УДК 622.271:
679.855

Д.Р. Махмудов, Ю.Э. Петросов

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ УЗБЕКИСТАНА

Рассмотрена целесообразность перехода на взрывание высоких сдвоенных уступов с усиленными зарядами ВВ на нижних горизонтах глубоких рудных карьерах. Рекомендуется рациональная технология производства буровзрывных работ на нижних горизонтах глубоких рудных карьерах, которое позволит в вдвое сократить количество рабочих добычных уступов и увеличить угол наклона рабочего борта карьера «Кальмакыр».

Ключевые слова: карьер, уступ, ВВ, циклично-поточная технология, бурение, продукты взрыва, трещиноватость, дробление, сетка скважин.

Наиболее важной проблемой при разработке глубоких рудных карьеров Узбекистана является дальнейшее совершенствование технологии добычи и переработки полезных ископаемых на больших глубинах и размерах карьерного поля на поверхности, с целью рационального, комплексного и эффективного использования богатств недр.

С увеличением глубины карьеров возникает ряд проблем усложняющих разработку, в частности снижается трещиноватость и увеличивается крепость пород, что отражается на увеличении стоимости буровзрывных работ и дробильно-размалывающих циклах рудопереработки горной массы, увеличивается обводненность взрываемых пород и водоприток в карьерах, что соответственно увеличивает стоимость как водоотлива, так и буровзрывных работ с переходом на водоустойчивые ВВ, существенно увеличиваются затраты на транспорт добываемой горной массы, ограничиваются возможности в обеспечении требуемой производительности карьера из-за сокращения фронта работ. С увеличением глубины добычных забоев свыше 400–700 м для обеспечения проектной производительности карьеров на достигнутом уровне горнодобывающие предприятия Узбекистана перешли на циклично-поточную технологию, которая продолжала совершенствоваться по мере углубления добычных забоев.

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 5. С. 331–336.
© 2017. Д.Р. Махмудов, Ю.Э. Петросов.

Решение большинства проблем глубоких карьеров может быть найдено внедрением инновационной технологии взрывного дробления горных пород глубокими (30–50) скважинами большого диаметра (250–320 мм) при работе зарядов рыхления в замкнутом пространстве с удельным расходом взрывчатого вещества 2 кг и более на 1 м^3 разрыхляемой горной массы. Производство взрывов скважинных зарядов рыхления в зажатой среде с повышенным расходом ВВ на 1 м^3 разрыхляемой горной масса обеспечивает то качество рыхления, которое необходимо как для применения транспорта непрерывного действия (конвейерного), так и для значительного снижения затрат на механическое дробление и размалывание рудосодержащих пород в дофлотационной стадии рудоподготовки. Как показала практика наибольшие затраты при разработке этих месторождений приходятся на измельчение рудной массы скальных пород до дисперсного состояния [1].

Экономическая эффективность производства всего комплекса рудоподготовки, включая обогащение, а также отработку вскрышных пород, формируется по следующим показателям:

• увеличивается скорость бурения скважин до 20% за счет снижения перестановок оборудования, сокращения объема перебура и уменьшения объема бурения по разрушенному взрывом массиву;

• повышается коэффициент использования скважин при заполнении последних взрывчатым веществом с 0,5–0,6 до 0,8–0,9;

• за счет использования при взрывных работах дешевых водоэмульсионных безтротиловых, высоко энергоемких и бризантных взрывчатых веществ в сочетании с низкоэнергетическими волноводами, обеспечивающими гибкое управление схемами замедления при производстве взрывов зарядов рыхления;

• за счет эффективного использования энергии взрывчатого вещества путем взрывания основного заряда рыхления в искусственно созданной зажатой среде, исключающей выброс продуктов разложения ВВ в воздушное пространство и потери энергии на разбрасывание разрыхленной взрывом горной породы, при использовании схемы замедления, обеспечивающей работу зарядов на забой равного сопротивления кумулятивного действия с нарастанием напряженности массива с каждым последующим рядом взрываемых зарядов;

• транспортирование горной массы переводится на цикличнo-поточную и поточную технологию с использованием оборудования непрерывного действия;

• интенсивное дробление рудосодержащих пород месторождения при производстве взрывных работ значительно снижает затраты на механическое дробление и размалывание руды в шаровых мельницах, использующих при этом более дорогую энергию, чем энергия взрывчатых веществ;

