

УДК 622.684:629.622.271

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ НА КАРЬЕРАХ АК «АЛРОСА»



И. В. ЗЫРЯНОВ,
зам. директора по науке,
д-р техн. наук,
Институт «Якутнипроалмаз»
АК «АЛРОСА» (ПАО),
Мирный, Россия,
ZyryanovIV@alrosa.ru



Г. К. ЗОЛОТУХИН,
старший
преподаватель

Мирнинский политехнический
институт (филиал) Северо-Восточного
федерального университета
имени М. К. Аммосова, Мирный, Россия



С. В. РЕШЕТНИКОВ,
аспирант

Проанализированы фактические эксплуатационные показатели погрузчиков на карьерах АК «АЛРОСА». Предложен механизм совокупной оценки этих показателей, в результате чего выработаны критерии выбора наиболее эффективных моделей погрузчиков для АК «АЛРОСА» на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: колесный погрузчик, эффективность применения, выбор модели, технико-эксплуатационный уровень.

DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.09.16

Мирнинским политехническим институтом (МПТИ) по заказу АК «АЛРОСА» была выполнена работа, направленная на оценку эффективности эксплуатации различных моделей колесных погрузчиков, применяемых на карьерах Компании.

Введение

Как известно, важной задачей при освоении любого минерального объекта является выбор рационального парка оборудования, позволяющего вести горные работы с минимальными издержками и высокими показателями производительности, надежности и безопасности.

Заложенная в проекте технология горных работ определяет производительность карьеров и, следовательно, вид и типоразмерный ряд погрузочного оборудования. Так, на карьерах АК «АЛРОСА» (далее — Компания) в качестве такового применяются мощные карьерные экскаваторы и фронтальные колесные погрузчики. Исторически сложившаяся практика приобретения горной техники в Компании продиктована спецификой алмазородных карьеров, расположенных в криолитозоне. Экстремальные температурные режимы (от -60 до $+40$ °С), физико-механические свойства пород карьеров Западной Якутии определяют высокие требования к показателям надежности горного оборудования.

Погрузка горной массы относится к одному из важнейших звеньев технологического процесса на карьерах; она ведется небольшим числом погрузочных средств, что делает ее весьма «чувствительной» к техническому состоянию горной техники. Тем самым колесные погрузчики, представленные на предприятиях обычно одной или двумя единицами, превращаются в весьма значимый и ответственный производственный объект. Учитывая большие капиталовложения на приобретение, содержание и эксплуатацию современных машин, а также динамичный рост спроса на данный вид техники, выбор рациональной марки (модели) погрузчиков является актуальной задачей для горных предприятий.

Методика и результаты исследования

Сложившаяся практика формирования парка погрузчиков на предприятии показывает, что принятие решения о закупке той или иной марки (модели) техники происходило на основании управленческого решения, принимаемого в результате анализа технического задания от горно-обогатительных комбинатов, коммерческого предложения от фирм-изготовителей и мирового опыта использования данного оборудования.

В последние годы в АК «АЛРОСА» наметилась тенденция эксплуатации погрузчиков с вместительностью ковша не менее 12 м^3 с различными типами приводов — электромеханическим (ЭМП) и гидромеханическим (ГМП) (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Характеристики погрузчиков на предприятиях АК «АЛРОСА»

Модель	Тип привода	Вместимость ковша, м^3	Число, ед.	Год ввода в эксплуатацию	Эксплуатирующее предприятие
CAT-992G	ГМП	12	1	2001	Нюрбинский ГОК (НГОК)
L-950	ЭМП	12	2	2010	
				2013	
L-1100	ЭМП	16,8	1	1999	Айхальский ГОК (АГОК)
L-1150	ЭМП	16,8	1	2013	Удачный ГОК (УГОК)
L-1100	ЭМП	16,8	1	1999	
CAT-993K	ГМП	12,2	1	2013	
L-1150	ЭМП	16,8	1	2013	

Рис. 1. Колесные погрузчики на карьерах АК «АЛРОСА»:

а — L-1100 на карьере «Юбилейный» (АГОК);
б — CAT-993K на карьере «Удачный» (УГОК);
в — CAT-992G на карьере «Ботубинский» (НГОК);
г — L-950 на карьере «Ботубинский» (НГОК)

