

ЛЫСИКОВ Б.А., РЕЗНИК А.В., ДУБИНИН А.В. (ДонНТУ)

БЕЗВЗРЫВНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ГИДРОМОЛОТАМИ

Создание гидравлических механизмов с большой мощностью ударных импульсов позволяет создавать на объектах подземного строительства альтернативу буровзрывной технологии, связанной с образованием трещин в законтурном массиве и сейсмическим воздействием на близ расположенные сооружения на поверхности

В 60-х годах была изобретена конструкция гидравлического ударного механизма /1/, на основе которого разработан новый класс машин многоцелевого назначения – гидравлические молоты. Большой спрос на такие механизмы убедительно подтвердил перспективность выбранного направления механизации наиболее трудоемких и энергоемких процессов по разрушению как конструкций из бетона и железобетона, так и горных пород в особо сложных горно-геологических условиях, где взрывные работы нежелательно или невозможно использовать /2/.

В настоящее время в мировой практике (в 70 странах мира) при строительстве тоннелей используется широкий спектр гидравлического ударного оборудования – от ручных гидравлических отбойных молотков массой от 11 до 25 кг до навесных гидромолотов массой от 75 до 6700 кг и энергией единичного удара от 190 до 15000 Дж.

Созданные гидравлические механизмы с большой мощностью ударных импульсов стали создавать на объектах подземного строительства серьезную альтернативу буровзрывной технологии разрушения, сопровождаемой образованием трещин в законтурном массиве и сейсмическим воздействием на близ расположенные сооружения на поверхности.

Во многих странах мира мощные гидромолоты стали применять для безвзрывной проходки выработок в массивах горных пород различной прочности.

Гидромолоты успешно использовались при проходке тоннеля на новой сицилийской автостраде № 20, соединяющей Мессину и столицу Сицилии Палермо, а также при проходке линий метрополитена в городе Катанья /3/.

На участке автодороги № 20 необходимо было пройти два параллельных тоннеля стандартным сечением 96 м² в проходке и протяженностью 1400 м каждый. Породы в забое тоннелей представляли слоистый массив кварцевого песчаника и черно-серого сланца.

Первоначально проект был ориентирован на сквозную проходку буровзрывным способом. Так как тоннель сооружался двумя участками (встречными забоями), то строительный консорциум проходку второго участка решил производить двумя гидромолотами типа НМ 950, навешенными на гидравлические экскаваторы Cat 225. Комплекс «экскаватор + гидромолот» использовался круглосуточно в три смены пять дней в неделю, обеспечивая проходку 3,5-4 м тоннеля в сутки. Технологическая производительность гидромолота составляла 16 м³/ч или 128 м³/смену.

Разрушенная порода грузилась погрузчиком в автосамосвалы без остановки работы гидромолота, т.к. такой организации работ позволяло большое сечение тоннеля.

После проходки верхней части сечения на глубину необходимую для установки временной металлической арочной крепи, экскаватор с навешенным гидромолотом перемещался на разрушение массива в нижней (уступной) части сечения тоннеля.

Металлическая арочная крепь устанавливалась с шагом 1 м. Затяжка между арками производилась металлической сеткой, поверх которой наносился слой набрызгбетона. Монолитная постоянная железобетонная крепь сооружалась после проходки уступной части тоннеля.

Проходка первого участка тоннеля осуществлялась буровзрывными работами с использованием двух буровых установок, каждая из которых имеет на манипуляторах по три буровые машины. В забое площадью 96 м² бурили 80 шпуров глубиной 4 м, что обеспечивало подвигание забоя за цикл (сутки) на 3-4 м. После взрыва до момента установки временной крепи проходило достаточно много времени необходимого для проветривания выработки, погрузки отбитой взрывом породы, закрепление кровли металлической сеткой и нанесения набрызгбетона. За это время в законтурном массиве развиваются нежелательные деформации, ослабляющие естественную несущую способность массива. Кроме образования трещин в законтурном массиве сечение тоннеля в проходке обычно получается с некоторым перебором проектного значения, что приводит к перерасходу бетона.

Экономическая целесообразность безвзрывной проходки тоннеля гидромолотами оценивалась по соотношению затрат на приобретение используемых комплектов оборудования и расходуемых материалов.

