

Секция 2. Проблемы добычи, переработки природных ресурсов и защиты окружающей среды

УДК 629.353

ОБЗОР ВЫПУСКАЕМЫХ ДИЗЕЛЬ-ТРОЛЛЕЙВОЗОВ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

А.Н. Панов, Н.В. Ерофеева

© Панов А.Н., Ерофеева Н.В., 2024

Аннотация. В статье дан обзор выпускаемых дизель-троллейбусов, приведены их конструктивные особенности и базовые характеристики. Представлены дизель-троллейбусы, производимые такими крупными компаниями, как Liebherr, Hitachi, Komatsu, Caterpillar, БелАЗ. Рассмотрены основные характеристики дизель-троллейбусов, необходимые для их внедрения на открытые горные работы с целью повышения производительности производства в целом.

Ключевые слова: дизель-троллейбус, открытые горные работы, контактная сеть, тяговая характеристика.

Дизель-троллейбусы представляют собой наземное транспортное средство, которое использует как дизельный привод, так и электротягу от воздушных проводов через токосъемное устройство. За рубежом дизель-троллейбусы в горной промышленности являются неотъемлемой частью транспортирования горной массы [1]. Данная техника широко применяется для перевозки руды и других материалов с мест добычи до перерабатывающих установок или складов. Российские предприятия по открытой добыче полезных ископаемых в последнее время проявляют интерес к внедрению дизель-троллейбусов на участках, имеющих затяжные уклоны.

Дизель-троллейбусы обладают рядом преимуществ перед другими видами транспорта [2], что делает их оптимальным выбором для использования в горной промышленности. Во-первых, по сравнению с традиционными автосамосвалами при работе на затяжных подъемах они подключаются к контактной сети, при этом дизельный привод работает на оборотах, близких к холостым, что значительно сокращает вредные выбросы и ведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду, создает более комфортные условия работы оператора на горных

объектах. Во-вторых, электротяга обеспечивает более высокую энергоэффективность и производительность. Благодаря уникальной системе питания дизель-троллейвозы способны развивать большую скорость при движении на подъем по сравнению с традиционными дизельными самосвалами, что значительно способствует эффективности процесса перевозки горной массы.

Выпуском самосвалов, оборудованных троллейной системой, занимаются многие зарубежные компании. Приведем примеры некоторых из них.

Так, японская транснациональная корпорация Komatsu Ltd. освоила выпуск дизель-троллейвоза Komatsu 860E-1K (рис. 1а) – самосвала с возможностью подключения к троллейной сети [3]. Машина грузоподъемностью 254 т (табл. 1) обладает повышенной (приблизительно в 1,5 раза) скоростью движения в троллейном режиме работы (рис. 1б). В планах корпорации оснащение самосвалов 830E-5 и 930E-5 троллейной системой [1].

Таблица 1

Техническая характеристика
дизель-троллейвоза [3]