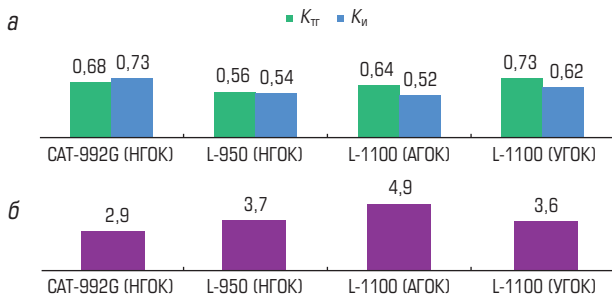
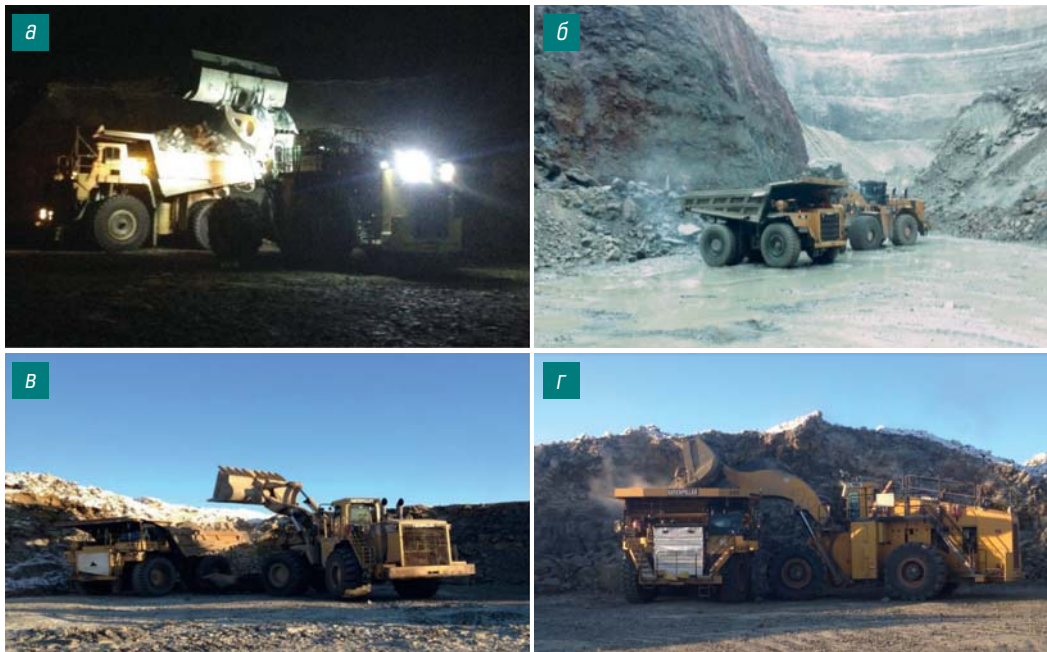


Рис. 2. Величина $K_{тр}$, $K_{и}$ (а) и годовых простоев погрузчиков, тыс. ч (б)

Выполненный обзор научно-технической литературы позволил установить, что оценка эффективности эксплуатации колесных погрузчиков различных моделей является отстающей областью исследования для большинства предприятий России и других стран СНГ, что обусловлено в основном наличием коммерческой тайны фирм-изготовителей (оценка эффективности строго на внутрифирменном уровне) и спецификой взаимоотношения эксплуатирующего предприятия и поставщика оборудования (политика ценообразования в зависимости от комплектации техники и условий поставки) [1–12].

Значительный разброс технических характеристик погрузчиков, отсутствие универсальных методик выбора наиболее эффективной модели предопределили необходимость комплексного сравнения работы погрузчиков в конкретных горнотехнических и организационных условиях подразделений Компании. Сравнение велось по показателям, наиболее полно характеризующим качественный уровень оборудования и эффективность его эксплуата-

ции. Отдельно сравнивали погрузчики с вместимостью ковша 12 и 16,8 м³.

