

А.Б. Исайченков**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ ПОЛУСКАЛЬНЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД
ЭКСКАВАТОРОМ BUCYRUS 495HD
НА РАЗРЕЗЕ «ТУГНУЙСКИЙ»**

На разрезе «Тугнуйский» в 2014 г. среднемесячная производительность экскаватора Bucyrus 495HD (с ковшом вместимостью 41,3 м³) достигла 1,373 млн м³, при максимальном ее значении ~2,011 млн м³ в месяц. Коэффициент использования календарного времени за тот же период – 81%. Являются ли принятые параметры данной технологии оптимальными? Сомнения вызывает величина удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ), которая на разрезе «Тугнуйский» составляет ~0,88 кг/м³. На других предприятиях при взрывании подобных пород для экскаваторов с меньшим размером ковша расход ВВ изменяется в пределах 0,55–0,7 кг/м³. Приведены результаты оптимизации технологии разработки полускальных вскрышных пород экскаваторно-автомобильным комплексом в условиях разреза «Тугнуйский».

Ключевые слова: оптимизация, экскаватор Bucyrus 495HD, разрез «Тугнуйский», производительность, кусковатость взорванных пород.

На разрезе «Тугнуйский» Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК) при разработке вскрышных пород применяется экскаватор Bucyrus 495HD, который оснащен ковшом вместимостью 41,3 м³. Разрабатываются взорванные вскрышные породы – песчаники с прослоями алевролитов и угля, которые карьерными автосамосвалами БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т перемешаются на расстояние 2,0–2,3 км и укладываются во внешний отвал. В забое организованы два места погрузки породы в автосамосвалы и постоянная работа колесного бульдозера для обеспечения планировки подъезда и стоянки транспорта при погрузке. В результате были достигнуты довольно высокие значения производительности экскаваторов: средняя за 2014 г. – 1,373 млн м³ в месяц, максимальная ~2,011. Коэффициент использования календарного времени за тот же период – 81% [1].

Теперь, когда достигнуты высокие показатели работы экскаватора,

возникает вопрос – являются ли принятые параметры данной технологии оптимальными. Сомнения вызывает величина удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ), которая на разрезе «Тугнуйский» составляет ~0,88 кг/м³. На других предприятиях при взрывании подобных пород для экскаваторов с меньшим размером ковша расход ВВ изменяется в пределах 0,55–0,7 кг/м³.

Расчет по общепринятым формулам для экскаватора с ковшом 41,3 м³ определяет линейный размер негабаритного куска 2,6 м (при диаметре средней естественной отдельности в массиве 1,5–1,8 м), рациональную степень взрывного дробления пород – 1,6, а удельный расход эталонного ВВ рекомендуется не более 0,5 кг/м³.

С целью установить оптимальные параметры технологии разработки вскрышных пород в условиях разреза «Тугнуйский» с учетом применяемых технических средств, физико-механических свойств разрабатываемых пород и организации работы, были

проведены исследования. Их идея заключается в том, что задаваясь различными значениями величины средневзвешенного размера куска взорванной вскрышной породы, можно построить графическую зависимость изменения удельных затрат на разработку вскрыши по каждому процессу исследуемой технологии (подготовка пород к выемке – БВР, выемка и погрузка – экскавация, транспортирование и отвалообразование), и определить суммарные издержки по технологии. Величина средневзвешенного размера кусков взорванной вскрышной породы, соответствующая минимуму суммарных издержек, определяет оптимальные параметры для каждого из процессов.

