

3. Ефремов Э.И., Кравцов В.С., Мячина П.Н. и др. Разрушение горных пород энергией взрыва. К. Наук. думка, 1987.
4. Шевцов М.Р., Таранов П.Я., Левит В.В., Гудзь О.Г. Руйнування гірських порід вибухом. Донецьк. 2003.
5. Антощенко Н.И., Попов А.Я. Разрушение горных пород взрывом. Алчевск. 2005.

УДК 622.271.4

К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОЛЕСНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

Курехин Е.В.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева

На основе экспериментальных исследований рассчитана производительность колесных погрузчиков при разработке вскрышных пород на угольных месторождениях Кузбасса.

На угольных месторождениях Кузбасса открытый способ характеризуется широким внедрением новой высокопроизводительной техники, эффективное применение которой выдвигает проблему рационального использования в новых горно-геологических условиях.

В настоящее время на разрезах бассейна рабочий парк состоит из механических лопат, гидравлических экскаваторов, колесных погрузчиков зарубежного производства.

Модельный ряд представлен выемочным оборудованием известных производителей: Harnishfeger, Caterpillar, Liebherr, Volvo и Terex, Dressta и др. Вместимость ковша выемочно-погрузочного оборудования изменяется в широком диапазоне от 1,5 до 57 м³.

В последние годы на разрезах Кузбасса появились экскаваторы-мехлопаты с ковшом вместимостью более 30 и 57 м³, автосамосвалы (HD, БелАЗ) грузоподъемностью 130-320 т.

На разрезах «Бачатский» и «Кедровский» работают экскаваторы марки P&H-2800 XPB Harnishfeger (производство США) с геометрическим объемом ковша 33 м³, а на разрезе «Галдинский» на выемке взорванных пород введен в эксплуатацию (2009 г.) карьерный экскаватор P&H-4100 XPC с ковшом 57 м³.

На выемке вскрышных пород в качестве основного оборудования применяются колесные погрузчики: Caterpillar 992 K (12,3 м³), Komatsu WA-900 (10,0 м³), Komatsu WA-600 (5,6 м³), Komatsu WA-700 (8,7 м³), Liebherr 580 (13,0 м³), HYUNDAI HL-780 (5,0 м³) и др.

Увеличение мощности погрузчиков, улучшение транспортного обеспечения позволяют в значительной мере повысить эффективность открытой угледобычи за счет увеличения вместимости ковша и грузоподъемности автосамосвалов.

Внедрение новой высокопроизводительной техники (колесных погрузчиков) выдвигает следующие задачи: определение вместимости ковша колесного погрузчика при разработке вскрышных пород безугольной и угленасыщенной зоны, времени цикла, условий погрузки и проектирование технологических схем.

Погрузчики имеют ряд достоинств по сравнению с экскаваторами: высокая маневренность, скорость перемещения позволяет осуществлять не только погрузочные, но и транспортные операции, универсальность погрузчиков – возможность их работы в забоях, на отвалах и складировании угля. Недостатками являются небольшое удельное напорное усилие (кН/т), что затрудняет использование погрузчиков при разработке скальных пород.

Разработка уступов осуществляется буровзрывным способом. На выемке и погрузке взорванной породы погрузчики (вместимостью ковша $E_{\Pi}=5-12 \text{ м}^3$) эффективны в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 55-131 т.

Особенностью погрузки взорванной породы является то, что фирмы производители выпускают модели со стандартной и удлиненной стрелой, обеспечивающие возможность погрузки, как на уровне стояния (рис. 1 а, б).

Высота уступа определяется с учетом требований по безопасному ведению горных работ [1].

При применении гидравлических экскаваторов и погрузчиков безопасная высота уступа определяется расчетами с учетом траектории движения ковша экскаватора (погрузчика).

При разработке пород с применением буровзрывных работ допускается увеличение высоты уступа до полуторной высоты черпания экскаватора при условии разделения развала по высоте на подступы или разработки специальных мероприятий по безопасному обрушению козырьков и навесей.

