

УДК 622.684

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ ОТ 90 т ДО 142 т

Дубинкин Д.М., к.т.н., доцент

Ялышев А.В., магистрант гр. РМм-211, I курс, младший научный сотрудник  
научного центра «Цифровые технологии»

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Во всем мире темпы добычи полезных ископаемых увеличиваются [1-7]. На открытый способ добычи приходится более 70% [8-13]. В технологическом процессе добычи полезных ископаемых одним из основных является процесс транспортирования горной массы [14-18]. На открытых горных работах этот процесс выполняют в основном карьерные самосвалы (КС) [19-23].

Основное количество КС составляют с грузоподъемностью от 90 т до 142 т [24-28]. Среди автосамосвалов данной грузоподъемности сформировалась определенная конструкция, а также компоновка систем. Производят данные КС такие фирмы, как БЕЛАЗ, Hitachi, Caterpillar, VOLVO, SANY, Bemt, Liebherr, Komatsu, XCMG, Perlini, CSSG.

Технические характеристики КС, представленных выше производителей с грузоподъемностью от 90 т до 142 т, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики КС от 90 т до 142 т

Производитель	Модель	Снаряженная масса, т	Мощность, кВт	Объем кузова SAE 2:1	Грузоподъемность, т	Тип трансмиссии *	Распределение массы по осям, %:			
							без груза		с грузом	
							передняя ось	задняя ось	передняя ось	задняя ось
БЕЛАЗ	75581	74	783	53,3	90	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	7557	73	783	60,0	90	ГМТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	75135	100	940	71,0	110	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	7512	95	956	61,0	120	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	75130	109	1194	71,0	130	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	75137	108	1193	89,0	136	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	75131	107	1194	89,0	136	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
БЕЛАЗ	7513R	107	1194	86,0	136	КЭТ	50,9	49,1	33,0	67,0
VOLVO	R100E	69	783	60,4	95	ГМТ	48,0	52,0	33,0	67,0
SANY	SRT95D	52	783	60,0	95	ГМТ	48,0	52,0	32,0	68,0
Liebherr	T236	80	895	62,5	100	КЭТ	51,0	49,0	34,5	65,5
Hitachi	EH 1700	95	896	60,4	90	ГМТ	47,8	52,2	33,0	67,0
Bemt	BH100	74	770	57,0	91	ГМТ	47,0	53,0	33,0	67,0

Производитель	Модель	Снаряженная масса, т	Мощность, кВт	Объем кузова SAE 2:1	Грузоподъемность, т	Тип трансмиссии *	Распределение массы по осям, %:			
							без груза		с грузом	
							передняя ось	задняя ось	передняя ось	задняя ось
Beml	BH150E	104	1398	85,0	135	КЭТ	47,0	53,0	33,0	67,0
XCMG	XDM100	67	736	60,0	91	ГМТ	48,0	52,0	33,0	67,0
XCMG	XDE110	80	899	60,0	110	КЭТ	50,0	50,0	33,0	67,0
XCMG	XDE130	82	899	73,0	120	КЭТ	50,0	50,0	33,0	67,0
Terex	TR100	67	783	57,0	91	ГМТ	48,0	52,0	33,0	67,0
Perlini	DP 905 WD	64	783	61,0	95	ГМТ	48,0	52,0	33,0	67,0
Komatsu	HD785-7	72	895	60,0	91	ГМТ	48,6	51,4	32,8	67,2
Komatsu	HD985-5	73	783	64,0	105	ГМТ	47,0	53,0	33,0	67,0
Komatsu	HD 1500-7	105	1109	78,0	141	ГМТ	47,0	53,0	31,5	68,5
Komatsu	HD 1500-8	107	1175	94,0	142	ГМТ	47,0	53,0	31,5	68,5
Caterpillar	777D	62	746	60,0	90	ГМТ	45,4	54,6	33,0	67,0
Caterpillar	777G	70	765	64,0	91	ГМТ	46,0	54,0	33,0	67,0
Caterpillar	777F	70	785	60,0	91	ГМТ	45,0	55,0	33,0	67,0
Caterpillar	777E	70	765	60,0	93	ГМТ	45,4	54,6	33,0	67,0
Caterpillar	785D	117	1082	85,0	132	ГМТ	45,0	55,0	33,0	67,0
CSSG	HT3110	72	899	65,0	110	КЭТ	50,0	50,0	32,0	68,0

\* КЭТ – электротрансмиссия; ГМТ – гидромеханическая трансмиссия.

На основании данных таблицы 1 построена зависимость грузоподъемности от снаряженной массы (Рисунок 1).

