diTrap-II, выпускаемый канадской фирмой «MREL». Прибор реостатного типа производит непрерывный замер скорости детонации по всей колонке скважинного заряда. Скорость детонации определяется скоростью изменения сопротивления измерительного кабеля, расположенного в скважине, при прохождении детонационной волны по заряду ВВ. Результаты проведенного замера сохраняются в блоке оперативной памяти прибора с возможностью последующей обработки на ПК, построения и распечатки на бумажном носителе графика распространения фронта детонационной волны вдоль скважины.

Измерения производились в следующей последовательности:

– в скважину вместе с патроном-боевиком, располагаемым в нижней части заряда, опускался измерительный кабель (рис. 1);

– прибор, подсоединенный к измерительному кабелю посредством коаксиального кабеля, устанавливался за пределами опасной зоны по разлету кусков;

– после производства взрыва информация о проведенном замере переносилась на ПК.

Программное обеспечение при обработке результатов замера позволяет определять скорость детонации ВВ в любой части заряда. На рис. 2 показан характерный для всей серии проведенных взрывов график изменения расстояния, пройденного детонационной волной от точки инициирования до контакта заряда ВВ с забойкой в зависимости от времени. При этом на горизонтальной оси координат представлено время протекания процесса (мс.), на вертикальной оси – длина заряда (м). Прямолинейность графика свидетельствует о равномерности развития детонационного процесса, а начало случайных колебательных изменений является следствием воздействия ударной волны на забойку после окончания процесса

Основными типами ВВ, которые используются при производстве массовых взрывов на разрезах угольной компании "Кузбассразрезуголь", являются Гранулит УП-1 и Сибирит-1200. Основные паспортные физико-механические свойства этих простейших ВВ, включая скорость детонации, представлены в табл.1.

Анализ численных значений результатов измерений скоростей детонации рассматриваемых ВВ (табл. 2) и их сравнение с данными лабораторных испытаний позволяют сделать следующие выводы:

- скорость детонации Гранулита УП-1 в производственных условиях вписывается в диапазон возможных изменений, определенных в лабораторных условиях, что свидетельствует о точности описанного выше метода.

Наблюдаемая скорость детонации Сибирита-1200 в скважине на 6 – 15 % превышает среднее значение диапазона, предусмотренного ТУ, и выходит за пределы верхнего значения "вилки". Для объяснения природы будут проведены дополнительные эксперименты.

Во всех проведенных экспериментах детонационный процесс следует признать устойчивым, исключающим возможность отказа заряда. При этом использование патронов-боевиков относительно меньшего веса не повлияло на устойчивость детонационного процесса. Данные факты можно рассматривать как предпосылки для обоснования возможности применения патронов-боевиков меньшего веса по сравнению с применяемыми в настоящее время с целью снижения общих затрат на ведение взрывных работ.

Авторы статьи:

Гришин
Сергей Валентинович
– генеральный директор ООО
«Кузбассразрезуголь-Взрывпром».

Кокин
Сергей Вадимович
– технический директор ООО
«Кузбассразрезуголь-Взрывпром».

Новиков
Александр Владимирович
– главный технолог ООО
«Кузбассразрезуголь-Взрывпром».

УДК 622.273.

А.А. Сысоев, О.И. Литвин

РАЦИОНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ СЛОЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ВСКРЫШНЫХ УСТУПОВ ОБРАТНЫМИ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

Обратные гидравлические экскаваторы при производстве вскрышных работ на разрезах являются относительно новым видом выемочного оборудования, которое требует адаптации в части обоснования параметров буро-взрывных работ и параметров технологических схем разработки вскрышных пород. К настоящему времени рациональные параметры БВР определены и фактически используются при производстве взрывных работ на тех разрезах, где обратные гидравлические лопаты применяются в качестве одного из видов вскрышного оборудования. Наряду с этим отсутствуют рекомендации по одному из основных параметров вскрышных технологических схем – рациональной мощности отрабатываемого слоя взорванной породы. При этом очевидно также, что уменьшение мощности слоя до малых значений также связано с потерей производительности, по крайне мере, за счет увеличения потерь времени на передвижки экскаватора. Кроме того, неодно-

кратные передвижки экскаватора по взорванной породе приводят к уменьшению коэффициента разрыхления по отношению к первоначальному его значению, что также негативно сказывается на производительности.

Таким образом, существует такая мощность слоя, при которой производительность является максимальной. Данная статья посвящена обоснованию рациональной мощности слоя при установке автосамосвалов ниже уровня стояния экскаватора.

