УДК 622.233.53

Ю.Д.КРАСНИКОВ
Московский государственный открытый университет

МАССОВОЕ ПОТОЧНОЕ ДРОБЛЕНИЕ ГОРНОГО МАССИВА МОБИЛЬНЫМИ МАШИНАМИ С МОЩНЫМИ УДАРНЫМИ УСТАНОВКАМИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА БУРОВЗРЫВНЫМ РАБОТАМ

Рассмотрен вопрос создания мобильных машин с мощными ударными установками для поточного массового дробления горных массивов.

The mobile machines with high units for convey mass crushing of mining massives are presented in this paper.

Если перенести высокопроизводительный процесс непрерывного дробления горных пород любой крепости и абразивности, встречающийся в дробилках, в забой для дробления породных массивов при проведении горных выработок, при подземном строительстве, а также в забой при ведении горных работ на открытых разработках, то это позволит избавиться от малопроизводительной циклической технологии ведения горных работ, от буровзрывных операций с большими затратами на взрывчатые вещества, их производства, хранения и транспортирования, от буровых станков, экскаваторов и сопутствующей техники и технологии. Это приведет к существенному улучшению экологической ситуации в районе ведения горных работ, в ближайших городах и поселках; сделает технологию горных работ поточной и при определенных условиях даст возможность отказаться от оборудования и цехов крупного дробления на обогатительных фабриках.

Ударно-вращательное, по существу ударно-статическое разрушение пород, при бурении скважин позволяет вести мелкомасштабное разрушение пород любой крепости. При таком способе воздействия инструмента происходит ударное скалывание части массива в забое и одновременно ослабление его остающейся после удара части, которая разрушается последующим статическим воздействием этого же инструмента при его вращательном движении. Максимальная скорость внедрения инструмента в породу в результате такого удара равна около 5 км/с, определяется скоростью ударной волны вдоль тела инструмента и формируется в результате соударения бойка и инструмента бурильной установки.

Следует сразу отметить, что традиционные ударные системы, в которых происходит соударение байка и инструмента, обладают рядом недостатков. Во-первых, КПД удара в таких системах, определенный соотношением масс бойка и инструмента, может колебаться в пределах 0,3-0,6. Во-вторых, в момент соударения бойка с инструментом в соударяющихся деталях происходит формирование высокого напряжения, которое при скоростях свыше 15 м/с приводит к разрушению этих деталей. При экспериментах на ударной установке с энергией удара около 5000 Дж, у которой диаметр направляющего штока инструмента был равен 100 мм, была зафиксирована нагрузка около 600 т, в то время как сейсмоприемник зафиксировал максимальную нагрузку в разрушаемом бетонном блоке рядом с инструментом около 24 т. Не оправдала себя и схема разрушения массива путем нанесения ударов только по инструменту 1 (см. рисунок) в отсутствие инструмента 2. В этом случае машина с инструментом предыдущего ударного типа, двигаясь в направлении подачи, быстро вызывает задиры поверхности направляющего

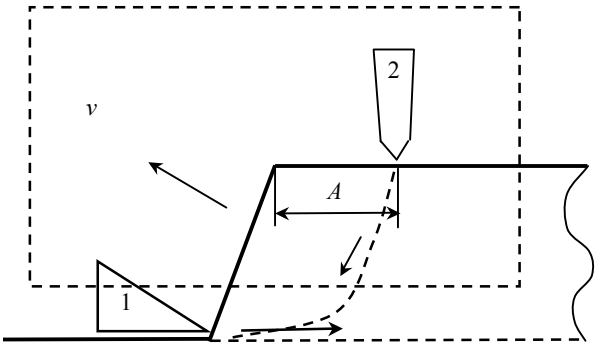


Схема ударно-статической обработки забоя

штока инструмента, несмотря на значительный диаметр штока (до 300 мм) и сравнительно малые энергии (5000 Дж) удара. Указанные недостатки отсутствуют в ударных установках метательного типа.

