

ТРАНСПОРТ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 622. 271:625.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ БУЛЬДОЗЕРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Арефьев С.А.

Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. В статье приведен анализ преимуществ колесных бульдозеров, обеспечивающих при их применении повышение эффективности работ по строительству и содержанию автодорог на карьерах.

Предлагается использовать для определения мощности двигателя и эксплуатационной массы новых моделей колесных бульдозеров регрессионные зависимости, связывающие указанные параметры с шириной их рабочего оборудования – отвала.

Выполнен анализ основных параметров колесных бульдозеров, выпускаемых ведущими фирмами-производителями («Катерпиллер», «Комацу» и т.п.). В результате обработки исходной информации получены регрессионные зависимости, определяющие связь между шириной отвала колесных бульдозеров, мощностью их двигателей и эксплуатационной массой.

Полученные зависимости могут использоваться при прогнозировании мощности двигателя и эксплуатационной массы перспективных моделей колесных бульдозеров. Они также пригодны для быстрого выбора модели колесного бульдозера, которую целесообразно применять при строительстве и содержании дорог на конкретном карьере.

Ключевые слова: колесный бульдозер; мощность двигателя; эксплуатационная масса, ширина отвала; карьер; автодорога; регрессионные зависимости.

Введение

В последние десятилетия на крупных отечественных и зарубежных карьерах все большее распространение получают мощные колесные бульдозеры.

Важнейшим их преимуществом является в 2-3 раза большая, чем у гусеничных машин скорость передвижения. Благодаря этому они обладают высокой мобильностью, необходимой для обеспечения возможности обслуживания нескольких объектов и производства работ на различных участках карьера. Имея малый радиус поворота, колесные бульдозеры отличаются повышенной маневренностью. К их достоинствам также относятся меньшая металлоемкость и более простая, чем у гусеничных машин конструкция. Применение колес большей размерности и то, что задние и передние колеса следуют по одной колее, повышает проходимость машины. Большие шины низкого давления позволяют колесным бульдозерам без повреждений пересекать рельсовые пути, различные кабели и почти не разрушать дорожное полотно. В их пользу говорит и то, что они имеют много общих узлов

и агрегатов с пневмоколесными погрузчиками (включая шарнирно-сочлененную раму).

По сравнению с автогрейдерами колесные бульдозеры, как правило, имеют большую мощность и более высокую проходимость, что особенно важно при строительстве и содержании карьерных автодорог.

Высокая маневренность и мобильность делают предпочтительным использование колесного бульдозера на работах, выполняемых на складах готовой продукции горных предприятий.

Они также находят широкое применение при выравнивании поверхности рабочих площадок и очистке их от кусков породы в забоях экскаваторов. При этом, как отмечалось выше, колесный бульдозер способен, относительно быстро перемещаясь от одного места работы к другому, обслуживать несколько горизонтов, что проблематично для имеющей меньшую скорость гусеничной машины, ходовая система которой менее приспособлена для передвижения на большие расстояния.

Колесные бульдозеры могут с высокой эффективностью перемещать грунт на значительно большее расстояние, чем гусеничные.

Широко используют колесные бульдозеры для строительства, содержания и ремонта карьерных автодорог. На многих предприятиях они постоянно патрулируют дороги для очистки их от просыпей, возникающих при движении груженых карьерных автосамосвалов. Так как колесный бульдозер может перемещаться по карьерным дорогам с той же скоростью, что и технологический транспорт, он в отличие от гусеничных машин не мешает движению автосамосвалов и не способствует снижению их производительности. Колесный бульдозер может также подготовить съезд, спланировать трассу, что не под силу автогрейдеру.

Высокая эффективность применения колесного бульдозера на дорожных работах приобретает особое значение в связи с тем, что автомобильный транспорт сегодня используется для перевозки 75% всей горной массы на карьерах и разрезах России и стран СНГ.

В то же время отечественные производители уделяют недостаточно внимания созданию новых моделей колесных бульдозеров. В связи с этим горнодобывающие предприятия при приобретении их часто вынуждены довольствоваться машинами, изготовленными на базе серийных колесных тракторов, которые первоначально создавались для других целей. Эффективность и надежность работы таких колесных бульдозеров, как правило, ниже, чем у машин, которые создавались специально для работы в тяжелых условиях горных предприятий.

Необходима разработка новых моделей отечественных колесных бульдозеров и обоснование с этой целью их основных рабочих параметров.