В качестве показателей надежности погрузчиков и интенсивности их применения были выбраны коэффициент технической готовности и коэффициент использования ($K_{тр}$ и $K_{и}$). Выяснилось, что в группе машин с ковшом вместимостью 12 м³, несмотря на одинаковые условия их эксплуатации, показатели работы погрузчика CAT-992G выше, чем у L-950 (рис. 2). Разница объясняется более длительными простоями погрузчика L-950 (на 26 % больше, чем у CAT-992G), в частности из-за отсутствия запасных частей (больше на 46,5 %) и технических неполадок механического оборудования (больше на 82,3 %). В группе погрузчиков с вместимостью ковша 16,8 м³ значения $K_{тр}$ и $K_{и}$ у погрузчика L-1100 Удачинского ГОКа выше, чем у L-1100 Айхальского ГОКа, соответственно, на 15 и 16 % (см. рис. 2). Причина та же — итоговые простои в год у L-1100 Айхальского ГОКа на 36 % больше, чем у L-1100 Удачинского ГОКа, что объясняется большей величиной unplanned простоев первого (разница в 7,6 раза) из-за отсутствия запасных частей, поломок механического оборудования и нехватки ремонтного персонала.

На основании полученных данных можно судить об интенсивности применения и уровне надежности рассматриваемых погрузчиков. Дополнительными показателями эффективности их работы могут служить топливная экономичность и производительность. Для определения этих показателей по методике, разработанной специалистами МПТИ, были проведены испытания в рамках производственных возможностей Айхальского, Удачинского и Нюрбинского ГОКов.

В результате испытаний было установлено, что в группе погрузчиков с ковшом вместимостью 12 м³ наилучшими фактическими показателями топливной экономичности и производитель-

Таблица 2. Эксплуатационные показатели погрузчиков

Показатель	УГОК	АГОК	НГОК	
	L-1100	L-1100	L-950	CAT-992G
Грузоподъемность самосвалов, т	136 (100)	136	91	91
Вместимость ковша, м ³	16,8	16,8	12	12
Число циклов погрузки/ч	18,4	12,8	18,6	17,8
Число ковшей/ч	55,4	60,7	90,7	87,1
Плотность породы, т/м ³	2,4	2,4	2,4	2,4
Производительность за один цикл (расчет.), м ³	41,6	56,6	37,9	37,9
Часовая производительность (расчет.), м ³	769,2	725,1	704,6	674,6
Часовая производительность (факт.), м ³	247,5	427,5	525,5	505,8
Удельный расход топлива (факт.), л/тыс. м ³	401,5	257,1	229,8	251,0

ности обладает погрузчик L-950, а среди погрузчиков с ковшом 16,8 м³ — L-1100 Айхальского ГОКа (табл. 2).

Топливная экономичность и производительность погрузчиков оказывают значительное влияние на экономическую составляющую процесса погрузочных работ — удельные затраты на погрузку (руб/м³). Этот показатель является функцией целого ряда факторов, из которых, помимо обозначенных выше, не менее существенными являются цена и техническое состояние погрузчика, организация погрузочных работ и др. Анализ принятой в АК «АЛРОСА» методики расчета показал, что она предусматривает определение затрат не по отдельным маркам горной техники, а в целом на конкретные виды горных работ (например, вскрышные работы), при учете всех затрат, необходимых для их осуществления, — от затрат на взрывчатые вещества и общепроизводственных расходов до оплаты труда и амортизацию оборудования.

Для корректной оценки удельных затрат у сравниваемых погрузчиков возникла необходимость определения данного показателя расчетным методом. Для этого были отобраны следующие статьи затрат, имеющие наибольшее влияние на итоговую величину: фонд оплаты труда (зароботная плата); ЕСН (единый социальный налог); дизельное топливо; запасные части для проведения ремонта и технической эксплуатации; смазочные материалы; шины; амортизация.

Во избежание влияния фактора «возраста» рассматриваемых погрузчиков при сравнении их стоимости, а также величины затрат при проведении технической эксплуатации (ТЭ) и текущего ремонта (ТР), специалистами МПТИ было принято решение определить динамику удельных затрат на погрузку расчетным методом за нормативный срок службы 7 лет. При этом расчетные затраты на материалы для проведения ТЭ и ТР определены на основании утвержденных в 2012 г. внутрифирменных годовых норм расходования запасных частей на ремонт импортного оборудования на 2013 г. Расчеты велись с использованием фактических технико-эксплуатационных показателей работы погрузчиков (время нахождения в работе) и данных производственных испытаний при двухсменном режиме эксплуатации по 12 ч (рис. 3). Установлено, что средняя величина удельных затрат у погрузчика