Крупномасштабное поточное разрушение горного массива также может быть осуществлено аналогичным ударно-статическим способом, если будут обеспечены значительные усилия подачи инструмента 1 (в пределе до 100 т) и энергии удара инструмента 2 до $1{,}5\text{-}3\cdot10^6$ Дж. Указанным энергиям удара соответствуют удары, например ребром стальной плиты весом соответственно 3 и 6 т, падающей с высоты 50 м и воздействующей на забой на расстоянии $A = 0{,}5\text{-}1{,}0$ м от края уступа (см. рисунок). При этом в отличие от традиционного ударно-вращательного разрушения породы в скважине, где статическое и ударное воздействие на массив осуществляется одним и тем же инструментом, на указанных машинах в общем случае могут быть установлены отдельно как ударные 2, так и статические 1 инструменты, что позволяет вести статическое разрушение и погрузку отбитой массы непрерывно.

На рисунке представлен один из вариантов ударно-статической обработки уступа забоя, где 1 – инструмент (нож) для статического разрушения массива и дальнейшей погрузки отбитой горной массы; 2 – опережающий ударный инструмент (била в форме узкого ребра плиты) для разрушения уступа массива и трещинообразования в результате сейсмического воздействия его на массив.

Согласно расчетам при указанных выше энергиях удара скорость воздействия инструмента (билы) на породный забой составит 30-100 м/с (в зависимости от массы билы), что соответствует скоростям удара, принятым в ударных дробилках, отличающихся малой энергоемкостью процесса дробления. В этих случаях в качестве материала для бил может быть использована, как и в дробилках, марганцовистая сталь.

Чисто статическое разрушение (рыхление) горного массива на открытых разработках используется при применении статических рыхлителей, которые способны разрушать такие магматические породы, как гранит и базальт, осадочные породы – сланцы, песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки и т.п., метаморфические породы – глинистые и кремнистые сланцы, минералы и руды и др., если скорость распространения упругой волны в этих минералах не превышает 2-2,2 км/с. Скорость волны в массиве говорит, главным образом, о степени нарушенности трещинами этого массива. Для ненарушенного массива (а это 60 % всех случаев) скорость упругой волны достигает 4,5 км/с.

Наши исследования показали, что при послойном непрерывном ударном воздействии на бетонный монолит стружкой толщиной до 0,3 м в следующем его слое заметно снижается скорость упругой волны и сопротивляемость разрушению. Поэтому ударное воздействие с высокими энергиями удара билой 2 приведет, во-первых, к выбросу значительной части породы уступа в направлении скорости v (в область погрузки), во-вторых, вследствие мощного местного сейсмического воздействия к образованию трещин, снижению скорости упругой волны и сопротивляемости разрушению, что позволит эту часть массива разрушать (зачищать) и вести погрузку статическим инструментом 1, выполненном в виде сплошного или прерывистого ножа (клина). Анализ на математической модели кинематики движения разгоняемой при ударе массы (билы) и соответствующих реакций на корпус ударной установки позволяет использовать реакцию отдачи для дополнительного воздействия на массив и снижать усилия на базовую машину.

Согласно данным фирмы Катерпиллер только исключительно статическое рыхление зубьями рыхлителей горных пород на глубину до 1800 мм, шириной захвата до 3300 мм при тяговом усилии до 100 т (мощность двигателя трактора до 500 кВт) обеспечивает по породам, у которых скорость распространения волны 1,25 м/с, получение производительности процесса рыхления свыше 2000 $м^3$/ч. Можно ожидать, что с применением на специальных мобильных машинах мощных ударных установок производительность рыхления (дробления) значительно вырастет, а область применения таких машин охватит весь диапазон горных пород по их крепости.

Согласно экспериментальным данным и расчетам, для проходческого комбайна с ударной установкой с указанными выше параметрами скорость прохождения выработки диаметром 3 м составит около 50 м/ч; для агрегата на открытых разработках, имеющего 4 подобных установки, расчетная производительность сможет достигать свыше 20 000 т/сутки.

Учитывая, что ударные установки метательного действия с билой длиной ребра до 1,5 м на указанной выше энергии удара просты по конструкции, и создание таких комбинированных машин для массового поточного дробления горного массива (с последующей погрузкой) вполне реально, возможно в перспективе избавиться от буровзрывных работ, повысить экономичность, безопасность труда и улучшить экологическую обстановку в районе ведения горных и строительных работ.