

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
19 – 21 мая 2020 г.*

ВЫПУСК 24

ЧАСТЬ VI

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

Новокузнецк
2020

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.,
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
канд. техн. наук, доцент Коротков С.Г.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19–21 мая 2020 г. Выпуск 24. Часть VI. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. М. В. Темлянца. – Новокузнецк ; Издательский центр СибГИУ, 2020. – 323 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Шестая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2020

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПРОСТОЕВ ПРИ ВЕДЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ООО «ШАХТА УСКОВСКАЯ» Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М.	154
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКИ СКЛОННЫХ К ГОРНЫМ УДАРАМ ЗАПАСОВ РУДЫ НА ГЛУБИНЕ БОЛЕЕ 600 м Борzych Д.М., Никитина А.М., Володина А.В.	159
ДОРАБОТКА ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ООО ШАХТЫ «ПОЛОСУХИНСКАЯ» Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М.	162
К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В КУЗБАССЕ Мысак Е.А., Никитина А.М.	167
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТКОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ Рубцова А.К., Сат Ч.А., Пушкинский С.Н.	171
ПОДГОТОВКА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ЗОНЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ОСИННИКОВСКАЯ» Чернов А.В., Верхова А.С., Кротков И.А.	173
ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ РАБОТЫ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА ШАХТЫ Павздерин К.А., Мысак Е.А., Фастовец Н.А., Радченко А.А., Серик М.М.	179
ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КУЗБАССЕ Агеев Д.А., Ворсина А.М., Агеев Дан.А.	181
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА Агеев Д.А., Ворсина А.М.	186
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ И ОТКОСОВ УСТУПОВ Зозуля М.Ю., Матвеев А.В., Егоров В.С.	192
ОЦЕНКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ КУЗНЕЦОВА-РАМЛЕРА Клепиков С.В., Миллер Э.А.	195
ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ Миллер Э.А., Матвеев А.В., Старцев В.А.	198
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КУСКОВАТОСТИ ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСКАВАТОРА Репин А.А., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	199

ния, как надподошвенные, контактные (подошвенные) и подподошвенные.

Надподошвенные оползни отвалов характеризуются плавной криволинейной поверхностью скольжения, образующейся в теле отвала и выходящей в нижнюю бровку откоса. Это характерно при отсыпке отвала на прочное основание.

Контактные оползни характеризуются ломаной поверхностью скольжения, проходящей по контакту «отвал-основание» или контакту между слоями в породах основания внутренних отвалов.

Подподошвенные оползни возникают в основном при размещении отвалов на основании, породы которого обладают низкой несущей способностью.

Они характеризуются плавной криволинейной поверхностью скольжения, захватывающей породы основания с образованием вала выпирания у нижней бровки откоса.

Следовательно, подводя итог всему вышеизложенному, необходимо при формировании будущих мест отвалообразования выполнять комплекс технических и организационных мероприятий обеспечивающих максимальную безопасность при производстве работ и исключающих возникновение рисков возникновения оползней.

Библиографический список

1. Геологические материалы по изучению рыхлой толщи четвертичных отложений поля Талдинского угольного разреза, ГПП «Запсибгеология». Николаев С.В., Галкина Л.И. Том 4, 2012г. – 79 с.

2. Проект реконструкции Талдинского угольного разреза с приростом мощности до 10 млн. т угля в год при внедрении циклично-поточной технологии отработки вскрышных пород в зоне транспортной системы разработки. – Новосибирск: Гипроуголь, 2019.- 478 с.

УДК 622.32

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КУСКОВАТОСТИ ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСКАВАТОРА

Репин А.А., Матвеев А.В., Лобанова О.О.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: matveev-av@yandex.ru*

Исследованиями многих авторов установлено, что при заданных геометрических размерах развала наибольшее влияние на параметры процесса черпания экскаватора (удельное сопротивление копания, усиление черпания и его продолжительность) оказывают коэффициент наполнения ковша и характеристики негабаритов.

Ключевые слова: кусковатость пород, взорванная горная масса, цикл экскавации.

Параметры цикла экскавации и наполнения ковша зависят от кусковатости взорванной горной массы и играют существенную роль в повышении эффективности работы оборудования. Для установления такой зависимости в условиях Талдинского угольного месторождения проводились измерения кусковатости взорванных горных пород дублирующими друг друга фото-планиметрическим и линейным методами.

Исследованиями установлено, что при определенных размерах развала наибольшее влияние на параметры процесса черпания экскаватора оказывают коэффициент разрыхления взорванной горной массы, коэффициент наполнения ковша и средняя крупность кусков развала взрыва [1,2].

Известно, что техническая производительность экскаватора типа ЭКГ определяется вместимостью ковша, коэффициентом экскавации и значением цикла экскавации. Последние два параметра зависят от кусковатости взорванной горной массы и играют существенную роль в повышении эффективности работы оборудования.

Различают теоретическую (паспортная), техническую и эксплуатационную производительности экскаватора. Эксплуатационная производительность может быть сменной, суточной, месячной и годовой.