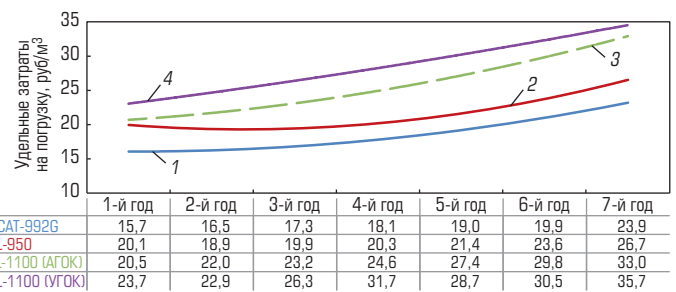


Рис. 3. Динамика изменения расчетной величины удельных затрат на погрузку за нормативный срок службы погрузчиков

CAT-992G ниже, чем у L-950 на 13,6 % (18,6 руб/м³ против 21,6 руб/м³). Среди погрузчиков с ковшом 16,8 м³ этот показатель у L-1100 Айхальского ГОКа ниже, чем у L-1100 Удачинского ГОКа на 9,5 % (25,8 и 28,5 руб/м³).

Как показывает практика, выделенные и проанализированные выше показатели работы погрузчиков все же не могут служить всеобъемлющим мерилем предпочтительности определенной модели погрузчика. Рассматривать данный вопрос следует на основе комплексного подхода, учитывающего, кроме рассмотренных, еще и другие немаловажные факторы.

Для объективной оценки эффективности применения той или иной модели погрузчика необходимо проанализировать весь набор характеристик технического и эксплуатационного уровня машин. Применительно к рассматриваемым погрузчикам эти характеристики были обозначены и количественно оценены экспертным путем по результатам анкетирования специалистов (механиков ремонтных служб и технологов Айхальского, Удачинского и Нюрбинского ГОКов.

К характеристикам технического уровня погрузчиков отнесены:

1. Срок службы машины.
2. Долговечность основных узлов и агрегатов.
3. Коэффициент технической готовности.
4. Тягово-скоростные качества (усилия копания, скорость движения и др.).

5. Качество трансмиссии.
 6. Топливная экономичность.
 7. Оснащенность машины штатными информационными системами.
 8. Линейные и весовые параметры погрузчика.
- В характеристики эксплуатационного уровня погрузчиков включены:
1. Соблюдение паспортных условий эксплуатации машины по климатическим и геомеханическим факторам.
 2. Эргономические показатели машины.
 3. Удельные затраты на погрузку.
 4. Экологические показатели машины.
 5. Кадровая и технологическая обеспеченность.
 6. Качество сервисного обслуживания.
 7. Цена машины.
 8. Эксплуатационная производительность погрузчика.


Заключение

На основании результатов сравнительной оценки колесных погрузчиков при формировании парка погрузочных средств на перспективу было рекомендовано следующее:

- для Нюрбинского ГОКа — при выборе ориентироваться на погрузочное оборудование с гидромеханической трансмиссией производства Caterpillar;
- для Айхальского и Удачинского ГОКа — в связи с отсутствием погрузчиков с гидромеханической трансмиссией в классе вместимости ковша более 12 м³ на предприятиях и значительным опытом применения машин с электромеханической трансмиссией в дальнейшем ориентироваться на погрузчики производства Le Tourneau.

Итоги данной работы были рассмотрены на совещании заказчика и приняты для работы Управлением главного механика АК «АЛРОСА».

Библиографический список

1. Der Tausendsassa // GP: Gesteins-Perspekt. 2015. Vol. 19, No. 4. S. 68–73.
2. Репин Н. Я., Репин Л. Н. Выемочно-погрузочные работы : учеб. пособие. — М. : Горная книга, 2010. — 268 с.
3. Подэрни Р. Ю. Механическое оборудование карьеров. — 6-е изд. — М. : МГУ, 2007. — 680 с.
4. Артемьев В. Б., Шаповаленко Г. Н. Шесть причин целесообразности приобретения универсального оборудования большой единичной мощности // Уголь. 2011. № 4. С. 26–29.
5. Домбровский В. В. Расчет рабочего оборудования пневмоколесных фронтальных погрузчиков : метод. указания. — Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. — 7 с.
6. Слободянюк В. К., Турчин Ю. Ю. Совершенствование схем вскрытия глубоких горизонтов в сложных гидрогеологических условиях железорудных карьеров // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost. 2014. № 2. С. 65–68
7. Бояркина И. В. Технологическая механика одноковшовых фронтальных погрузчиков : монография. — Омск : СибАДИ, 2011. — 335 с.
8. Аглюков Х. И., Ялалов А. А. Оценка эффективности эксплуатации погрузчиков при добыче блочного камня на Нижне-Санарском месторождении гранодиоритов // Научные труды Sworld. 2013. Т. 17. № 4. С. 88–92.
9. Productivity and fuel efficiency // Agr. Build. Constr. Mag. 2014. Vol. 35. No. 121. P. 8.
10. Case-Radlader der F-Serie: Schnell, produktiv und kraftstoffsparend // Schweiz. Baust.-Ind. 2015. Vol. 47. No. 4. S. 51.
11. Perfect abgestimmt // GP: Gesteins-Perspekt. 2014. No. 5. P. 36.
12. Caterpillar Performance handbook. Publication by Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, USA. 2011. p. 41. 