Объем породы, извлекаемый из забоя за одну передвижку экскаватора (объем забойного блока), определяется шагом передвижки (a, м), мощностью слоя ($h_{сл}$, м) и максимальным радиусом черпания $R_{чт}$, м) на уровне подошвы слоя при принятой его мощности. Максимальный шаг передвижки (a_{max} , м) зависит от принятой мощности слоя, расстояния от верхней бровки слоя до гусениц экскаватора и временного угла устойчивости забоя слоя. Величина максимального шага передвижки аппроксимирована по данным технической документации (рис. 1) выражением вида

$$a_{max} = R_{чу} - 1.4\ h_{сл} - 3\ ,$$

где $R_{чу}$ – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м.

Достоверность аппроксимации при $2 < h_{сл} < 8$ для экскаваторов Liebherr-984C, 994, Terex RH-200 составляет 0,85 – 0,9.

Наблюдения за работой экскаваторов показали, что фактическое расстояние передвижки экскаватора всегда меньше a_{max}, поскольку в этом случае нет возможности зачищать подъезд автосамосвалов под погрузку от осыпавшихся из забоя кусков породы. Фактическая передвижка составляет (0.5 ÷0.75) a_{max}, поэтому в дальнейших рассуждениях принято

$$a = c_1 \cdot (\ R_{чу} - 1.4\ h_{сл} - 3\ ),$$

где $c_1 = 0.5 \div 0.75$.

Аналогичным образом аппроксимирована зависимость максимального радиуса черпания на уровне установки транспорта от высоты слоя

$$R_{чт} = R_{чу} - 0.84\ h_{сл} + 2,$$

Что касается прохода экскаватора ($A_{пр}$, м), то в соответствии с классическими рекомендациями принято:

$$A_{пр} = 1.5 \cdot Rчт\ .$$

Таким образом, объем горной массы, отгружаемой экскаватором в пределах одного шага пе-

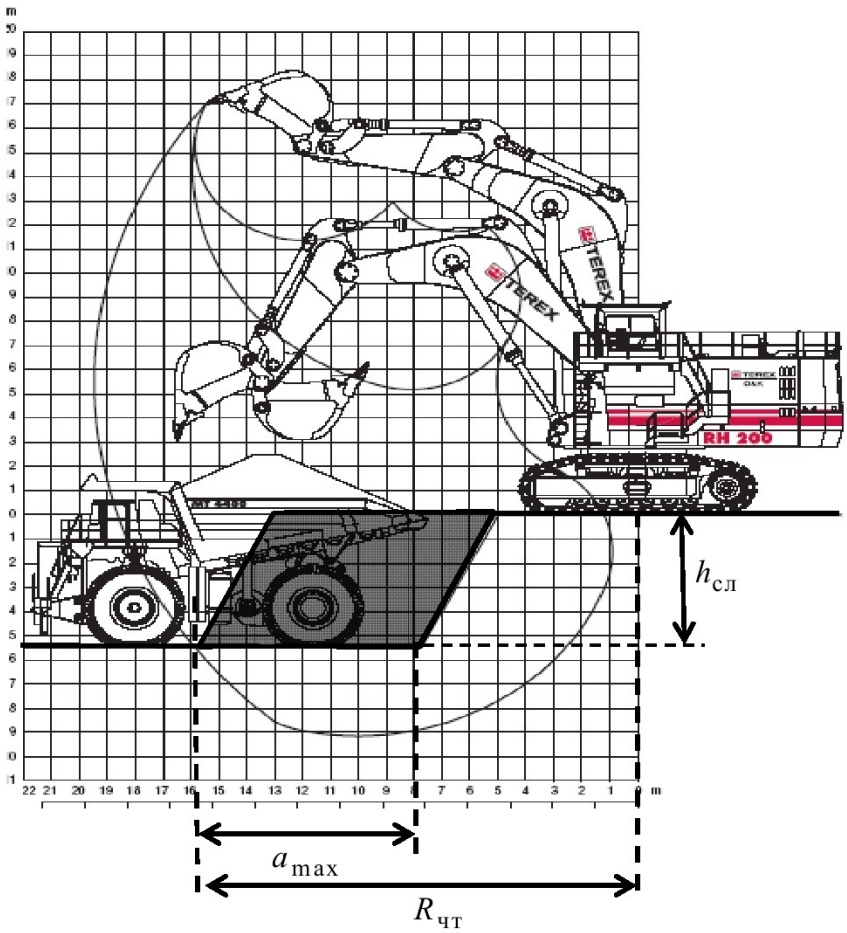

Рис. 1. Схема к взаимосвязи высоты слоя с шагом передвижки и радиусом черпания на уровне подошвы слоя