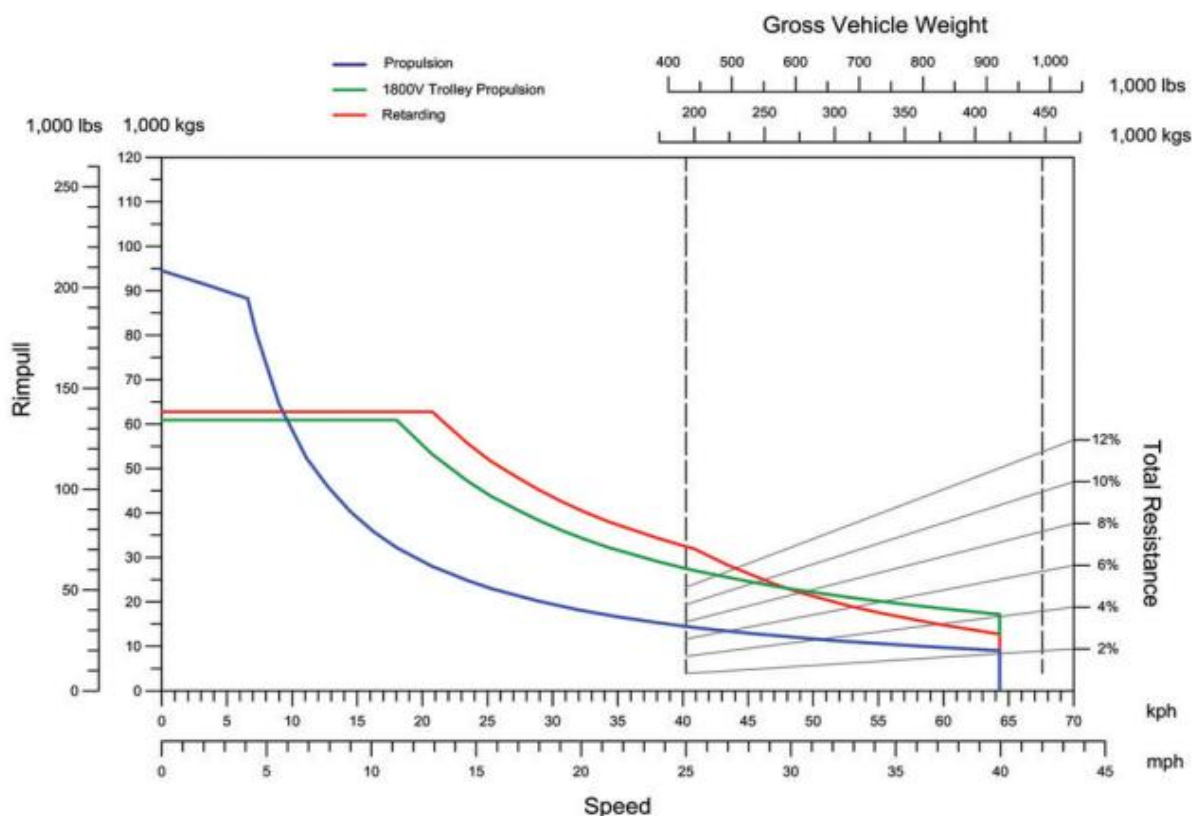
Техническая характеристика	Модель самосвала 860E-1K с возможностью установки троллейного питания
Грузоподъемность, т	254,363
Вместимость кузова с «шапкой» (2 : 1), м ³	169
Мощность при 1 900 мин ⁻¹ , кВт	2014
Максимальная скорость, км/ч	64,5
Масса тары, т	200,351
Полная масса, т	454,363

Японский конгломерат Hitachi Ltd. выпускает такие модели дизель-троллейвозов Hitachi, как EH3500AC-3, EH3500AC-3 и EH4000AC-3 (рис. 2, табл. 2). При дизельном режиме напряжение питания тяговых двигателей составляет 1 800 В постоянного тока. При этом мощность двигателя внутреннего сгорания расходуется на работу двух тяговых двигателей в максимальном режиме, вспомогательного оборудования и гидравлического насоса. В режиме питания от троллейных сетей дизельный двигатель работает практически на холостом ходу

(1 200 мин⁻¹), обеспечивая работу только вспомогательного оборудования и гидравлического насоса. Напряжение питания, снимаемое с контактной сети и подаваемое к тяговым двигателям, составляет 2 400–2 600 В постоянного тока, что ведет к увеличению приблизительно в два раза скорости движения самосвала в троллейном режиме по сравнению с дизельным [4].



а



б

Рис. 1. Дизель-троллейвоз 860Е-1КТ (а) и его тяговая характеристика (б)

Таблица 2

Техническая характеристика самосвала Hitachi
с возможностью установки троллейного питания [5]

Техническая характеристика	Модели самосвала Hitachi с возможностью установки троллейного питания		
	EH3500AC-3	EH400AC-3	EH5000AC-3
Грузоподъемность, т	181,0	221,0	296,0
Вместимость кузова с «шапкой» (2:1), м ³	117,0	154,0	202,0
Номинальная мощность при 1 900 мин ⁻¹ , кВт	1 491	1 864	2 125
Мощность генератора переменного тока, кВ·А	1 500	1 900	2 050
Мощность мотор-колеса переменного тока, кВт	620	765	920
Максимальная скорость, км/ч	56,0	56,0	56,0
Масса тары, т	141,0	163,0	204,0
Полная масса, т	322,0	384,0	500,0