Погрузка взорванной породы погрузчиком в автосамосвал осуществляется на уровне стояния автосамосвала или выше, эта особенность обусловлена тем, что линейные параметры рукояти некоторых моделей погрузчиков ограничены, поэтому необходимо создавать насыпь (рис. 1, 2).

Высота разгрузки определяется по условию (1) погрузочной высоты автосамосвала:

$$h_p > (h_{\Pi A} + e), \quad (1)$$

где h_p – высота разгрузки колесного погрузчика, м; $h_{\Pi A}$ – погрузочная высота автосамосвала, м; e – безопасный зазор между ковшом колесного погрузчика и кузовом автосамосвала ($e=0,5-1,0$ м).

Длина площадки для заезда погрузчика на разгрузку (2), м.:

$$l = l_{\Pi} + l_3, \quad (2)$$

где l_{Π} – длина площадки, м; l_3 – длина заезда на площадку ($0,5 \cdot l_{\Pi}$), м.

Ширина основания площадки (3), м.:

$$b = b_{\Pi} + 2 \cdot (c_2 + b_0), \quad (3)$$

где b_{Π} – ширина колесного погрузчика, м; c_2 – зазор между колесным погрузчиком и откосом площадки ($c_2=1,0-1,5$ м), м, b_0 – ширина откоса площадки ($b_0=0,5$ м), м.

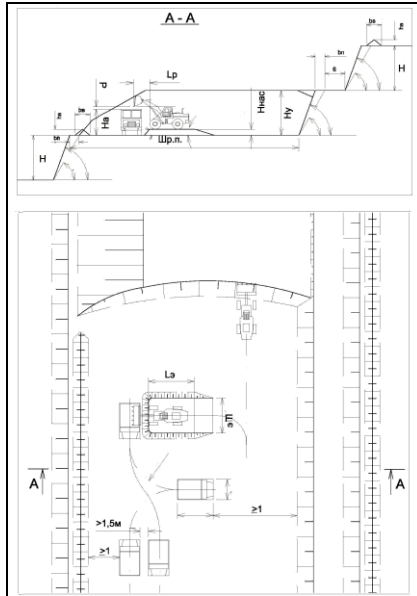


Рис. 1. Технология разработки уступа колесным погрузчиком за один проход с погрузкой в автосамосвал с площадки

На рис. 3 приняты обозначения: e – безопасный зазор между ковшем колесного погрузчика и кузовом автосамосвала; h_a – погрузочная высота автосамосвала; c – высота площадки (насыпи); l_{Π} – длина площадки; l_3 – длина заезда на площадку.

Техническая производительность погрузчика ($\text{м}^3/\text{ч}$) – максимально возможная производительность при непрерывной работе в породах с конкретными физико-механическими свойствами.

В общем виде техническая производительность колесного погрузчика (4) определяется [2, 3]:

$$Q_{\Pi.T} = \frac{3600 \cdot E_{\Pi} \cdot k_H}{t_{\Pi} \cdot k_P}, \quad (4)$$

где E_{Π} – вместимость ковша колесного погрузчика, м^3 ; t_{Π} – продолжительность цикла погрузчика при разработке вскрышных

пород, c ; k_H – коэффициент наполнения ковша ($k_H=0,8-1,2$);
 k_P – коэффициент разрыхления в свободной насыпке ($k_P=1,27-1,4$).

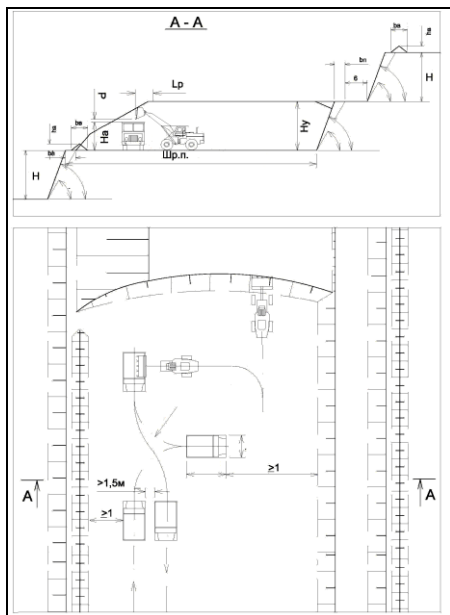


Рис. 2. Технология разработки уступа колесным погрузчиком за один проход с погрузкой в автосамосвал на уровне стояния