Была разработана методика оптимизации параметров основных процессов экскаваторно-автомобильного комплекса [2], которая позволяет минимизировать затраты по технологии с учетом изменения горнотехнических условий (прочностных свойств пород, типа ВВ при обводненности блока, увеличения расстояния транспортирования вскрышных пород до отвала и т.п.) и экономических факторов (стоимости дизельного топлива, ВВ, СВ, заработной платы, тарифов на электроэнергию и т.п.). В соответствии с ней для каждого из принятых размеров средневзвешенного размера кусков взорванных вскрышных пород $D_{св}$ (которые были заданы в интервале от 0,1 до 1,0 м), был проведен расчет параметров БВР. Для расчета был задействован программный комплекс имитационного моделирования взрывных работ и расчета параметров БВР «Blast Maker». При определении суммарных затрат по процессу БВР были приняты следующие исходные данные:

- категория разрабатываемых пород: IV (трудно взрываемые породы) и III (средне взрываемые породы);

- степень обводненности массива, которая определяет тип ВВ и схему заряда в скважине: для сухих скважин (100% «Гранулит»), для обводненных скважин (100% «Эмульсолит») и по среднегодовому потреблению ВВ («Эмульсолит» – 3%; «Березит» – 55%; «Гранулит» – 41%);

- стоимость средств инициирования и коммутации в соответствии с их среднегодовым потреблением – 1% от затрат на ВВ.

Определяя величину затрат, были учтены издержки на зарядание скважин, монтирование сети, забойку скважин, доставку, хранение и охрану ВВ и ВМ.

В результате была построена графическая зависимость изменения удельных затрат на БВР от величины средневзвешенный размер кусков взорванных пород III и IV категории (рис. 1 и 2). Представлен вариант расчета, при котором затраты на ВВ приняты равными их средней стоимости, установленной по среднегодовому потреблению.

Следует сказать, что система АСД осуществляет фиксацию веса породы в ковше и загруженность автосамосвала в тоннах, что позволяет избежать неточности при пересчете этих показателей в кубометры с применением коэффициентов разрыхления породы при взрыве, в ковше экскаватора и в кузове автосамосвала. Разработанная методика оптимизации параметров основных процессов экскаваторно-автомобильного комплекса производит сопоставление вариантов по величине удельных затрат на основные процессы, выраженных в руб/т.

Для построенная графической зависимости изменения удельных затрат на экскавацию от величины средневзвешенный размер кусков взорванных пород, потребовалось сначала установить зависимость изменения производительности экскаватора Вискус 495HD (с ковшом вместимостью

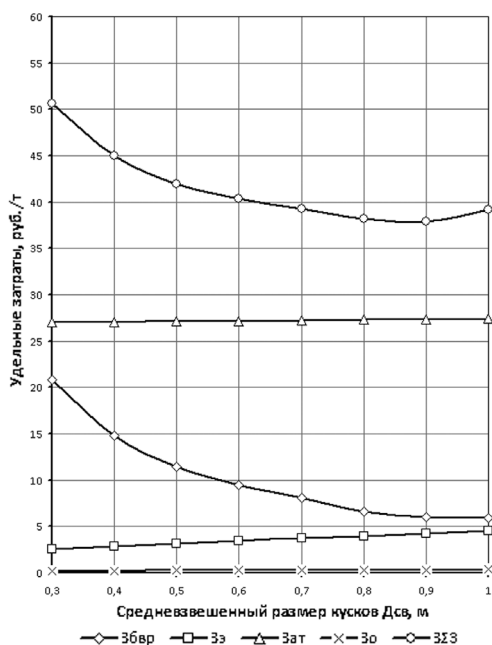


Рис. 1. Удельные затраты при разработке пород категории III (средне взрываемые породы)

41,3 м³) от величины средневзвешенного размера кусков взорванной вскрышной породы [3]. После этого, на основании статистических данных за период календарного года по элементам затрат (амортизация; услуги производственного характера; энергоснабжение; затраты на оплату труда, в т.ч. ФОТ списочного состава и начисления на ФОТ; вспомогательные материалы, в т.ч. ГСМ.) для основного оборудования рассматриваемой технологической схемы (экскаватор и бульдозер, работающий в забое), были установлены расходы и построена графическая зависимость изменения удельных затрат по процессу экскавация, которая представлена на рис. 1 и 2.

