

УДК 62-11/-18

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ, ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ ДО 60 ТОНН

Дубинкин Д.М.¹ – к.т.н., доцент

Исмаилова Ш.Я.², Красавин А.Д.², Сорокин В.Ю.² – студенты группы МТб-161.2

¹Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева
Россия, г. Кемерово

²Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевске
Россия, г. Прокопьевск

В России при добыче полезных ископаемых открытым способом на транспортных и вскрышных работах применяются карьерные самосвалы (КС) ведущих фирм, таких как БелАЗ (Беларусь), Caterpillar (США), Komatsu (Япония), Terex (Великобритания) [1-8]. В данной статье рассмотрены конструкции КС грузоподъемностью до 60 т [1-6]. Для обзора и сравнения конструкции КС различных фирм производителей рассмотрены стандартные технические характеристики. Рассмотрим конструкции КС различных фирм:

1. КС БелАЗ (Беларусь). В категории грузоподъемности до 60 т БелАЗ представлен КС моделями БелАЗ-7540, БелАЗ-7547 и БелАЗ-7555 (рис. 1), соответственно максимальной нагрузкой 30 т, 45 т и 55 т.

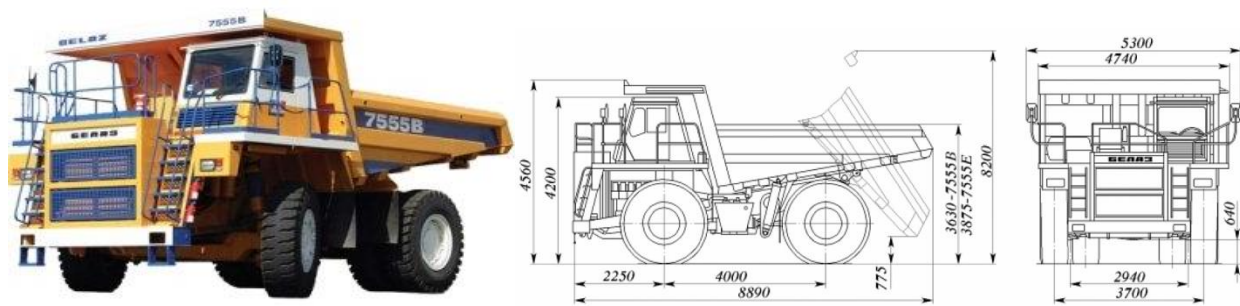


Рисунок 1. Карьерный самосвал БелАЗ

КС БелАЗ-7555В обладает грузоподъемностью в 55 т. Назначение – перевозка горной массы в сложных горнотехнических условиях в глубоких карьерах, на открытых разработках месторождений полезных ископаемых по технологическим дорогам в различных климатических условиях эксплуатации, в диапазоне температур от -50 до +50 градусов [1]. Могут использоваться на строительстве крупных промышленных и гидротехнических сооружений, при сооружении дорожно-транспортных комплексов, а также в технологических подразделениях предприятий перерабатывающей промышленности. В зависимости от удельного веса перевозимого груза наибольшая эффективность достигается при эксплуатации с экскаваторами или погрузчиками с ковшами следующей ёмкости: $8,0 \div 12,5 \text{ м}^3$.

Сварная рама БелАЗ 7555В сделана из низколегированной марки. Поперечины соединяют продольные лонжероны переменной высоты. В точках повышенной нагрузки используются литые элементы, при этом вся рама цельнолитой не является. Специальные секции присоединяются к средней основе посредством болтовых соединений и сварки. Рама также имеет дополнительные крепления для установки оборудования. Кузов автомобиля занимает почти 70% всей площади, кабина и моторный отсек располагаются в передней части. Справа от платформы находятся 3 сигнальные лампы, показывающие уровень загрузки. Белый свет сообщает о резерве грузоподъемности, желтый – о нормальной загрузке, красный – о перегрузке.

КС оснащен пневмогидравлической подвеской с гидравлическими амортизаторами. Вместе с зависимым механизмом направляющего аппарата она увеличивает плавность хода и устойчивость машины. Зависимая передняя подвеска оборудована продольными рычагами, поперечными штангами и центральными шарнирами. Задний ведущий мост представлен одноступенчатой конической передачей, карданной передачей, планетарными передачами с шестернями и коническим дифференциалом. 2 карданных вала соединяют гидромеханическую трансмиссию с агрегатом и ведущим мостом.