Теория и технологические разработки

Проблема создания новых моделей колесных бульдозеров усугубляется тем, что внедрение в последние годы на горных предприятиях новых автосамосвалов грузоподъемностью 220-320 т, имеющих большие ширину и массу по сравнению с ранее применявшимися машинами, требует изменения параметров и технологии строительства карьерных автодорог.

Ширина карьерных дорог и транспортных берм при использовании тяжелых автосамосвалов должны быть увеличены в 2-3 раза [1-7], а возросшая полная масса самосвалов приводит к существенному росту требований к качеству дорожного покрытия и работ, связанных со строительством и содержанием дорог.

Условия эффективного применения колесных бульдозеров в дорожном строительстве требуют соответствия их технических характеристик ос-

новным параметрам карьерных автодорог [8, 9].

Анализ показывает, что ширина автодорог в крупных карьерах сегодня существенно превышает размеры рабочего оборудования колесных бульдозеров, используемых при их строительстве и содержании [10, 11]. Это приводит к тому, что возникает необходимость в большем количестве параллельных проходов колесного бульдозера вдоль строящегося или обслуживаемого участка.

С целью обслуживания автодорог, предназначенных для движения новых тяжелых карьерных автосамосвалов, необходимо создание и внедрение более крупных моделей колесных бульдозеров с большей шириной отвала. В то же время увеличение ширины рабочего оборудования колесных бульдозеров ведет к существенному росту мощности их двигателей и эксплуатационной массы.

Обеспечить оперативное определение и прогнозирование мощности двигателя и эксплуатационной массы новых моделей колесных бульдозеров позволяет использование регрессионных зависимостей, связывающих указанные параметры с шириной рабочего оборудования – отвала.

Выявить количественные зависимости между основными рабочими параметрами колесных бульдозеров позволяет анализ технических характеристик машин выпускаемых ведущими фирмами-производителями («Катерпиллер», «Комацу», БелАЗ и т.п.).

На карьерных автодорогах, как правило, используются колесные бульдозеры с мощностью двигателя от 150 до 380 кВт, а при необходимости перемещения значительных объемов горной массы применяются более крупные машины мощностью 400-637 кВт.

В связи с этим в ходе исследований рассматривались колесные бульдозеры с мощностью двигателя более 150 кВт и шириной отвала более 3,6 м.

В результате обработки исходной информации были получены регрессионные зависимости, определяющие связь между шириной отвала колесного бульдозера (B , мм), мощностью его двигателя (M , кВт) и эксплуатационной массой (Q , т).

Для определения мощности двигателя (кВт) колесного бульдозера предлагается зависимость

$$M = 7,31B^{2,4}, \quad (1)$$

Сравнение фактических и расчетных значений мощности двигателя для различных моделей колесных бульдозеров (см. **таблицу**) демонстрирует высокую точность расчетов по приведенной зависимости.

Фактические и расчетные значения мощности двигателя колесных бульдозеров

Модель	Ширина отвала, м	Мощность двигателя, кВт		Отклонение расчетной мощности двигателя от фактической	
		фактическая	расчетная	кВт	%
Катерпиллер					
824H	4,51	264	271,6	7,60	2,88
834H	5,07	372	359,6	-12,3	-3,30
854K	6,32	597	610,4	13,4	2,25
Комацу					
WD420-3	3,75	167	174,4	7,41	4,44
WD600-3	5,10	362	364,8	2,82	0,78
WD900-3	6,47	637	645,7	8,78	1,37

График зависимости мощности двигателя от ширины отвала колесного бульдозера приведен на **рис. 1**.

Для определения эксплуатационной массы (т) колесного бульдозера предлагается зависимость

$$Q = 0,41B^{2,94}. \quad (2)$$

График зависимости эксплуатационной массы от ширины отвала колесного бульдозера приведен на **рис. 2**.

Величина коэффициента корреляции r для полученных зависимостей достаточно высокая – от 0,959 до 0,981.

