



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2013, Том 4, № 4, С. 1423 – 1429

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
<http://ejournal.khstu.ru/>
ejournal@khstu.ru

УДК 622.235

© 2013 г. А. В. Лещинский,
Е. Б. Шевкун

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПЕРЕХОДА К КОНВЕЙЕРНОМУ ТРАНСПОРТУ В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ

Для создания поточной технологии выемки горных пород на карьерах, требуется рассредоточение воздушными промежутками зарядов в комбинации с невылетающими до разрушения массива укороченными забойками, на взрываемом блоке должно устанавливаться укрытие в виде мата, связанного из отдельных упругих элементов, например, изношенных автомобильных шин, а доизмельчение крупных кусков породы – в самоходном дробильном агрегате с укороченной щековой дробилкой. Все элементы технологии (кроме дробилки) испытаны в производственных условиях, показали надежную работу.

Ключевые слова: конвейерный транспорт, глубокие карьеры, укороченные забойки, взрывные работы

A. V. Leschinsky, E. B. Shevkun

SOLUTIONS TO THE PROBLEMS OF TRANSITION TO A CONVEYOR TRANSPORT IN DEEP PITS

To create a flow technology dredging of rocks in the quarries, required dispersion of air intervals charges in combination with not flying out before the destruction of the array shortened tampings, blasted unit must be installed shelter in the form of the mat, the recommended from individual elastic elements, for example, worn-out automobile tires, and regrinding rocks - in self-propelled crushing unit with shorter jaw crusher. All members of those-technology (except crusher) tested in production conditions showed reliable operation.

Keywords: conveyor transport, deep pits, shortened tampings, blasting operations

Современное состояние горных работ в мире показывает тенденцию к росту глубины карьеров и связанных с этим проблем карьерного транспорта, в частности, увеличение загазованности карьеров (вплоть до остановки работ на значительный период времени) и рост затрат на вывозку горной массы автотранспортом. Переход на технологичный и экологичный конвейерный транспорт сдерживается проблемами, возникающими при введении конвейеров в забой, где ведется взрывное рыхление скальных горных пород.

Нами предложена технология аккуратного качественного дробления скальных горных пород, позволяющая оставлять конвейер в забое на время взрывных работ. Аккуратное взрывание выполняется под газопроницаемым трансформируемым укрытием, а качественное дробление до размеров куска, приемлемого для конвейерного транспорта – специальной конструкцией заряда ВВ.

Ближайшие десятилетия не только в России, но и в мире в целом будут характеризоваться существенным всплеском добычи твердых полезных ископаемых. Российская территория, богатая полезными ресурсами, будет превращаться в мировой полигон горного дела, а Восточная Сибирь и Дальний Восток в XXI в. будут основной горной провинцией мира [5].

Интенсификация горных работ на карьерах ведет к увеличению их глубины. С увеличением глубины карьеров усложняется вскрытие нижележащих горизонтов и возрастают объемы вскрышных работ, увеличивается число транспортных горизонтов и возрастает длина автомобильных и железных дорог. Ухудшаются технико-экономические показатели работы, в основном за счет снижения производительности основного горнотранспортного оборудования [8], поскольку расходы на перемещение горной массы в общей себестоимости добычи полезных ископаемых достигают 70 %, при этом производительность карьера и темп углубления горных работ снижаются.

Анализ современного состояния разработки месторождений открытым способом в станах СНГ убедительно свидетельствует о резком увеличении глубины действующих карьеров. В течение последних 35...40 лет карьеры большинства горно-обогатительных комбинатов (ГОКов) интенсивно развивались вширь и вглубь, сохранение этой тенденции уже в ближайшие годы приведет к тому, что эксплуатационная глубина карьеров будет приближаться к отметке 800 м и даже превышать ее.

Отработка карьеров ниже отметок 300 м с помощью автотранспорта представляет собой сложную техническую и экономическую проблему. Расчеты показывают, что при увеличении глубины карьера до 600 м расстояние перевозок по спиральному съезду с уклоном 8 °/о увеличивается до 9-10 км, себестоимость перевозки 1 м³ горной массы возрастает в 3 раза, удельный расход дизельного топлива - в 2 раза, производительность автосамосвалов снижается в 3,3 раза, а производительность труда транспортных рабочих - в 3,2 раза [9]. В настоящее время на крупных карьерах до 40 % горной массы перевозится по схемам комбинированного транспорта, что требует использования дополнительных погрузочных и транспортных средств, поскольку эти объемы дважды грузятся в транспортные средства, а также вынуждает занимать под внутрикарьерные перегрузочные склады значительные площади, требующие или дополнительного разноса бортов или консервации части запасов. В этих условиях необходим перевод технологических схем добычи на циклично-поточную технологию (ЦПТ) применением конвейерного транспорта от забоя до поверхности, что позволяет коренным образом изменить облик современного горного предприятия.