В кабине присутствуют 3 педали, несмотря на автоматическую трансмиссию. Третья педаль – дополнительный тормоз. Средняя педаль используется при снаряженной массе и на ровной дороге. При полной загрузке и движении на уклоне задействуется 3 педаль, регулирующая многодисковые тормоза на задних колесах. Тормозные диски располагаются в охлаждаемом масле и не перегреваются.

2. КС Caterpillar (США). В категории грузоподъемности до 60 т Caterpillar представлен КС моделями 769D, 771D и 773E (рис. 2), соответственно максимальной нагрузкой 36 т, 41 т и 55 т.

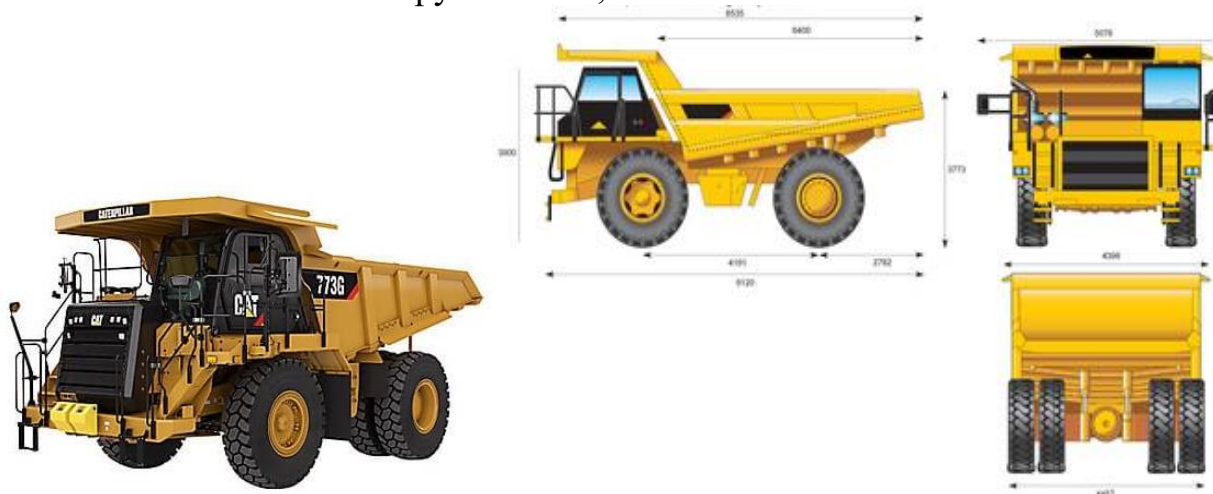


Рисунок 2. Карьерный самосвал Caterpillar

На сегодняшний день карьерные самосвалы Caterpillar – это техника с высокой производительностью, отличной управляемостью и комфортными условиями работы. Машины производятся в соответствии мировым стандартам технической и экологической безопасности, а в их надежности в процессе

эксплуатации сомневаться не приходится вовсе – самосвалы зарекомендовали себя как "неубиваемые" машины, способные выполнять невероятные объемы работ в самых сложных условиях [2].

Кабины внедорожных самосвалов Caterpillar 773E с конструкцией защиты от опрокидывания и защиты от падающих объектов (ROPS/FOPS) имеют электрический стеклоподъемник, рычаг электрогидравлического подъемника, сиденье для инструктора, выключатель переднего тормоза, светодиодную подсветку номеров передач и систему обогрева и кондиционирования воздуха, которая устанавливается по дополнительному заказу. Рычаг подъемника оснащен кнопками и электрогидравлической системой, что обеспечивает плавное опускание кузова. Четырехтактный длинноходный двигатель обеспечивает более полное сгорание топлива и максимальный КПД. Большой рабочий объем двигателя, и меньшая номинальная скорость обеспечивают более долгий срок службы двигателя. Электронное управление двигателем и коробкой передач повышает эффективность их работы, снижает производственные расходы и продлевает срок службы машины.