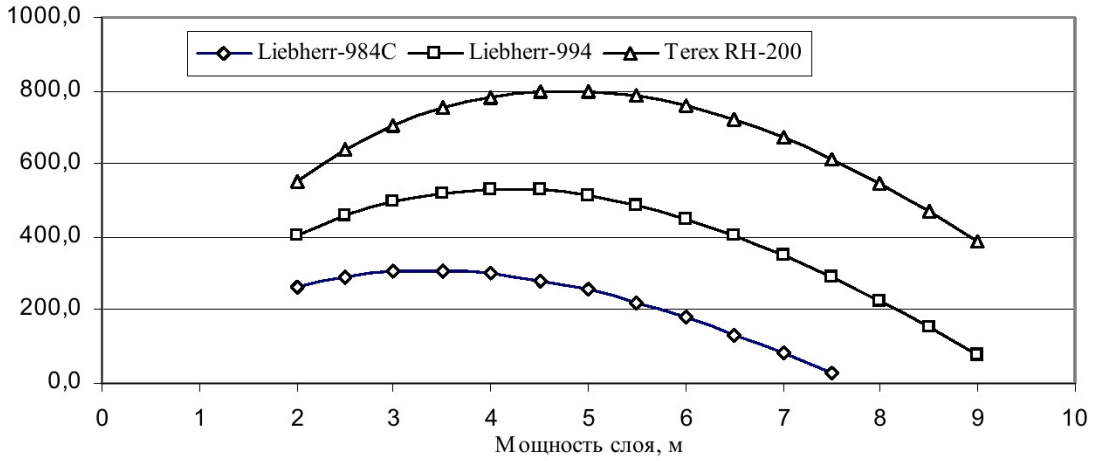

Рис. 2. Зависимость объема горной массы, отгружаемой за один шаг передвижки экскаватора при $a=a_{max}$

Рациональная мощность слоя

Уровень установки автосамосвала	Тип экскаватора		
	Liebherr-984C	Liebherr-994	Terex RH-200
Нижняя установка а/с	3,0 – 3,5	4,0 – 4,5	4,5 – 5,0
Верхняя установка а/с	2,0 – 2,5	3,0 – 3,5	3,5 – 4,0

редвижки в пересчете на плотное состояние ($V_{шаг}$, м^3) составит:

$$V_{шаг} = c_1 \cdot (R_{чу} - 1.4\, h_{сл} - 3) \cdot \times$$
$$\times (R_{чу} - 0.84\, h_{сл} + 2) / k_p \quad ,$$

где k_p – коэффициент разрыхления, дол. ед.

Зависимость объема горной массы, отгружаемой за один шаг передвижки, от мощности слоя для рассматриваемых типоразмеров экскаваторов при $a=a_{max}$ показана на рис. 2. В результате имитационных расчетов по формуле по последней из записанных формул установлено, что мощность слоя $\overline{h}_{сл}$, соответствующая максимальному объему $V_{шаг}$, не зависит от фактического шага передвижки. Во-вторых, с точностью до 2 % для рассматриваемых экскаваторов имеет место равенство $\overline{h}_{сл} = 0.25 \cdot R_{чу}$.

Ранее нами была разработана адекватная математическая модель для расчета технологического цикла экскаватора, которая в совокупности с изложенным выше методом определения объема забойного блока позволяет рассчитать эффективную производительность экскаватора. Многовариантные имитационные расчеты, выполненные на ПК с использованием специально разработанной программы, позволили исследовать значимость исходных факторов, определить количественные значения рациональной мощности слоя и сформулировать следующие выводы:

– существование рациональной мощности отрабатываемого слоя предопределяется максимальным объемом забойного блока и минимальной продолжительностью наполнения ковша экскаватора;

– положение максимума эффективной производительности экскаватора зависит главным образом от его типоразмера и уровня установки автосамосвала;

– рациональная мощность слоя при нижней установке автосамосвала в 1,5 – 1,25 раза больше по сравнению с установкой автосамосвала на уровне стояния экскаватора (см. таблицу);

– влияние таких факторов как угол поворота экскаватора, время зачистки забоя, время ожидания погрузки автосамосвалом и ряд других незначительно влияют на величину рациональной мощности слоя.

Достоверность полученных результатов подтверждается существующим опытом эксплуатации обратных гидравлических лопат на разрезах Кузбасса, рекомендациями фирм-изготовителей экскаваторов по обеспечению максимальных усилий на кромке ковша, а также адекватностью расчета технологического цикла экскаватора.

Авторы статьи :

Сысоев
Андрей Александрович
– докт. техн. наук, проф. каф. открытых горных работ

Литвин
Олег Иванович
– зам. директора по перспективе УК "Кузбассразрезуголь"