивления вспомогательных и отбойных шпуров при использовании секционных врубов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2015. - № 12. - ч. 5. - С. 794-799.