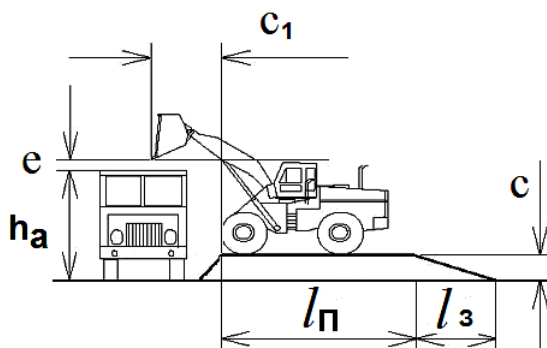


Рис. 3. Схема разгрузки колесного погрузчика с насыпи

Рабочий цикл состоит из трех операций: время черпания ($t_{\text{ч}}$), время отъезда погрузчика от забоя к месту разгрузки (автосамосвалу) и обратно ($t_{\text{дв}}$), время разгрузки ($t_{\text{р}}$).

Продолжительность цикла колесного погрузчика при разработке вскрышных пород (5), с:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{ч}} + 3,6 \cdot \left[\frac{L_1 + L_R}{v_{\text{ГР}}(v_{\text{ПОР}})} \right] + t_{\text{р}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{ч}}$, $t_{\text{р}}$ – время на операции в забое соответственно черпания и разгрузка, с; L_1 – расстояние движения погрузчика в груженом и порожнем направлении от забоя к месту разгрузки, м; L_R – расстояние движение погрузчика по траектории радиусом R ($L_R = \pi \cdot R \cdot n^\circ / 180$), м; n° – угол при повороте погрузчика на разгрузку, градус; $v_{\text{ГР}}$, $v_{\text{ПОР}}$ – соответственно скорости движения погрузчика в груженом и порожнем направлении, км/ч.

Результаты хронометражных наблюдений операций цикла колесного погрузчика Caterpillar 992 G (с ковшем вместимостью $12,0 \text{ м}^3$) представлены на рис. 4.

На основе хронометражных наблюдений временных операций цикла колесного погрузчика установлена зависимость времени черпания.

Время черпания взорванной породы колесным погрузчиком (6), с:

$$t_{\text{ч}} = 5 \cdot d_{\text{СР}} + 0,02 \cdot E_{\text{П}}^{1,72} + 6,5, \quad (6)$$

где $d_{\text{СР}}$ – средний размер куска взорванной породы [4], м; $E_{\text{П}}$ – вместимость ковша колесного погрузчика, м^3 .

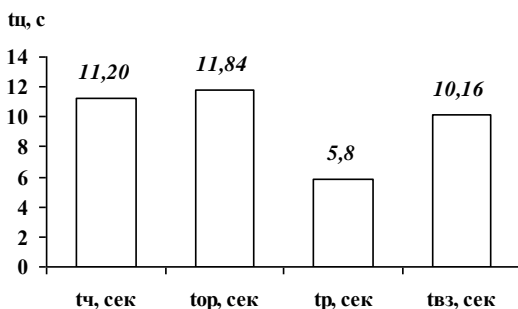


Рис. 4. Время цикла колесного погрузчика Caterpillar 992 G

На рис. 4. приняты обозначения: $t_{\text{ч}}$ - время черпания взорванной породы; $t_{\text{ор}}$ - время отъезда к месту разгрузки; $t_{\text{р}}$ - время разгрузки; $t_{\text{вз}}$ - время возврата в забой. Зависимость времени цикла колесного погрузчика Caterpillar при разработке вскрышных пород в зависимости от условий погрузки представлена в табл. 1.