а



б

Рис. 2. Дизель-троллейвозы Hitachi EH3500AC-3 (а) и EH5000AC-3 (б)

Самосвалы Liebherr (рис. 3, табл. 3) грузоподъемностью от 100 до 363 т могут оснащаться токоприемниками, что приводит к существенной экономии топлива, а также снижению загазованности прилегающих к троллейной линии участков трассы [6]. Так, при переходе с дизельного режима на троллейный происходит снижение расхода топлива с 37,0 до 2,3, с 45,0 до 2,0, с 50,0 до 2,5 л/км пробега для троллейвозов моделей T264, T274, T284 соответственно. Сокращение выбросов CO₂ составляет от 29 до 70 % при протяженности трассы 1–3 км. Скорость движения самосвала в троллейном режиме на уклонах 10 % увеличивается приблизительно в 1,6–1,8 раза и может достигать до 24,0–27,0 км/ч.

Конструкция токосъемников допускает отклонение машины от оси контактной линии как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. В последнем случае отклонение машины допускается до ±1,5 м.

Таблица 3

Техническая характеристика самосвалов Liebherr с возможностью установки троллейного питания

Техническая характеристика	Модели самосвала Liebherr с возможностью установки троллейного питания			
	T236	T264	T274	T284
Грузоподъемность, т	100,0	240,0	305,0	363,0
Полная мощность, кВт	895	2 013	2 720	2 720
Частота вращения, мин ⁻¹	1 800– 2 100	1 900	1 800	1 800
Максимальная скорость, км/ч	55,0	55,0	54,3	57,0
Масса тары, т	80,0	176,0	229,0	242,0
Полная масса, т	180,0	416,0	534,0	605,0



а



б

Рис. 3. Дизель-троллейвозы Liebherr T284 (а) и T236 (б)

Самосвалы Caterpillar (табл. 4) также оснастили токосъемниками. Дизель-троллейвоз CAT 795FAC (рис. 4) экономит приблизительно 40 л дизельного топлива на один километр троллейной линии. При этом скорость перемещения на уклоне практически в два раза превосходит показатели традиционных самосвалов. Компания Caterpillar планирует перевести на дизель-троллейный режим и модели 794AC, 796AC и 798AC [7].

Таблица 4

Техническая характеристика самосвалов Liebherr с возможностью установки троллейного питания [8]

Техническая характеристика	Модели самосвалов Caterpillar			
	795F	794AC	796AC	798AC
Грузоподъемность, т	313	297	327	372
Вместимость кузова, м ³	121	115	210	230
Полная мощность, кВт	2 536	2 610	2 610	2 610
Максимальная скорость, км/ч	64	56	56	56
Масса тары, т	257	224	249	251
Полная масса, т	570	521	576	623



Рис. 4. Дизель-троллейвоз Caterpillar CAT 795F

Холдингом АО «БелАЗ» разработан экспериментальный дизель-троллейвоз БелАЗ-7530Е (рис. 5, табл. 5) грузоподъемностью 220 т. В планах компании оснащение самосвалов грузоподъемностью 240, 320 и 360 т троллейной системой [9].

Таблица 5

Техническая характеристика дизель-троллейвоза БелАЗ-7530Е [10]

Техническая характеристика	Дизель-троллейвоз модели БелАЗ-7530Е
Грузоподъемность, т	220
Вместимость кузова, м ³	110
Полная мощность, кВт	2 300
Максимальная скорость, км/ч	43
Масса тары, т	156
Полная масса, т	376



Рис. 5. Дизель-троллейвоз БелАЗ-7530Е

Таким образом, каждая из моделей дизель-троллейвоза, представленных компаниями Komatsu, Hitachi, Liebherr, Caterpillar и БелАЗ, уникальна. Любая найдет свое применение при транспортировании горной массы в определенных геологических условиях на открытых горных работах.