Стоимость двух буровых установок, каждая из которых имеет на манипуляторах по три бурильных машины – стоит 531 тыс. долл. США, тогда как экскаватор Cat-225 и гидромолот НМ 950 вместе стоят только 187 тыс. долл. США /3/. Значит можно купить два экскаватора, на каждый навесить гидромолот и это составит всего 70% расходов на буровые установки.

При буровзрывном способе проходки за цикл отбивается от забоя около 400 м³ породы. Удельный расход ВВ – 2 кг/м³, цена взрывчатого вещества – 3,25\$/кг. Следовательно, расходы только на взрывчатку для одной отпалки составит 2600\$. Каждый из 80 шпуров требует детонатор, стоимость которого 1,37\$, т.е. общая сумма затрат на детонаторы 110\$. Доставка взрывчатого вещества к месту работы обходилась фирме примерно 94\$. Поэтому стоимость одной серии взрывов, т.е. подвигание забоя за цикл (сутки) на 3-4 м составляет (в долл. США):

80 кг ВВ	-	2600
80 детонаторов	-	110
<u>расход на доставку</u>	-	<u>94</u>
ИТОГО	-	2804\$

Таким образом удельные затраты только на ВВ при взрывной отбойке составляют 7,3 \$/м³.

При использовании на буровзрывной проходке гидромолота строительная фирма не несет этих ежедневных расходов. Разрушение массива гидро-молотом не требует затрат сопоставимых с высокой стоимостью взрывных работ.

Число людей в бригадах, сравниваемых вариантов, было принято одинаковым. Погрузка и транспортировка разрушенной породы, установка металлической арочной крепи (хотя осуществляется на разных стадиях процессов) требуют одинакового количества времени и трудовых затрат для сравниваемых технологий.

Специалистами строительной фирмы было принято положение, что текущие затраты на эксплуатацию буровых установок и комплекса «экскаватор + гидромолот» можно принять в процентах от расходов. Поскольку начальная стоимость буровой установки выше, текущие расходы при безвзрывной технологии проходки можно считать на 30% ниже.

Таким образом, практический опыт проходки тоннеля в породах средней крепости показал, что при равной скорости проходки безвзрывная технология с использованием гидромолота обеспечивает конечную себестоимость работ на 30% ниже по сравнению с буровзрывным методом.

Кроме того, преимущества использования гидромолота по сравнению с буровзрывным способом разрушения массива состоит в том, что сечение тоннеля может быть оформлено более аккуратно, с меньшим перебором, что дает существенную экономию бетона при сооружении постоянной крепи и снижение ее стоимости.

Примером убедительного использования гидромолотов является сооружение подземным способом линии метрополитена не глубокого заложения (8-10 м) в г. Катанья (Сицилия) в трещиноватых породах базальтовой лавы.

На проходке использовался гидромолот НМ-2200, установленный на экскаваторе Cat-235. Работа молота дала удовлетворительный результат в сочетании с предварительными взрывными работами.

Из-за небольшой глубины заложения тоннеля допустимое количество ВВ составляло 150 г на шпур, что недостаточно для разрушения породы до нужных габаритов. Заряды только предварительно дробили базальтовую лаву, облегчая последующую работу гидромолота и увеличивая его производительность, которая составила 9,4 м³/ч или 75,2 м³/смену, обеспечив продвижение забоя на 10 м в неделю при двух рабочих сменах в сутки по 8 часов.

Пройденный тоннель крепился временной металлической арочной крепью с шагом 1 м. Межрамное пространство – торкретировалось. После оформления тоннеля на полное сечение монтировалась опалубка, и возводили монолитную постоянную железобетонную крепь. Имеются данные о применении гидроударника при проходке двух тоннелей длиной 206 и 233 м и сечением 66 и 76 м² в гранодиоритах с прочностью на сжатие 100-200 МПа на объектах в префектуре Хёго (Япония) /4/. Проходку вели с предварительным образованием щели по контуру выработки. Оконтуренный массив породы разрабатывали навесными гидроударниками массой 2,9 т. Средняя скорость проходки тоннелей составляла 20 м/мес.