Поточность, низкая стоимость и малая трудоемкость ленточных конвейеров несомненно делают их наиболее перспективным видом транспорта в глубоких карьерах при большой мощности и сравнительно простой конфигурации месторождений полез-

ных ископаемых после рационального решения отмеченных выше принципиальных вопросов. По данным специалистов [4], преимущества конвейерного транспорта перед вывозкой автосамосвалами выражается в следующем. Автосамосвал тратит 60 % дизтоплива на перемещение самого себя и лишь 40 % - на доставку полезного груза. Для ленточного конвейера соотношение по энергии – 20 к 80 % в пользу транспортируемого груза. Для подъема 100 т груза на высоту 10 м автосамосвал затрачивает 2 л топлива при цене 0,3 долл. США за литр, а конвейер – 3 кВт·ч электроэнергии по цене 0,05 долл. за 1 кВт·ч. Таким образом, конвейер в 4 раза эффективнее автотранспорта. На горизонтальных участках автосамосвал на 1 км при доставке 100 т полезного груза тратит 8 л топлива, а конвейер – 12 кВт·ч электроэнергии, что подтверждает вышеприведенное соотношение. Капиталовложения в автотранспорт в общем случае меньше, чем в конвейерный транспорт, однако более высокие текущие расходы на эксплуатацию автосамосвалов уравнивают шансы в течение 4..5 лет. При глубине карьера 200 м и более капиталовложения примерно одинаковые, и преимущества конвейеров весьма очевидны.

Следовательно, если применить способы отбойки, гарантирующие качественное дробление горных пород с максимальным размером куска горной массы не более 400 мм, можно полностью заменить автомобильный транспорт конвейерным, вплоть до выемочных забоев.

Качественное дробление и компактный развал горной массы позволяют осуществить ее погрузку в забой прямо на конвейер и полностью вывести из карьера технологический автотранспорт. При этом существенно повышаются технико-экономические показатели работы карьерного транспорта, кардинально меняется экологическая ситуация в карьере по загазованности (простой карьера по загазованности достигают 1200-1700 часов в год [9]) и дополнительно уменьшается ширина рабочей площадки, с соответствующим увеличением угла откоса рабочего борта карьера.

Однако, введение конвейерного транспорта в забой требует изменения технологии взрывного рыхления скальных горных пород – она должна обеспечить безразлетное качественное дробление, что позволит вести взрывные работы без уборки конвейера на время взрыва.

Наиболее распространенным способом снижения дальности разлета кусков горной породы при взрывном дроблении является установка над взрываваемой поверхностью специальных укрытий различных конструкций [10].

Сложность организации взрывных работ с применением сплошных укрытий, особенно на наклонных поверхностях откосов уступов, а также высокая их стоимость предопределили необходимость поиска других путей защиты от разлета кусков. Поэтому нами предложен иной путь – укрывать на взрываемых объектах все плоскости, с которых возможен разлет кусков взорванной горной массы (поверхность уступа, его торец и откос) специальными самоходными установками или гибкими матами, связанными из тяжелых якорных цепей или отдельных упругих элементов, например, автомобильных шин [6].

В основу технологии взрывания под укрытием с использованием самоходных установок положен новый способ разрушения крепких горных пород послойным (сверху вниз) взрыванием горизонтальных скважинных зарядов уменьшенного диаметра (50-105 мм) с предварительным щелеобразованием по контуру взрываемого объема под щитом с демпфирующими элементами (рис. 1).

Самоходная установка оборудуется устройством для поглощения пылегазовых выбросов, имеет вертикальную и горизонтальную рамы с демпфирующими элементами, позволяющими поглощать энергию взрыва существенно меньшей массой, чем при обычных жестких укрытиях. Полигонные исследования показали, что демпфирующие эле-