Дизель-троллейвозы станут хорошей заменой имеющимся традиционным автосамосвалам. Однако следует отметить, что рациональное применение троллейвозов возможно лишь на предприятиях, имеющих участки трассы с затяжными подъемами. В противном случае использование самосвалов с троллейной системой не даст нужного экономического эффекта от их внедрения.

Для тех предприятий, где электроэнергия довольно дешевая, переход на троллейный режим работы самосвала будет действительно хорошим решением. Также благодаря тому, что дизель-троллейвозы при работе от контактной сети образуют меньше вредных выбросов, станет возможно решить проблему экологического фактора, повысить качество условий работы операторов и сохранить окружающую среду.

Библиографический список

1. Транспортный экомобиль: дизель-троллейвозы возвращаются? // Добывающая промышленность. URL: <https://dprom.online/mtindustry/transportnyj-ekobum-dizel-trollejvozyvozvrashhayutsya/?ysclid=lojshxvy88236585884/> (дата обращения: 15.11.2023).
2. Хазин М.Л., Штыков С.О. Карьерный электрифицированный транспорт // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2018. Т. 16. № 1. С. 11–18.
3. Самосвалы с жесткой рамой. URL: <https://www.komatsu.ru/catalog/stroitel'naya-i-gornaya-tekhnika/samosvaly-s-zhestkoy-ramoy/> (дата обращения: 15.11.2023).
4. EH3500AC-3-Brochure.pdf. URL: <https://hitachicm.com.au/wp-content/uploads/2021/05/EH3500AC-3-Brochure.pdf> (дата обращения: 15.11.2023).
5. Спецтехника Hitachi для горнодобывающей промышленности – Hitachi Construction Machinery. URL: <https://www.hitachicm.ru/produkcija/gornodobyvayuschaya-promyshlennost/> (дата обращения: 15.11.2023).
6. Mining trucks | Liebherr. URL: <https://www.liebherr.com/en/rus/products/mining-equipment/mining-trucks/mining-trucks.html/> (дата обращения: 15.11.2023).
7. Транспортный экомобиль: дизель-троллейвозы возвращаются? URL: <https://www.mining-portal.ru/publish/transportnyiy-ekobum--dizel-trolleyvozyvozvrashchayutsya-/> (дата обращения: 15.11.2023).
8. Карьерные самосвалы | Шахтные самосвалы | Cat | Caterpillar, URL: https://www.cat.com/ru_RU/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks.html (дата обращения: 15.11.2023).
9. Степук О.Г., Зуенок А.С. Дизель-троллейвозный транспорт БЕЛАЗ: перспективы использования в горном производстве // Горный журнал. 2013. № 1. С. 52–55.
10. Карьерные самосвалы серии 7530. URL: <https://belaz.by/products/products-belaz/dumpers/dump-trucks-withelectromechanical-transmission/dumpers-series-7530/?ysclid=lowspaejd4268845234/> (дата обращения: 15.11.2023).

OVERVIEW OF PRODUCED DIESEL DUMP TRUCKS WITH A TROLLEY SYSTEM FOR OPEN MINING

A.N. Panov, N.V. Erofeeva

***Abstract.** The article gives an overview of diesel trolley trucks, their design features and basic characteristics. Diesel trolley trucks produced by such large companies as Liebherr, Hitachi, Komatsu, Caterpillar, BelAZ are presented. The basic characteristics of diesel trolley trucks are considered, which are necessary for their introduction into open-pit mining operations in order to increase the productivity of production in general.*

***Keywords:** diesel dump trucks with a trolley system, open pit mining, trolley system, traction characteristics.*

Об авторах:

ПАНОВ Андрей Николаевич – студент 6-го курса горного института, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Кемерово. E-mail: andrey.andryha.panov@mail.ru

ЕРОФЕЕВА Наталья Валерьевна – доцент кафедры горных машин и комплексов, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Кемерово. E-mail: env.stm@kuzstu.ru

About the authors:

PANOV Andrey Nikolaevich – 6th year Student of the Mining Institute, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo. E-mail: andrey.andryha.panov@mail.ru

EROFEEVA Natalya Valerievna – Associate Professor of the Department of Mining Machines and Complexes, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo. E-mail: env.stm@kuzstu.ru