• при рыхлении рудосодержащих пород месторождения в обводненных условиях с высоким (2 кг и более) удельным расходом взрывчатого вещества на дробление рудной залежи, значительный эффект дробления обеспечивает ударная волна, которая в неоднородной по плотности горной породе на эффекте пропорциональности скорости прохождения ударной волны плотности среды, по которой она проходит и с учетом: значительной мощности ее зарождения (q = 2 кг/м^3 и более); скорости детонации (c = 5000 м/с); малого радиуса действия (расстояние между зарядами скважин a = (0,5–0,7)$W_{н.р.}$) и достаточно высокой плотности заполнителя трещин в массиве (вода), способствующего снижению потерь энергии при прохождении ударной волны по трещиноватому массиву, рудная залежь получает дополнительное дробление или ослабление молекулярных или кристаллических связей, что способствует улучшению процесса обогащения, особенно при комплексном извлечении полезных компонентов месторождения.

При разработке месторождений открытым способом на больших глубинах, решение перечисленных проблем может быть найдено путем применения мобильных дробильно-перегрузочных пунктов в сочетании с межуступными перегружателями, оснащенными крутонаклонными конвейерами, использования погрузочно-транспортного оборудования большой производительности (самосвалы грузоподъемностью больше 180 т, экскаваторы с емкостью ковша >20 м^3), перевода главного транспортного потока на конвейерную линию, перехода на повышенную степень дробления горной массы с удельными расходами взрывчатых веществ на куб разрыхляемой взрывом скальной породы 1,2–1,5 кг в сухих скважинах и 1,3–1,7 кг в обводненных скважинах.

Дальнейшее увеличение удельных расходов ВВ по старой технологии приводило к значительному разбросу взрываемых пород и соответственно разубоживанию при взрывании рудных блоков, что ограничивало дальнейшую интенсификацию степени дробления горных пород буровзрывным способом.

Затраты на измельчение рудной массы скальных пород до дисперсного состояния традиционными способами весьма трудоемки и дорогостоящи, специалисты горнодобывающей отрас-

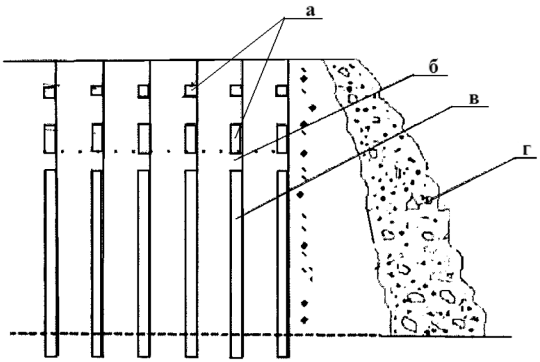

Рис. 1. Размещение зарядов ВВ в глубоких скважинах опытной серии на разрезе: заряды верхнего яруса – а; основной (нижний) заряд скважины – б; инертный промежуток между верхним и нижним зарядами – в; взорванная руда – г

ли Узбекистана в содружестве с учеными республики проанализировать все этапы рудопереработки полезных ископаемых от производства буровзрывных работ до металлургической доработки рудной массы, пришли к заключению, что наиболее эффективно вложение средств в процессе рудоподготовки происходит на этапе производства буровзрывных работ с получением максимальной степени дробления рудосодержащих пород месторождения [2].

Производство взрывов скважинных зарядов рыхления в зажатой среде с повышенным расходом ВВ обеспечивает то качество рыхления, которое необходимо как для применения транспорта

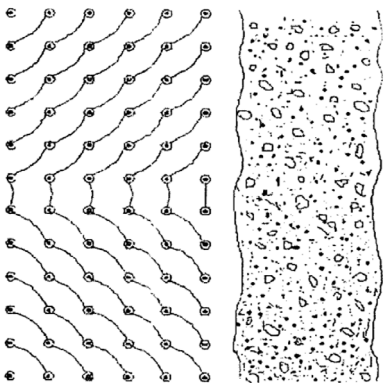

Рис. 2. Схема короткозамедленного взрывания зарядов в скважинах опытной серии

непрерывного действия, так и для значительного снижения затрат на механическое дробление и размалывание рудосодержащих пород в дофлотационной стадии рудоподготовки. Технологии взрывного дробления горных пород глубокими (30–50 м) скважинами большого диаметра (250–320 мм) при работе зарядов рыхления в замкнутом пространстве с удельным расходом ВВ 1,7 кг и более на 1 м^3 разрыхляемой горной массы приведена на (рис. 1, 2).