Приведенные выше примеры использования гидромолотов для без-взрывной проходки тоннелей убедительно показывают, что данная технология имеет свою область применения, где она наиболее эффективна: в породах средней прочности, т.е. в интервале между щитовым и буровзрывным способами проходки. В массивах крепких скальных пород эффективна технология безвзрывной проходки гидромолотами в сочетании с предварительным дроблением массива зарядами ВВ.

В крепких породах даже при создании щели по контуру выработки, но без предварительного дробления массива зарядами ВВ, целесообразность применения гидромолотов для разрушения породы – сомнительна.

Библиографический список

1. **Сборник** информации по исследованию эффективности применения и перспективам развития горнопроходческого оборудования в подземном строительстве. – М.: ТИМР, 1989. – 214 с.
2. **Зборщик М.П., Лысиков Б.А.** Безвзрывной и экологически чистый способ проведения выработок по выбросоопасным породам // Уголь Украины. 2000. - № 5. – с. 15-17.
3. **Макаров А.Б., Романов А.Н.** Безвзрывная проходка горных выработок гидромолотами КР И РР // Подземное пространство мира. 1996. - № 1-2. – с. 51-53.
4. **Исследование** эффективности применения и перспективы развития горнопроходческого оборудования в подземном строительстве. – М.: ТИМР, 1990. – 244 с.

© Лысиков Б.А., Резник А.В., Дубинин А.В. 2004

УДК 504:553.499(477.6)

ПАНОВ Б.С., САХНО С.В., ДонНТУ

ПРО ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ У ЗВ'ЯЗКУ З РТУТОНОСНІСТЮ ВУГІЛЛЯ ДОНБАСУ

Ртуть є елементом-токсикантом, який негативно впливає на організм людини. Узагальнення наявних даних показують, що у Донбасі вміст ртуті у всіх середовищах перевищує ГДК; ці дані істотно відрізняються від показників у закордонних країнах. Сучасна екологічна ситуація у Донбасі, пов'язана з цим, безперечно повинна бути об'єктом комплексних досліджень та узагальнень, а кожен з нас не повинен бути байдужим до питання про екологічного стану середовища свого існування.

Донецький кам'яновугільний басейн є головним в Україні й одним з найважливіших не тільки в Європі, але й в усім світі. Не випадково ще на початку ХХст. французький академік Годрі, після робіт Л.І.Лутугіна і його учнів у Донбасі сказав: «Кожен геолог, що працює по палеозою повинен би їздити сюди учитися» [5]. Із часів сучасного відкриття (1721г) і промислового освоєння Донбасу (1795г) видобуто більш 8млрд.т кам'яного вугілля, причому в 70^х роках ХХст. цей видобуток доходив до 200млн.т у рік і більше (до 212млн.т). При середньому вмісті ртуті у вугіллі Донбасу близько 1г/т [3] це означає, що добуто з вугіллям приблизно 8тис.т ртуті, що рівноцінно середньому по своїх масштабах ртутному родовищу. А якщо врахувати вміст ртуті у вугіллі Микитівського ртутно-рудного поля до 20г/т і більше, то вийде величина добутої з вугіллям ртуті ще значніша. Для порівняння варто помітити, що середній вміст ртуті у вугіллі ОША за даними 6000 аналізів не перевищує 0,2г/т[7].

Узагальнено дані про вміст ртуті у вугіллі по вуглепромислових районах Донбасу (табл.1).[3,4,7 та ін.]

У Донбасі 9 вуглепромислових районів; з вугілля шахт було відібрано 2638 проб. Вміст ртуті у вугіллі шахт у Центрального (Горлівського) району коливається в межах 0,01 – 30г/т, середній вміст ртуті 1,214г/т, кількість відібраних проб складає 1198. За даними 43 проб був виявлений вміст ртуті у вугіллі шахт Красноармійського вуглепромислового району, максимальна і мінімальна границі якого 0,02 – 20г/т, середній вміст складає 2,372г/т. У Донецько-Макіївському районі дані по вмісту ртуті укладені в межах 0,156 – 3,09г/т, із середнім вмістом 0,994 при кількості відібраних проб вугілля 165. Вугілля Селезнівського (Комунарського) вуглепромислового району за даними 599 проб характеризуються наступними показниками ртуті, що знаходиться в них, 0,02 – 3,0г/т, 0,519г/т – середній