Паспортная производительность экскаватора определяется конструктивными параметрами машины:

$$Q_{\text{зп}} = 3600 \cdot E / T_{\text{цик}}, (м^3/ч),$$

где E – вместимость ковша, $м^3$;

$T_{\text{цик}}$ – паспортная продолжительность цикла экскаватора, с.

Техническая производительность – возможная часовая производительность экскаватора при непрерывной его работе в определенных горнотехнических условиях:

$$Q_{\text{эч}} = 3600 E \cdot K_3 \cdot K_z / t_{\text{ц}}, (м^3/ч);$$

где K_3 – коэффициент экскавации, $K_3 = K_{\text{нх}} / K_{\text{рх}}$;

K_z – коэффициент влияния параметров забоя (для торцевого забоя 0,9; для тупикового 0,8);

$T_{\text{ц}}$ – время цикла экскаватора в конкретных горно-технических условиях,

$$T_{\text{ц}} = (1,1 \div 1,2) T_{\text{цик}}, \text{с};$$

где $K_{\text{нх}}$ – коэффициент наполнения ковша (для взорванных пород 0,7 ÷ 0,95 для траншейного и бокового забоя соответственно);

$K_{\text{рх}}$ – коэффициент разрыхления породы в ковше.

Значения вышеуказанных коэффициентов могут быть приняты по «Единым нормам выработки на открытых горных работах» (1989 г.) в зависимости от крепости пород (таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты разрыхления горных пород, наполнения ковша экскаватора (погрузчика) и экскавации по ЕНВ.

Категория пород по крепости	Расчетная средняя плотность горной массы, кг/м ³	Коэффициенты				
		K _{рк}	K _{нж}		K _{рк}	
			прямая мехлопата	драглайн	прямая мехлопата	драглайн
I	1600	1,15	1,05	1,0	0,9	0,87
II	1800	1,25	1,05	1,0	0,84	0,8
III	2000	1,35	0,95	0,9	0,7	0,67
IV	2500	1,5	0,9	0,85	0,6	0,57
V	3500	1,6	0,9		0,56	

Сменная эксплуатационная производительность (м³/ч) характеризует объем работы, который выполняет экскаватор за смену с учетом затрат времени на технические, технологические и организационные перерывы:

$$Q_{з\text{ см}} = Q_{зч} \cdot T_{см} \cdot K_{из}, (м^3/ч),$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

$K_{из}$ – коэффициент использования экскаватора в течение смены.

Годовая производительность экскаватора:

$$Q_{з\text{ год}} = Q_{з\text{ сут}} \cdot n_{см} \cdot n_{год}, м^3/год,$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен в сутки,

$n_{год}$ – число рабочих дней в году.

При решении задачи оптимизации параметров технологической схемы для разработки взорванных полускальных вскрышных пород экскаватором Р&Н 4100ХРС на автотранспорт в условиях «Талдинского угольного разреза» (УК «Кузбассразрезуголь»), когда в процессе экспериментальных исследований вес породы в ковше и в кузове автосамосвалов фиксировался в тоннах, расчет по вышеприведенным формулам с пересчетом на кубометры приведет к значительной потере достоверности результата.

В данном случае техническую производительность экскаватора можно представить в виде:

$$Q_{зч} = (3600 \cdot G) / T_{ц}, (м^3/ч),$$

где G – вес породы в ковше, т;

$T_{ц}$ – время цикла экскаватора в конкретных горно-технических условиях, с.

Годовая производительность экскаватора:

$$\begin{aligned} Q_{з\text{ год}} &= Q_{зч} \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{из} \cdot K_{изг} = \\ &= (3600 \cdot G \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{из} \cdot K_{изг}) / T_{ц}, т/год, \end{aligned}$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен в сутки;
 $n_{год}$ – число рабочих дней в году;
 $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;
 $K_{из}$ – коэффициент использования экскаватора в течение смены;
 $K_{изг}$ – коэффициент использования рабочего времени экскаватором в течение года, ч.

В соответствии с анализом возможностей экскаваторов P&H 4100XPC в условиях предприятия, в котором построены диаграммы использования времени внутри смены для экскаваторов, среднее значение коэффициента использования экскаватора в течение смены составляет

$$K_{из} = (0,80 + 0,67) : 2 = 0,735 \approx 0,74.$$

Величина коэффициента использования рабочего времени в течение года:

$$K_{изг} = (0,91 + 0,88) : 2 = 0,895 \approx 0,90.$$

Учитывая установленные ранее экспериментальные зависимости изменения вес породы в ковше - $G = (56,65 / D_{св}^{0,287})$ и время цикла экскаватора - $T_{ц} = 9 \cdot e^{0,7 D_{св}} + 17,94$ от кусковатости взорванной горной массы в горно-технических условиях разреза, годовая производительность экскаватора выражается зависимостью:

$$Q_{з год} = (3600 \cdot G \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{из} \cdot K_{изг}) : T_{ц} = \\ = [3600 \cdot (56,65 / D_{св}^{0,287}) \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{год} \cdot K_{из} \cdot K_{изг}] / (9 \cdot e^{0,7 D_{св}} + 17,94); \text{т/год}.$$

Производительность экскаватора P&H 4100XPC в условиях предприятия, рассчитанная по установленной формуле, представлена в таблице 2. Принятые значения исходных данных: $T_{см} = 12$ ч; $n_{см} = 2$; $n_{год} = 365$; $K_{из} = 0,74$; $K_{изг} = 0,90$.