На графике (Рисунок 1) наблюдаются группы точек, обозначающие отношение грузоподъемности и снаряженной массы конкретной модели КС. Расположение точек наиболее близко к линейной зависимости. Аппроксимацией значений получено уравнение линейной регрессии с коэффициентом корреляции  $R^2=0,78$ :

$$y = 0,93x + 30,94 \quad (1)$$

где  $y$  – грузоподъемность, т;  $x$  – снаряженной масса, т.

Уравнение позволяет судить о массовых характеристиках КС в диапазоне значений грузоподъемности от 90 т до 142 т, а также определять снаряженную массу, либо грузоподъемность КС исходя из заданных требований. Полученное уравнение поможет как в выборе, так и разработке КС грузоподъемностью от 90 т до 142 т.

Таким образом, проведенный обзор и анализ основных технических характеристик КС, полученная зависимость грузоподъемности от снаряженной массы, позволяют выбирать КС с лучшим показателем по производительности транспортной работы по перевозке горной массы в зависимости от снаряженной массы автомобиля.

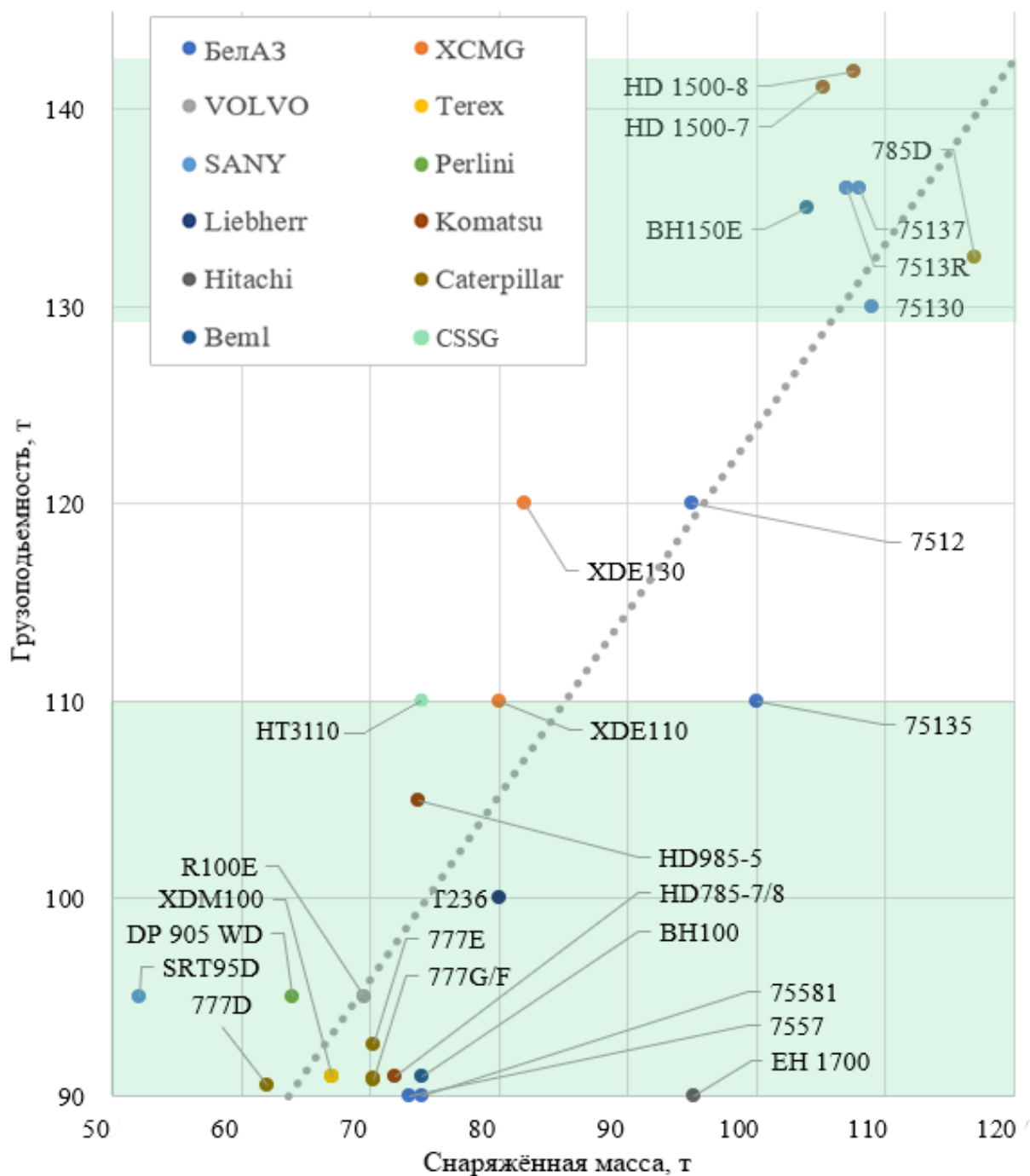


Рисунок 1 – Зависимость грузоподъемности от снаряженной массы для КС грузоподъемности 90-142 т