менты мобильного укрытия, поглощающие основную часть энергии взрыва скважин первого слоя, могут быть выполнены в виде мягких емкостей с жидкостью или газом, матов из якорных цепей, изношенных автомобильных шин или их различных комбинаций. Причем массу горизонтальной рамы можно существенно изменять уже после установки на укрываемый объект. Численные исследования процессов взаимодействия взорванной горной массы и демпфирующих элементов укрытия показали, что демпфирующими элементами может быть поглощено до 90 % энергии взрывного импульса, воздействующей на укрытие при взрывании верхнего слоя горных пород. При массе каждого заряда верхнего слоя в 7-15 кг демпфирующим щитом с массой горизонтальной рамы в 16-35 т исключается разлет горной массы верхнего взрываемого слоя объемом 150-300 м³ [10]. При взрывании нижележащих слоев уже взорванный верхний слой является пригрузкой, исключаяющей разброс их горной массы, поскольку даже при плотности горных пород в 2 т/м³ его масса составит 300-600 т. Раздробленный слой горных пород в 8-9 раз снижает энергию проходящего через него взрывного импульса, поэтому горизонтальная рама укрытия работает в качестве демпфера только при взрывании верхнего слоя пород, что позволяет уменьшить ее массу и высоту подброса до приемлемых величин.

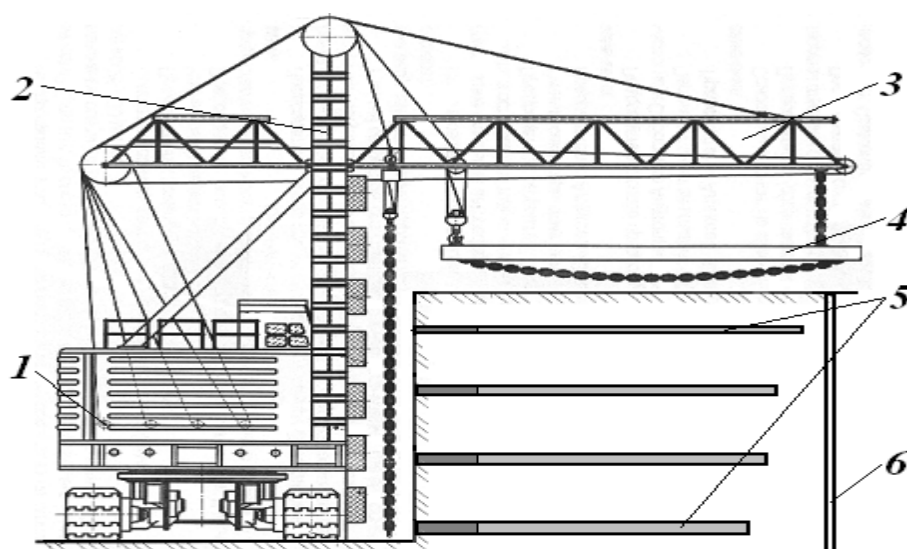


Рис. 1. Схема технологии с локализацией мобильной установкой объема горных пород, взрывааемого горизонтальными скважинными зарядами: 1 – ходовое оборудование с силовой установкой; 2 – башня; 3 – стрела; 4 - демпфирующий щит; 5 - взрывные скважины; 6 - контурная щель

Предлагаемая технология предусматривает использование самоходных буровых и зарядных агрегатов, широко применяемых в настоящее время как на подземных работах при проходке горизонтальных выработок, так и на карьерах. Возможна разработка самоходного агрегата, объединяющего все операции по бурению, зарядке и укрытию взрываемого участка массива. Такая технология целесообразна, по нашему мнению, на глубоких карьерах, разрабатывающих алмазные трубки, где борта карьера постоянно поддерживаются в предельном положении контурным взрыванием, параметры уступов постоянны и под них легко подстроить параметры мобильного укрытия. Кроме того, такая установка незаменима при реконструкции этих карьеров. Все элементы технологии защищены патентами Российской Федерации.

В Тихоокеанском государственном университете предложен еще один вариант разработки глубоких карьеров с поточной технологией транспорта, позволяющий ре-

шить следующие задачи:

- ликвидировать подготовительно-восстановительные операции при массовых взрывах применением специальных укрытий для локализации взрыва;
- минимизировать размер кусков взорванной породы увеличением времени действия взрыва на массив рассредоточением заряда ВВ воздушным промежутком в комбинации с невывлетающей до разрушения массива короткой забойкой;
- доизмельчать неизбежно остающиеся крупные куски породы до размеров, определяемых возможностями ленточных конвейеров, применением самоходного дробильного агрегата с дробилкой специальной конструкции.

Способ поточной отработки скальных горных пород осуществляют по схеме, представленной на рис 2.

Вначале на уступе создают достаточный запас взорванной горной массы, обеспечивающий непрерывную работу выемочного оборудования на период времени, обеспечивающий выполнение работ по обурированию и взрыванию последующих двух блоков. Затем разрабатываемая часть уступа делится на три эксплуатационных блока: блок обурирования 3, блок подготовки к взрыву 2 и блок выемки 1.