Аналогичным путем были установлены графические зависимости изменения суммарных затрат от кусковатости взорванных пород для процессов перемещения карьерных грузов (на автотранспорт) и отвалообразования, а путем сложения затрат, были

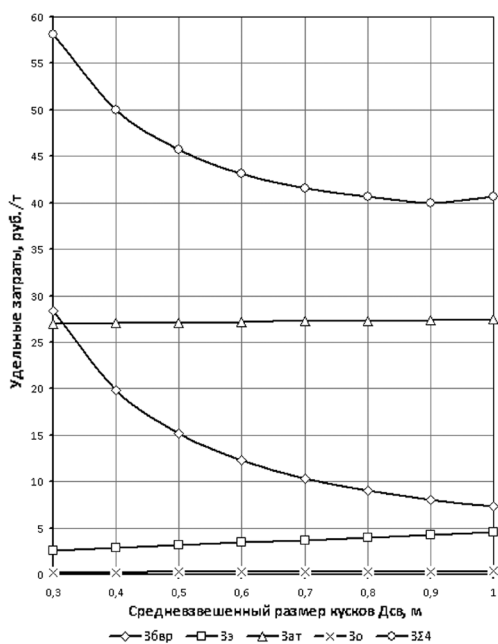


Рис. 2. Удельные затраты при разработке пород категории IV (трудно взрываемые породы)

получены графики зависимости изменения суммарных удельных затрат по основным процессам от величины средневзвешенного размера кусков (см. рис. 1 и 2).

Графические зависимости изменения суммарных затрат на разработку полускальных пород экскаватором Bucyrus 495HD для условий разреза «Тугнуйский» с последующим транспортированием их автосамосвалами БелАЗ-75306 и укладкой в бульдозерный отвал имеют зону минимальных значений издержек, которая определяет оптимальную величину средневзвешенного размера кусков взорванных пород 0,85–0,90 м.

Прежде чем в соответствии с алгоритмом определять параметры технологии, обеспечивающие минимум суммарных затрат на разработку вскрыши, проведем анализ полученных результатов. Установлено, что графическая зависимость изменения суммарных затрат на разработку полускальных

пород экскаватором Bucyrus 495HD для условий разреза «Тугнуйский» с последующим транспортированием их автосамосвалами БелАЗ-75306 и укладкой в бульдозерный отвал от величины средневзвешенного размера кусков взорванных пород имеет зону минимальных значений издержек, которая определяет оптимальную величину средневзвешенного размера кусков взорванных пород 0,85–0,90 м. При этом графическая зависимость в зоне минимума суммарных удельных затрат полого, соседние значения сравнительно мало отличается друг от друга. Уменьшение кусковатости взорванных вскрышных пород до величины $D_{св} = 0,5$ м приведет к возрастанию суммарных затрат от минимального уровня на 8,6 и 12,9% соответственно для пород соответственно III и IV категории. Учитывая возможные

колебания стоимости энергоресурсов, вспомогательных материалов и т.п., считаем целесообразным при определении параметров основных процессов, обеспечивающих оптимальные условия разработки, рекомендовать диапазон их величины, который соответствует средневзвешенному размеру кусков взорванной породы $D_{св} = 0,6$ и 0,9 м.

Существует мнение, что увеличение производительности экскаватора даже при завышенных затратах может быть оправдано прибылью от продажи дополнительных объемов угля. Было проведено сопоставление основных экономических показателей работы исследуемой технологии для четырех вариантов значения величины средневзвешенного размера кусков взорванных пород (при $D_{св} = 0,5$; 0,7; 0,9 и 1,0 м). С целью исключения

Параметры основных процессов технологии применения экскаваторно-автомобильного комплекса в условиях разреза «Тугнуйский»