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2020-031 от 14.12.2020г. с ПАО "КАМАЗ" по комплексному проекту «Создание высокотехнологичного производства семейства роботизированных карьерных самосвалов грузоподъемностью до 90т с электромеханической трансмиссией на основе цифровых технологий», при участии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в части выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

### Список литературы:

1. Кузин, Е. Г. Анализ отказов узлов карьерных самосвалов в условиях эксплуатации / Е. Г. Кузин, Е. Ю. Пудов, Д. М. Дубинкин // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 2(154). – С. 55-61. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-2-55-61.
2. Дубинкин, Д. М. Обоснование конструктивного решения трансмиссии автономного карьерного самосвала грузоподъемностью до 90 тонн / Д. М. Дубинкин, Д. А. Пашков, Н. А. Архицкий // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 3(155). – С. 12-19. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-3-12-19.
3. Дубинкин, Д. М. Обоснование типа передней подвески автономного карьерного самосвала грузоподъемностью до 90 тонн / Д. М. Дубинкин, Д. А. Пашков, А. Е. Ушаков // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 5(157). – С. 10-18. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-5-10-18.
4. Об изменении эффективной производительности экскаваторов при использовании карьерных самосвалов с различной вместимостью кузова / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков, М. А. Тюленев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 6(148). – С. 85-93. – DOI 10.26730/1999-4125-2021-6-85-93.
5. Чичерин, И. В. Мониторинг текущих траекторий перемещения автономных тяжелых платформ по карьерным маршрутам горнорудных предприятий / И. В. Чичерин, Б. А. Федосенков, Д. М. Дубинкин // Горная промышленность. – 2021. – № 5. – С. 76-83. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-5-76-83.
6. Разработка имитационной модели динамики карьерного автосамосвала для определения нагрузок, действующих на несущую систему и грузовую платформу при загрузке и разгрузке дисперсного груза / Д. М. Дубинкин, И. В. Чичерин, Я. Ю. Левенков, Г. А. Арутюнян // Горная промышленность. – 2021. – № 6. – С. 117-126. – DOI 10.30686/1609-9192-2021-6-117-126.
7. Расчет гидромеханических потерь и моделирование кавитации в каналах гидравлического блока карьерного автосамосвала / Д. А. Панасенков, А. П. Зайцев, А. Б. Карташов [и др.] // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 3(155). – С. 3-11. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-3-3-11.
8. Разработка программы и методики предварительных испытаний автономного карьерного самосвала / Д. М. Дубинкин, А. Б. Карташов, Г. А. Арутюнян [и др.] // Горное оборудование и электромеханика. – 2021. – № 6(158). – С. 59-65. – DOI 10.26730/1816-4528-2021-6-59-65.
9. Оценка степени взаимовлияния вместимости ковша экскаватора и кузова автосамосвала / А. А. Хорешок, Д. М. Дубинкин, С. О. Марков, М. А. Тюленев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 3(145). – С. 104-112. – DOI 10.26730/1999-4125-2021-3-104-112.
10. Аппарат вейвлет-преобразований в автоматизированной системе управления перемещением карьерных беспилотных транспортных средств / И. В. Чичерин, Б. А. Федосенков, И. С. Сыркин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2021. – № 3. – С. 106-114. – DOI 10.21440/0536-1028-2021-3-106-114.
11. Developing the concept of autonomous control of the quarry vehicles movement / I. V. Chicherin, B. A. Fedosenkov, D. M. Dubinkin, W. Zhenbo // E3S Web of Conferences:

VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03023. – DOI 10.1051/e3sconf/202131503023.

12. The wavelet transforms technique in the computer-aided system for controlling the quarry unmanned vehicles / I. V. Chicherin, B. Fedosenkov, D. M. Dubinkin, W. Zhenbo // E3S Web of Conferences: VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03022.

13. Study of the control algorithm of the braking system of an autonomous haul truck braking system with the use of imitational models / D. Dubinkin, A. Kartashov, A. Muraviev [et al.] // E3S Web of Conferences: VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03021.

14. Research of control algorithm of traction drive of a mining dump truck using simulation models of motion / A. S. Muravyev, V. A. Shishkina, N. V. Buzunov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: 3, Veliky Novgorod, 06–07 сентября 2021 года. – RUS: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012028. – DOI 10.1088/1742-6596/2052/1/012028.