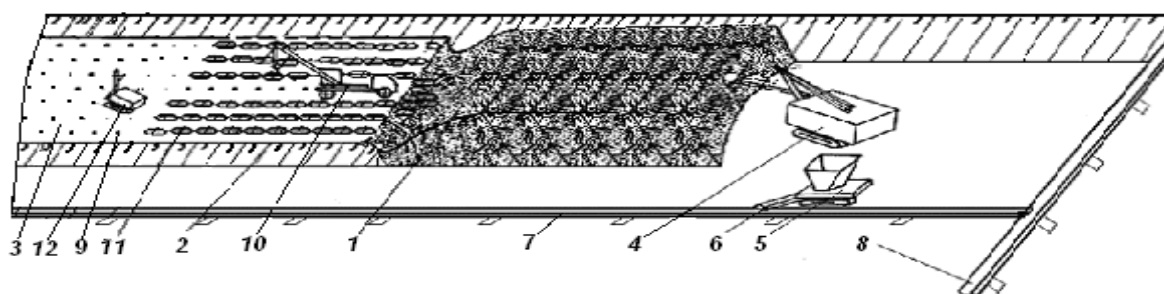


Рис. 2. Технологическая схема выемки горных пород в глубоких карьерах

Блок 3 обурируют по принятой сетке взрывными скважинами 9, начиная работу бурового станка 12 с противоположной от блока подготовки к взрыву стороны. Это необходимо для того, чтобы взрывные скважины не были повреждены при взрыве блока 2, кроме того, буровой станок будет расположен за пределами запретной зоны. Количество буровых станков определяется производительностью экскаватора – блок 3 должен быть обурирован за время, в течение которого экскаватор на блоке 1 продвинется при выемке на длину блока обурирования. После взрыва добуривают запретную 30-ти метровую зону.

Для решения первой задачи – ликвидации подготовительно-восстановительных работ – после зарядки скважин на блоке 2 самоходным краном 10 укладывается укрытие из упругих элементов (например, автомобильных шин) 11. Предлагаемое укрытие [7] обладает значительными достоинствами по сравнению с известными: после взрыва все упругие элементы находятся на горизонте, на закапываясь в горную массу, стоимость укрытия низка при высокой долговечности, т.к. одна шина выдерживает несколько сотен взрывов.

Упругие элементы снимают прямо с поверхности ранее взорванной горной массы (рис. 3), либо берут из накопительного объема, куда их помещают при предварительной уборке с ранее взорванного блока. Размещают упругие элементы в направлении от блока 1 (см. рис. 2) к блоку 3, с постепенным перемещением грузоподъемной техники по свободному пространству блока 2. После размещения упругих элементов по всей укрываемой поверхности блока 2 их связывают в единое укрытие гибкими связями, выполненными из цепей, канатов, проволоки-катанки и т. п.

Можно разместить под матом из упругих элементов сетку, тогда вероятность

разлета даже мелких кусков будет полностью исключена. Это позволяет на время взрыва не убирать технику из карьера, оставляя ее на безопасном тридцатиметровом расстоянии от взрываемого блока. Для обеспечения полной безопасности взрывы можно производить в разрыв между сменами или в обеденное время, когда рабочие уходят из карьера. Подготовительно-восстановительные работы в данном случае будут заключаться лишь в планировке части блока обустройства, контактирующей с взорванным блоком.

Известно, что скважинные заряды, рассредоточенные воздушными промежутками, дают возможность значительно повысить полезную работу взрыва за счет уменьшения доли энергии на переизмельчение породы вокруг скважины бризантным действием ВВ. При этом достигается более равномерное и мелкое дробление скальных горных пород; размер среднего куска уменьшается в 1,5...2,0 раза, выход негабарита снижается от двух до десяти раз, а в некоторых случаях полностью исключается. Поэтому нами предложен ряд конструктивных решений по рассредоточению скважинных зарядов пенополистиролом, пенопластом, газовыми промежутками [6].



Рис. 3. Укрытие в виде мата из автомобильных шин: *а* - укладка шин автокраном; *б* - общий вид укрытия.

Другим условием, обеспечивающим хорошее дробление породы, является применение укороченной забойки [1]. При этом конструкция забойки, расположенной вблизи устья скважины, над воздушным промежутком, должна обеспечивать полное противодействие ее выбросу действием взрыва до момента разрушения массива.