Предлагаемый способ рыхления горных пород включает бурение скважин рыхления с перебуром величиной 0,3–0,5 расстояния между рядами скважин на взрываемом уступе с расположением их параллельными рядами, поинтервальное заряжание ВВ и порядное коротко замедленное взрывание. Бурение скважин осуществляется на глубину 2–3 кратной высоты рабочего уступа.

Поинтервальное заряжание скважин осуществляется с разделением заряда скважины на верхний и основной нижний заряды с инертным промежутком между ними.

Перед взрыванием забуренный блок заводняется и в верхней части блока создается горизонтальный экран путем предварительного опережающего взрывания путем верхних устьевых зарядов скважин рыхления. Затем с замедлением порядно с трапециедально-диагональной схеме на неподбранный забой с коротким замедлением взрываются основные нижние заряды скважины рыхления взрываемого блока.

Производство взрывов скважинных зарядов рыхления с повышенным расходом ВВ на 1 м^3 в зажатой среде обеспечивает то качество рыхления, которое необходимо как для применения транспорта непрерывного действия, так и для значительного снижения затрат на механические дробление и размалывание рудосодержащих пород в стадии дофлотационной рудоподготовки.

Переход на рекомендуемую технологическую схему буровзрывных работ приведет к повышению коэффициента полезного использования энергии взрыва, способствует уменьшению зоны переизмельчения и, как следствие, снижение высоты пылегазового облака, т.е. количества выбрасываемой пыли. Высота подъема пылегазового облака зафиксирована в 1,2 раза меньше по сравнению с методом взрывания 10–15-метровыми уступами, позволяет сократить затраты на весь комплекс БВР в целом.

Рекомендуемая технология производства буровзрывных работ на нижних горизонтах глубоких рудных карьерах позволит в вдвое сократить количество рабочих добычных уступов, создать необходимый фронт добычных работ глубинной части, за счет

сокращения вдвое рабочих площадок позволит увеличить на 6–8° угол наклона рабочего борта в условиях карьера «Кальмакыр», что позволить значительно сократить объемы вскрышных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рахимов В. Р.*, *Петросов Ю. Э.*, *Мухаммедов И. М.* Выбор эффективных параметров интенсивного дробления руд в процессах рудопереработки на полиметаллических месторождениях / Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения интеграции науки, образования и производства». – Ташкент, 2008.
2. *Петросов Ю. Э.*, *Махмудов Д. Р.*, *Уринов Ш. Р.* Физическая сущность дробления горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ // *Горный вестник Узбекистана*. – 2016. – № 4. – С. 98–100. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Махмудов Дилмурод Рахматжонович[1] – зав. кафедрой,
e-mail: dmahmudov@yandex.ru,
Петросов Юрий Эдуардович[1] – доцент, e-mail: yupetrosov1949@yandex.ru,
[1] Ташкентский государственный технический университет
им. А.Р. Беруни, Узбекистан.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 5, pp. 331–336.

UDC 622.271: 679.855

D.R. Makhmudov, Yu.E. Petrosov

DRILLING-AND-BLASTING TECHNOLOGY IN OPEN PIT MINES IN UZBEKISTAN

In focus is the expedience of transition to blasting of high twin benches on lower levels in deep open pit mines using supercharges of explosives. The recommended technology of drilling and blasting on lower levels of deep open pit mines will enable halving the workers on production benches and increasing the inclination angle of the highwall in Kalmakyr open pit mine.

Key words: open pit mine, bench, explosive, cyclical-and-continuous method, drilling, explosion production, fracturing, crushing, borehole pattern.

AUTHORS

Makhmudov D.R.[1], Head of Chair, e-mail: dmahmudov@yandex.ru,
Petrosov Yu.E.[1], Assistant Professor, e-mail: yupetrosov1949@yandex.ru,
[1] Tashkent State Technical University named after A.R.Beruni,
100095, Tashkent, Uzbekistan.

REFERENCES

1. Rakhimov V. R., Petrosov Yu. E., Mukhammedov I. M. *Sbornik nauchnykh statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy obespecheniya integratsii nauki, obrazovaniya i proizvodstva»* (Collection of scientific articles of International scientific-practical conference «Actual problems of ensuring the integration of science, education and production»), Tashkent, 2008.
2. Petrosov Yu. E., Makhmudov D. R., Urinov Sh. R. *Gornyy vestnik Uzbekistana*. 2016, no 4, pp. 98–100.