15. Evaluating the impact of excavator bucket capacity on the output of a haul truck in different variants of their positioning / V. V. Aksenov, D. M. Dubinkin, A. A. Khoreshok [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: 3, Veliky Novgorod, 06–07 сентября 2021 года. – RUS: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012001. – DOI 10.1088/1742-6596/2052/1/012001.

16. Дубинкин, Д. М. Обзор конструкции грузовой платформы БЕЛАЗ 7558 / Д. М. Дубинкин, А. В. Ялышев // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Кемерово, 19–20 октября 2021 года / Редколлегия: Д.М. Дубинкин (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 343–350.

17. Обзор конструкций породных платформ карьерных самосвалов / В. В. Аксенов, Д. М. Дубинкин, Ш. Я. Исмаилова, А. В. Ялышев // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Кемерово, 19–20 октября 2021 года / Редколлегия: Д.М. Дубинкин (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 324–332.

18. Дубинкин, Д. М. Условия труда диспетчера автономного карьерного самосвала / Д. М. Дубинкин, Д. А. Пашков // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Кемерово, 23–25 ноября 2021 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 207–2079.

19. Дубинкин, Д. М. Аккумуляторные батареи для карьерных самосвалов на электрической тяге / Д. М. Дубинкин, Д. А. Пашков, И. А. Тургенев // Современные тенденции и инновации в науке и производстве : МАТЕРИАЛЫ X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Междуреченск, 22 апреля 2021 года. – Междуреченск: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 1281–1289.

20. Ялышев, А. В. Обзор эксплуатируемых кузовов карьерных самосвалов с задней разгрузкой / А. В. Ялышев, Д. М. Дубинкин // Россия молодая : Сборник

материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 20–23 апреля 2021 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 103081-103088.

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021666578 Российская Федерация. Модуль кластеризации объектов: № 2021665384 : заявл. 04.10.2021: опубл. 15.10.2021 / И. Ф. Юнусов, Р. П. Абдугаппаров, Д. М. Дубинкин [и др.] ; заявитель Публичное акционерное общество «КАМАЗ».

22. Патент на полезную модель № 206359 U1 Российская Федерация, МПК В62D 21/02, В62D 21/18, В60К 6/20. Рама гибридного шарнирно-сочлененного карьерного самосвала: № 2020130305: заявл. 15.09.2020: опубл. 07.09.2021 / А. Б. Карташов, Р. Л. Газизуллин, П. Г. Михайлов [и др.] ; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана.

23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021660344 Российская Федерация. Модуль следования к целевой точке: № 2021619161: заявл. 11.06.2021: опубл. 24.06.2021 / И. Ф. Юнусов, Р. П. Абдугаппаров, Д. М. Дубинкин [и др.] ; заявитель Публичное акционерное общество «КАМАЗ».

24. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021660157 Российская Федерация. Модуль формирования "субкарт": № 2021619226: заявл. 11.06.2021: опубл. 22.06.2021 / И. Ф. Юнусов, Р. П. Абдугаппаров, Д. М. Дубинкин [и др.] ; заявитель Публичное акционерное общество «КАМАЗ».

25. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021619999 Российская Федерация. Модуль формирования offline карты: № 2021619159: заявл. 11.06.2021: опубл. 21.06.2021 / И. Ф. Юнусов, Р. П. Абдугаппаров, Д. М. Дубинкин [и др.] ; заявитель Публичное акционерное общество «КАМАЗ».

26. Патент № 2744653 С1 Российская Федерация, МПК В60Т 7/16, В60Т 13/74. Тормозная система транспортного средства: № 2020130301: заявл. 15.09.2020: опубл. 12.03.2021 / А. Б. Карташов, Н. А. Пикалов, А. П. Зайцев [и др.] ; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана.

27. Патент на полезную модель № 202472 U1 Российская Федерация, МПК В62D 21/02, В62D 21/18. Рама автосамосвала: № 2020130306: заявл. 15.09.2020: опубл. 19.02.2021 / А. Б. Карташов, Р. Л. Газизуллин, П. И. Киселев [и др.] ; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана).

28. Патент на полезную модель № 208719 U1 Российская Федерация, МПК В60S 5/00. Мобильная установка для ремонта и транспортирования крупногабаритных колес: № 2021117292: заявл. 11.06.2021: опубл. 11.01.2022 / Д. В. Стенин, Д. М. Дубинкин, С. В. Назаренко [и др.] ; заявитель Публичное акционерное общество "КАМАЗ".