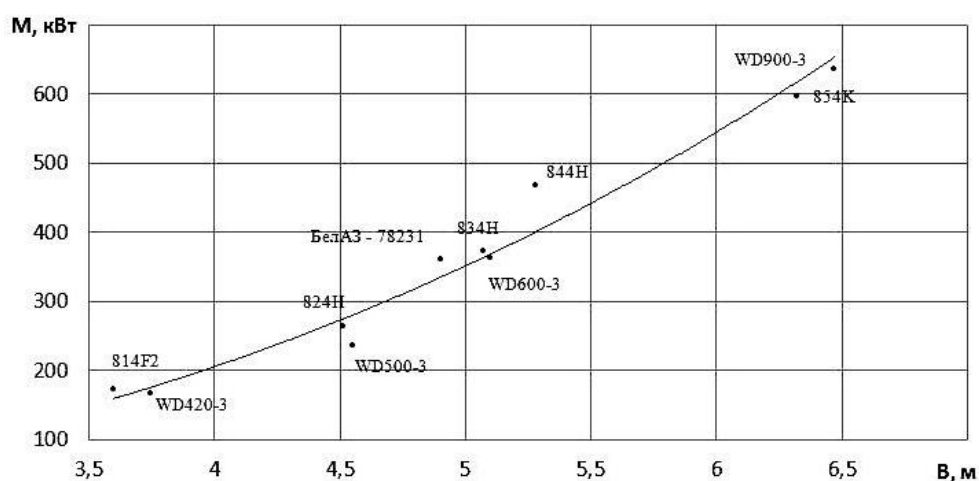


Рис. 1. Зависимость мощности двигателя (М) от ширины отвала колесного бульдозера (В)

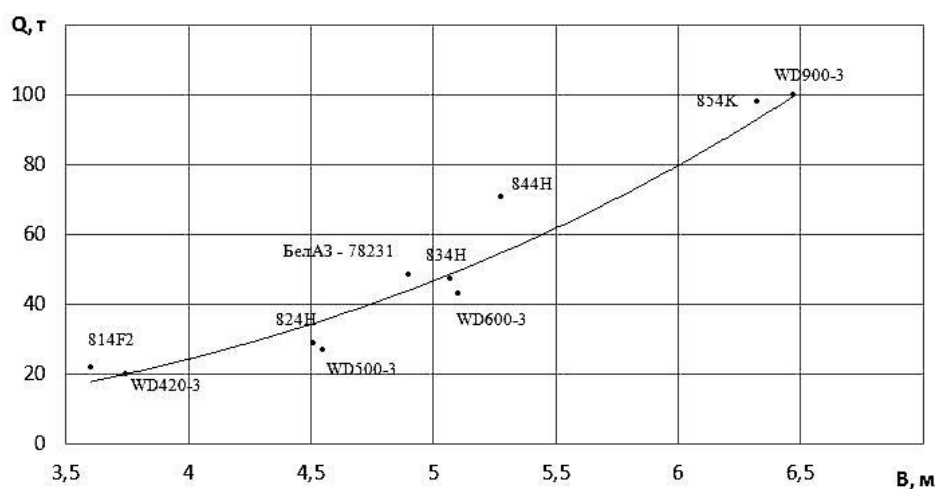


Рис. 2. Зависимость эксплуатационной массы (Q) от ширины отвала колесного бульдозера (В)

Заключение

Анализ технических характеристик колесных бульдозеров, выпускаемых ведущими мировыми фирмами-производителями, позволил выявить количественные зависимости между основными рабочими параметрами колесных бульдозеров.

Полученные зависимости могут использоваться при прогнозировании мощности двигателя и эксплуатационной массы перспективных моделей колесных бульдозеров, предназначенных для работы в комплексе с новыми карьерными автосамосвалами большой грузоподъемности.

Данные зависимости также пригодны для быстрого выбора модели колесного бульдозера, которую целесообразно применять при строительстве и содержании дорог в условиях конкретного карьера.

Список литературы

11. Стенин Ю.В. Исследование геометрических параметров карьерных автодорог и их влияния на режим движения технологических автосамосвалов // Изв. вузов. Горный журнал. 2000. №1. С. 45-49.
12. Сидяков В.А., Колчанов А.Г., Стенин Ю.В. Карьерные автомобильные дороги. М.: ООО «Издательский дом Недра», 2011. 144 с.: ил.