Процессы	Наименование параметра	Единица измерения	Величина при значении $D_{св}$	
			0,6 м	0,9 м
БВР	Диаметр скважины	мм	250	250
	Удельный расход ВВ и сетка скважин: для трудно взрывааемых пород для легко взрывааемых пород	кг/м ³ (м) кг/м ³ (м)	0,75 (6,5х6,5) 0,53 (9х9)	0,41 (8,5х8,5) 0,31 (10х10)
Экскавация	Время цикла	сек.	31,64	34,84
	Вес породы в ковше	т	65,59	58,39
	Часовая производительность экскаватора (Bucyrus 495HD)	т/ч	7,463	6,033
	Годовая производительность экскаватора (Bucyrus 495HD)	тыс. т/год	43,539	35,200
Перемещение карьерных грузов	Время погрузки	сек.	94,92	104,52
	Время рейса	сек.	1377,12	1386,72
	Часовая (на маш.час.) произв. автосам.	т/маш.час	549,49	545,69
Отвало-образование	Часовая производительность	т/ч	7,462,83	6,033,41
	Годовая производительность	тыс. т/год	43,540	35,200
	Суммарные затраты: для трудно взрывааемых пород; для легко взрывааемых пород	руб/т руб/т	43,176 40,386	40,001 37,931

разглашения коммерческой тайны предприятия показатели приводят-ся в относительных единицах по отношению к базовому варианту, при котором обеспечивается максимальная рентабельность ($D_{cb} = 0,9$ м). При неоптимальных параметрах ($D_{cb} = 0,5$ и $0,7$ м) действительно обеспечивается дополнительный объем добычи угля и прирост валовой прибыли, но рентабельность сокращается соответственно на 50 и 20%. Вариант, соответствующий $D_{cb} = 1,0$ м по всем показателям хуже базового.

Следовательно при определении параметров основных процессов, определяющих оптимальные условия разработки, целесообразно рекомендовать диапазон их величины, который соответствует средневзвешенному размеру кусков взорванной породы $D_{cb} = 0,6$ и $0,9$ м. Рекомендуемые параметры основных процессов технологии применения экскаваторно-автомобильного комплекса разреза «Тугнуйский», обеспечивающие минимальные суммарные затраты на разработку вскрышных пород представлены в таблице.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев В.Б., Кулешский В.Н., Исаченков А.Б. Исследование факторов влияющих на производительность экскаватора Bucyrus 495HD в условиях разреза «Тугнуйский» // Уголь. – 2014. – № 4. – С. 68–71.

2. Исаченков А.Б. Алгоритм минимизации затрат при применении экскаватора Bucyrus 495HD на разрезе «Тугнуйский» //

Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 9. – С. 251–253.

3. Кононенко Е.А., Исаченков А.Б. Влияния кусковатости взорванных пород на производительность экскаватора Bucyrus 495HD // Маркшейдерия и недропользование. – 2014. – № 6 – С. 17–19. **ПЧЗ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Исаченков Александр Борисович – начальник отдела технического обеспечения и технологии открытых горных работ Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК), e-mail: isachenkovab@suek.ru.

UDC 622.235

PARAMETER OPTIMIZATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT OVERBURDEN EXCAVATOR BUCYRUS 495HD IN THE «TUGNUYSKY» COAL MINE

Isachenkov A.B., Head of Technical Support and Technology of Surface Mining of the Siberian Coal Energy Company (SCEC), Russia, e-mail: isachenkovab@suek.ru.

In the context of «responsibility» in 2014, the average monthly performance of Bucyrus excavator 495HD (with bucket capacity of 41,3 m³) reached 1,373 million m³, while the maximum value ~ 2,011 million m³ per month. Utilization of calendar time for the same period of 81%. Whether the accepted parameters of this technology is optimal? Doubt is the value of the specific consumption of explosives (EXPLOSIVES), which in the context of «responsibility» is ~ 0,88 kg/m³. Other companies when calling these rocks for excavators with a smaller bucket consumption CENTURIES varies in the range of 0.55–0.7 kg/m³. The article presents the results of optimization technology development half-rock overburden excavator-motor complex in terms of the section «responsibility».

Key words: optimization, the Bucyrus 495HD excavator, Tugnuysky coal mine, productivity, lumpiness of the blown-up breeds.

REFERENCES

1. Artem'ev V.B., Kuletskii V.N., Isaichenkov A.B. *Ugol'*. 2014, no 4, pp. 68–71.

2. Isaichenkov A.B. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2014, no 9, pp. 251–253.

3. Kononenko E.A., Isaichenkov A.B. *Marksheideriya i nedropol'zovanie*. 2014, no 6, pp. 17–19.