Таблица 2 - Годовая производительность экскаватора P&H 4100XPC в зависимости от кусковатости взорванной горной массы.

№ п/п	$D_{св}$, м	G, м	$T_{ц}$, м	$Q_{з год}$, т/год	$Q_{з год}$, ($\rho = 2,4 \text{ т/м}^3$) $\text{м}^3/\text{год}$	$Q_{з год} / T_{год}$, т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$)
1	0,1	н.д.	27,59	н.д.	н.д.	н.д.
2	0,2	89,91	28,34	66.632.941,85	27.763.725,77	11.421,17 (4.758,82)
3	0,3	80,03	29,04	57.881.135,31	24.117.139,71	9.921,07 (4.133,78)
4	0,4	73,69	29,84	51.866.933,69	21.611.222,37	8.890,21 (3.704,26)
5	0,5	69,12	30,74	47.225.949,94	19.677.479,14	8.094,73 (3.372,80)
6	0,6	65,59	31,64	43.539.355,121	18.141.397,96	7.462,83 (3.109,51)
7	0,7	62,76	32,64	40.384.398,71	16.826.832,79	6.922,06 (2.884,19)
8	0,8	60,40	33,74	37.598.688,51	15.666.120,21	6.444,58 (2.685,24)
9	0,9	58,39	34,84	35.199.878,55	14.666.616,06	6.033,41 (2.513,92)
10	1,0	56,65	36,04	33.013.834,36	13.755.764,32	5.658,71 (2.357,80)

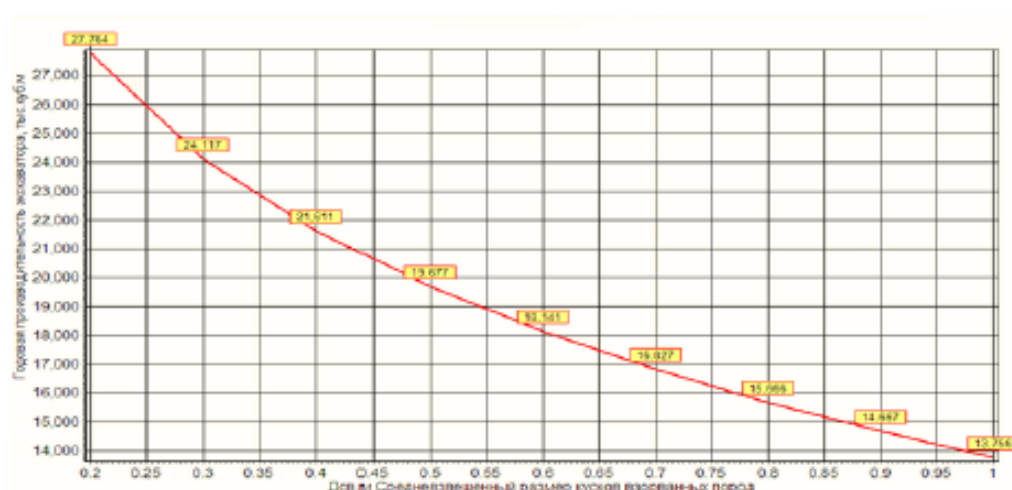


Рисунок 1 – Годовая производительность экскаватора R&N 4100XPC в зависимости от средневзвешенного размера кусков взорванной породы

По результатам проведенных хронометражных наблюдений сотрудниками кафедры ОГР и Э установлена закономерность изменения производительности экскаватора в зависимости от средневзвешенного размера кусков взорванной породы, отражённая на графике.

Стоит также дополнительно отметить, что от степени дробления экскавируемого материала также существенно зависит износ узлов экскаватора и других расходных материалов, таких как канаты и зубья, а далее элементы защиты ковша. Усиленный износ узлов машины при повышенной крупности горной массы ведёт к сокращению плановых межремонтных периодов и, в конечном счёте, пагубно сказывается на ритмичности работы и производительности предприятия в целом. При работе на некачественно взорванной горной массе резко возрастает расход электроэнергии на каждый кубометр погруженного экскаватором материала.

Библиографический список

1. Ташкинов, А.С. К оценке производительности карьерных экскаваторов большой единичной мощности при разработке взорванных пород / А.С. Ташкинов, А.А. Сысоев, И.А. Ташкинов // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: труды XI Международной науч.-прак. конф. – Кемерово, 2009 – С. 104-108.
2. Ржевский, В.В. Открытые горные работы. Часть 1: Учебник для вузов. – 4-е изд., пер. и доп. – М.: Недра, 1985 – 509 с.