Таблица 1 Время цикла при разработке вскрышных пород колесным погрузчиком Caterpillar, с

Условия погрузки	Вместимость ковша погрузчика, м ³			
	5	10	15	19
На уровне стояния	38,4	42,7	45,7	48,1
С площадки	61,8	66,1	69,1	71,5

Таблица 2. Производительность колесных погрузчиков Caterpillar при разработке вскрышных пород, м³/ч

Условия погрузки	Вместимость ковша погрузчика, м ³			
	5	10	15	19
На уровне стояния	397,7	715,1	976,4	1176,5
С площадки	246,9	461,6	650,9	797,3

Расчетная производительность колесных погрузчиков Caterpillar при разработке взорванных пород II категории по блочности представлена в таблице (см. табл. 2).

На основе результатов исследований установлено, что для разработки вскрышных пород колесным погрузчиком Caterpillar 992 ($E_{\text{п}}=12 \text{ м}^3$) с разгрузкой в автосамосвал:

- БелАЗ-75491 (80 т), из условия (1) $5,2 < 6,0 \text{ м}$, требуется площадка (насыпь) высотой 0,8 м, длиной 17,2 м и шириной 8,5 м для разгрузки породы в автосамосвал;

- Caterpillar 777 D (90,9 т) из условия (1) $5,2 > 4,8 \text{ м}$, погрузка осуществляется на уровне стояния.

При разработке вскрышных пород замена экскаваторов-мехлопат ЭКГ-5А на колесный погрузчик Caterpillar 992 технически целесообразна с увеличенной вместимостью ковша 10,0-12,0 м³.

Литература

1. Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом (ПБ 05-619-03). Серия 05. Выпуск 3/ Колл. авт.- М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. - 144 с.
2. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров./ К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин. Учеб. Для вузов: В 2 т.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Академии горных наук, 2001. - Т. II. - 535 с.: ил.

3. Справочник. Открытые горные работы./ К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Вилицкий, Н.Н. Мельников и др. - М.: Горное бюро, 1994. - 590 с.: ил.
4. Бирюков А.В. Статистические модели в процессах горного производства./ А.В. Бирюков, В.И. Кузнецов, А.С. Ташкинов. Кемерово: Кузбассвуиздат, 1996. - 228 с.

УДК 635.232.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ВО ВРУБЕ

Масаев Ю.А., Мильбергер Н.В.

КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева

Рассмотрены закономерности формирования врубовой полости при различных схемах расположения шпуровых зарядов ВВ по результатам производственных и лабораторных исследований на моделях с использованием сверхскоростной фото-регистрацией процессов.

Важной частью буровзрывного комплекса является обеспечение качества взрыва комплекта шпуровых зарядов ВВ. При этом особое внимание следует уделять правильному выбору схем врубовых шпуров, которые должны заранее планировать и формировать качество взрыва.

Эффективность взрывных работ зависит от глубины, объема и степени «очистки» врубовой полости, а также степени нарушенности заврубового массива после взрыва. Исследования показали, что общая нарушенность заврубового породного массива проявляется в образовании двух зон: зоны трещиноватости, непосредственно прилегающей к врубовой полости, и зоны волновой микронарушенности, распространяющейся в глубь массива на значительно большее расстояние за зоной трещиноватости. В свою очередь, развитие указанных зон нарушенности зависит от напряженного состояния породного массива впереди горной выработки. Породы, прилегающие к забою выработки, после взрыва становятся частично разгруженными от горного давления. При этом впереди забоя создаются условия для более эффективного использования энергии взрыва на разрушение породного массива в объеме врубовой полости, если врубовые шпуровые расположены в этой зоне.

Нами был проведен анализ по литературным источникам около 70 схем врубовых шпуров, применяемых в отечественной и зарубежной практике производства взрывных работ при сооружении горных выработок. Кроме того, были проведены производственные исследования технологии сооружения и, в частности, применяемых паспортов БВР и схем врубовых шпуров в 40 выработках шахт Кузбасса.

Исследования показали, что все схемы врубов представлены клиновыми и призматическими врубами и их различными модификациями. От-