Этим условиям не отвечают засыпные забойки, длина которых велика. Большинство отечественных и зарубежных ученых считает, что оптимальное соотношение длины засыпной забойки и диаметра скважины составляет от 14 в трудновзрываемых породах и до 28 в легковзрываемых, в зависимости от свойств ВВ и породы, а также направления инициирования скважинного заряда. Нашими наблюдениями установлено – если засыпные забойки длиной 28 диаметров заряда удерживают продукты детонации достаточно длительное время, то такие забойки длиной 14 диаметров выбрасываются из скважины уже в течение первых 40-80 мс. Таким образом, требуется такая забойка, которая имела бы малую длину, располагалась у устья скважины, и надежно запирала скважину до момента разрушения массива. Конструкции таких забоек были разработаны и испытаны в ТОГУ. Это целый ряд комбинированных распорно-засыпных забоек, часть длины которых занята засыпным материалом, а часть – распорными элементами или бетоном. При длине 10-14 диаметров они удерживают продукты детонации в скважине в течение 120-160 мс, существенно увеличивая долю энергии взрыва на дробление горных пород [2].

Третья задача - доизмельчение неизбежно остающиеся крупных кусков породы до размеров, определяемых возможностями ленточных конвейеров, решается примене-

нием самоходного дробильного агрегата с дробилкой специальной конструкции.

На блоке выемки экскаватор 4 (см. рисунок 2) выгружает горную массу в приемный бункер самоходной щековой дробилки 5 со ступенчатой камерой дробления [11]. На вибрационном грохоте приемного бункера порода предварительно сортируется на две фракции: куски породы размером до 400 мм отправляются на конвейер 6 под дробилку, более крупные куски измельчаются в дробилке и подаются на тот же конвейер, с которого горная масса поступает на забойный конвейер 7, а с него – на сборочный конвейер 8.

Таким образом, для создания поточной технологии выемки горных пород на карьерах, требуется рассредоточение воздушными промежутками зарядов в комбинации с невывлетающими до разрушения массива укороченными забойками, на взрываемом блоке должно устанавливаться укрытие в виде мата, связанного из отдельных упругих элементов, например, изношенных автомобильных шин, а доизмельчение крупных кусков породы – в самоходном дробильном агрегате с укороченной щековой дробилкой. Все элементы технологии (кроме дробилки) испытаны в производственных условиях, показали надежную работу. Технология в целом и все ее элементы защищены патентами Российской Федерации.

Список литературы

- [1] Демидюк Г.П., Росси В.Д., Андрианов Н.Ф., Усачев В.А. Влияние забойки на степень дробления горных пород взрывом. - Сб. Взрывное дело № 53/10. М.: Недра, 1963. – С. 96-105.
- [2] Лещинский А.В., Шевкун Е.Б.. Забойка взрывных скважин на карьерах. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. – 230 с.
- [3] Лещинский А.В. Поточная технология выемки горных пород в глубоких карьерах. - Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. - № 7. – С. 309-316.
- [4] Ляхов В.П. Александров В.А., Мельников Н.Н. и др. Развитие циклично-поточных технологий добычных и вскрышных работ. - Горный журнал. – 2002. – Специальный выпуск.- С. 21-26.
- [5] Пучков Л. А. Техника и технология взрывных работ в современных условиях. Основные проблемы и причины их возникновения, направления совершенствования. - О состоянии взрывного дела в Российской Федерации. Основные проблемы и пути их решения: Материалы Всероссийской конференции. – М.: МГГУ, 2002. – С. 18–23.
- [6] Лещинский А.В., Шевкун Е.Б.. Рассредоточение скважинных зарядов. - Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009. – 154 с.
- [7] Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Шевкун Т.И. Способ взрывания уступов под укрытием: Пат.2265796 Российская Федерация, МПК⁷F42D 5/00. / - №2004117303/03; заявл. 07.06.2004; опубл. 10.12.2005. Бюл. № 34., – 5 с.
- [8] Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 231 с.
- [9] Луцишин С.В., Рассудов А.В., Дерешеватый А.В., Файнблит М.А. Технологические схемы ведения горных работ на кимберлитовых карьерах. - Горный журнал.- 1994.- № 12.- С. 14-18.
- [10] Шевкун Е.Б. Взрывные работы под укрытием. – Хабаровск: Изд-во Хабар.гос. техн. ун-та, 2004. – 202 с.
- [11] Лещинский А.В., Секисов Г.В., Шевкун Е.Б., Эунап Р.А. Щековая дробилка: Пат.2272671 Российская Федерация, МПК В 02С 1/04. / - №2004114056/03; заявл. 06.05.2004; опубл. 27.03.2006. Бюл. № 9., – 3 с.

E-mail: lesch@sdm.khstu.ru