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 9, pp. 81–84
DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.09.16

Comparative assessment of wheel loader efficiency in open pit diamond mines of ALROSA

Information about authors

I. V. Zyryanov¹, Deputy Director of Scientific Work, Doctor of Engineering Sciences, ZyryanovIV@alrosa.ru

G. K. Zolotukhin², Senior Lecturer

S. V. Reshetnikov², Post-Graduate Student

¹ Yakutniproalmaz Institute, ALROSA, Mirny, Russia

² Mirny Polytechnic Institute (branch), Ammosov North-Eastern Federal University, Mirny, Russia

Abstract

Selection of the rational mining equipment fleet for efficient operation at minimal costs and enhanced performance, reliability and safety is one of the most important tasks in development of any deposit.

The wheel loaders available in mines in amount of one or two machines are important and significant production objects. Considering substantial procurement, maintenance and operation investment, selection of a rational machine model is a topical objective.

The common practice of shaping the fleet of loaders in a mine shows that the decision on procurement of a machine model under conditions of deficient operating experience is made based on a managerial solution after the comprehensive review of performance specifications submitted by mining and processing plants, commercial proposal made by manufacturers and the global experience in employing high technical level equipment.

The article offers an approach to comparative assessment of performance characteristics of wheel loaders, including analysis of operating data and reliability of the machines, evaluation of fuel saving and production output, as well as economic efficiency and assessment of operational level of wheel loaders.

In aggregate, the considered characteristics are the selection criterion for wheel loaders and allow reasonable approach to optimal structuring of mining machinery fleet. The investigation results have been discussed and approved for application at ALROSA company.

Keywords: wheel loader, performance characteristics, model selection, technical-and-operational level.

References

1. Der Tausendsassa. GP: Gesteins-Perspekt. 2015. Vol. 19, No. 4. ss. 68–73.
2. Repin N. Ya., Repin L. N. Extraction-and-loading : tutorial. Moscow : Gornaya kniga, 2010. 268 p.
3. Poderni R. Yu. Mechanical equipment of open pits. Sixth edition. Moscow : Moscow State Mining University, 2007. 680 p.
4. Artemev V. B., Shapovalenko G. N. Six reasons of expediency of purchase of the universal equipment of the big individual capacity. Ugol. 2011. No. 4. pp. 26–29.
5. Dombrovskiy V. V. Calculation of operation equipment of pneumowheel frone loaders : methodical guidances. Tomsk : Tomsk State Architecture-Construction University, 2015. 7 p.
6. Slobodanyuk V. K., Turchin Yu. Yu. Improvement of schemes of opening of deep horizons in complex hydrogeological conditions of iron ore open pits. Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost. 2014. No. 2. pp. 65–68
7. Boyarkina I. V. Technological mechanics of front end loaders : monograph. Omsk : Siberian State Automobile and Highway Academy, 2011. 335 p.
8. Aglyukov Kh. I., Yalalov A. A. Assessment of efficiency of exploitation of loaders during the extraction of block stone on Nizhne-Sanar deposit of granodiorites. Nauchnye trudy Sworld. 2013. Vol. 17, No. 4. pp. 88–92.
9. Productivity and fuel efficiency. Agr. Build. Constr. Mag. 2014. Vol. 35, No. 121. pp. 8.
10. Case-Radlader der F-Serie: Schnell, produktiv und kraftstoffsparend. Schweiz. Baustoff-Industrie. 2015. Vol. 47, No. 4. p. 51.
11. Perfect abgestimmt. GP: Gesteins-Perspekt. 2014. No. 5. p. 36.
12. Caterpillar Performance handbook. Publication by Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, USA. 2011. p. 41.