13. Инструкция по строительству и содержанию внутрикарьерных автодорог для автосамосвалов грузоподъемностью 110-180 тонн. Харьков, 1985. 93 с.
14. Смирнов В.П., Лель Ю.И. Теория карьерного большегрузного автотранспорта. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 355 с.
15. Стенин Ю.В., Лель Ю.И., Колчанов А.Г. Карьерные автодороги – значение и проблемы совершенствования // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГТУ, 2009. №11. С. 393-400.
16. Проблемы совершенствования параметров и транспортно-эксплуатационных качеств карьерных автодорог / Лель Ю.И., Стенин Ю.В., Колчанов А.Г., Арефьев С.А. // Нерудная промышленность. СПб.: Изд-во «Красная линия». 2012. №2(9). С. 18-25.
17. Стенин Ю. В., Ильбульдин Д. Х. Рациональные параметры автотранспортных берм карьеров // Горный журнал. 2010. №4. С. 80-84.
18. Арефьев С.А., Стенин Ю.В. Возможные направления по совершенствованию дорожно-строительной техники для карьеров // Материалы Международной научно-практической конференции «Уральская горная школа – регионам» г. Екатеринбург, 23-24 апреля 2012 г.: сборник докладов / Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2012. С. 258-260.
19. Томпсон Р.Д., Виссер А.Т. Основы комплексного проектирования карьерных дорог открытых горных разработок // Открытые горные разработки. Осушение и окружающая среда. 1997. №11. С. 121-128.
20. Карьерная техника ПО «БЕЛАЗ»: справочник / под ред. Маринова П.Л., Анистратова К.Ю. М.: ООО «КА технокомплект», 2005. 448 с.: ил.
21. Справочник по эксплуатационным характеристикам Caterpillar 42 публикация компании Caterpillar Inc., Пеория, шт. Иллинойс, США. 2012. №42. 1598 с.: ил.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

DETERMINATION OF THE BASIC PARAMETERS OF WHEEL DOZERS USED IN MINING ENTERPRISES

Arefiev Stepan Aleksandrovich – Teacher of the Open Pit Mining Department, Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia. Phone: 257-22-44. E-mail: arefevsa@yandex.ru.

Abstract. The article gives an analysis of the advantages of wheel dozers, the application of which enhances the efficiency of construction and maintenance of roads in the quarries.

To determine the engine power and operating weight of new models of wheel dozers, it was proposed to use regression dependencies connecting these parameters with the width of their work equipment – the blade.

We analyzed basic parameters of wheel dozers, produced by leading manufacturers (Caterpillar, Komatsu, etc.). By processing of initial information the regression dependencies were obtained, defining relations between the width of wheel dozers blade, power of their engines and operating weight.

The obtained dependencies can be used at forecasting of engine power and operating weight of advanced models of wheel dozers. They are also suitable for quick selection of a wheel dozer model, which is expedient for use in the construction and maintenance of roads in a particular quarry.

Keywords: wheel dozer, engine power, operating weight, the width of the blade, quarry, road, regression dependencies.

References

1. Stenin Y.V. Research of geometry parameters of quarry roads and their influence on technological dump trucks mode of movement. *Izv. vuzov. [Mining Journal]*. 2000, №1. pp. 45-49.
2. Sidjakov V.A., Kolchanov A.G., Stenin Y.V. Quarry motorroads. Moscow: Publ. Nedra, 2011, 144 p.
3. Instructions for construction and maintenance of in-quarry roads for dump trucks with load capacity 110-180 tons. Kharkiv, 1985. 93 p.
4. Smirnov V.P., Lel Y.I. *Teoriya kar'ernogo bol'shegruznogo avto-transporta* [Theory of quarry heavy vehicles]. Ekaterinburg. Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2002. 355 p.
5. Stenin Y.V., Lel Y.I., Kolchanov A.G. Quarry motorroads – their importance and problems of improvement. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mountain information – analytical bulletin]. Moscow: Publ. Moscow State Mining University, 2009, no. 11, pp. 393-400.

6. Lel Y.I., Stenin Y.V., Kolchanov A.G., Arefjev S.A. Problems of improving the parameters and transport performance qualities of quarry motorroads. *Nerudnaya promyshlennost'* [Nonmetallic industry]. Saint-Petersburg: Publ. house «Red line». 2012, no. 2(9), pp. 18-25.
7. Stenin Y.V., Ilbuldin D.H. Rational parameters of motortransport berms in quarries. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. 2010, no. 4, pp. 80-84.
8. Arefjev S.A., Stenin Y.V. Possible directions of improving road-building machinery for quarries. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ural'skaya gornaya shkola – regionam»* [International Scientific and Practical Conference «The Ural Mining School – To Regions»], Ekaterinburg, 23-24 April 2012: Proceedings. Ural State Mining University. Ekaterinburg: Publ. USMU, 2012, pp. 258-260.
9. Thompson R.D., Visser A.T. Fundamentals of integrated design of pit roads in open cast mining. *Otkrytye gornye razrabotki. Oshchene i okruzhayushchaya sreda* [Open mining. Drainage and environment]. 1997, no. 11, pp. 121-128.
10. Quarry equipment «BelAZ»: Ed. Mariev P.L., Anistratova K.Y. Moscow: KA Tekhnokomplekt, 2005, 448 p.
11. Handbook of Caterpillar 42 operational characteristics. Publication of Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, USA. 2012, no. 42, 1598 p.