Модель 773E предназначенная для Российских условий эксплуатации отличается от аналога 773G, производимого на заводе Decatur в США, меньшей мощностью двигателя 3412E (681 л.с. против 733 л.с. у дизеля С27) и меньшей грузоподъемностью (г/п) (55,5 т против 57,2 т аналога 773G).

3. КС Komatsu (Япония). В категории грузоподъемности до 60 тонн Komatsu представлен КС модели HD 325-6, HD 405-6 и HD 465-7 (рис. 3) , соответственно максимальной нагрузкой 32 т, 40 т и 55 т.

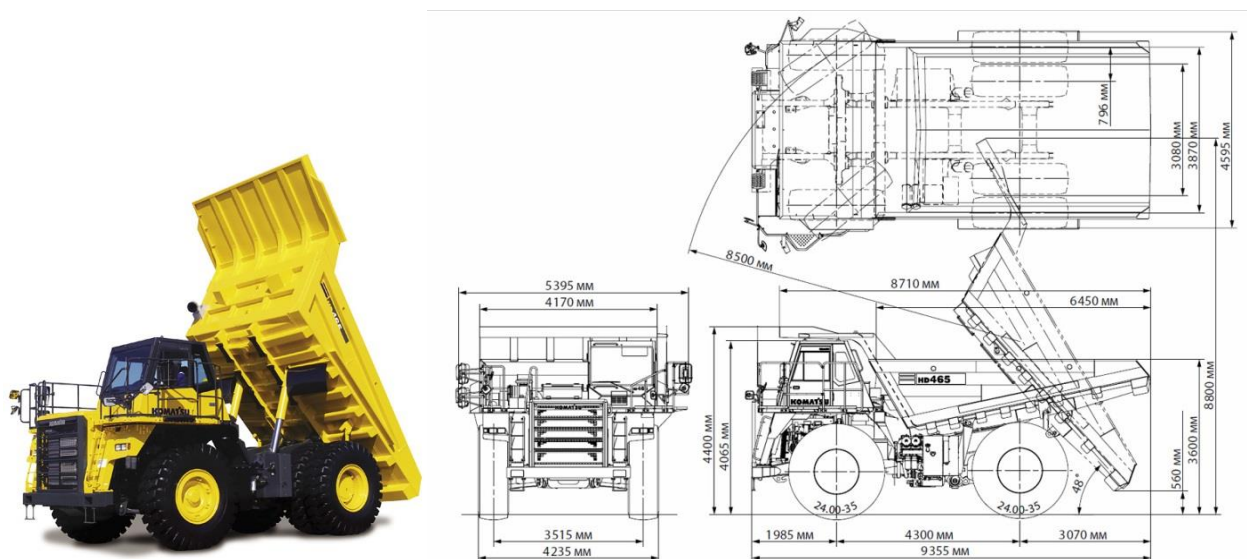


Рисунок 3. Карьерный самосвал Komatsu

Карьерный двухосный жесткорамный самосвал Komatsu HD465-7 предназначен для перевозки сыпучих грузов. Подходит для эксплуатации на поддерживаемых внутрикарьерных дорогах с максимальным уклоном до 35% [3]. Самосвал оснащен передней подвеской McPherson, задними ведущими колесами, гидромеханической трансмиссией и V-образным кузовом с задней раз-

грузкой. Температурный режим эксплуатации HD465-7 находится в диапазоне от -40C° до $+30\text{C}^{\circ}$.

Самосвал рекомендуется использовать в комплексе с погрузочными машинами, имеющими ковш объемом от 4 м^3 до 8 м^3 . Например, для этого подойдут экскаватор Komatsu PC1250 или погрузчики Komatsu WA600-WA700-WA800.

Как и вся техника Komatsu, создан с учетом главного принципа японской компании: «Качество и надежность». Благодаря удачным конструкторским решениям, модель является одной из самых высокопроизводительных в своем классе. Особое внимание уделяется комфорту оператора и удобству технического обслуживания. Самосвал Komatsu HD465-7 соответствует всем международным экологическим требованиям и сертифицирован для использования на территории Российской Федерации.

4. КС Terex (Великобритания). В категории грузоподъёмности до 60 тонн Terex представлен КС моделями TR-35, TR45 и TR60 (рис. 4), соответственно максимальной нагрузкой 32 т, 41 т и 55 т.

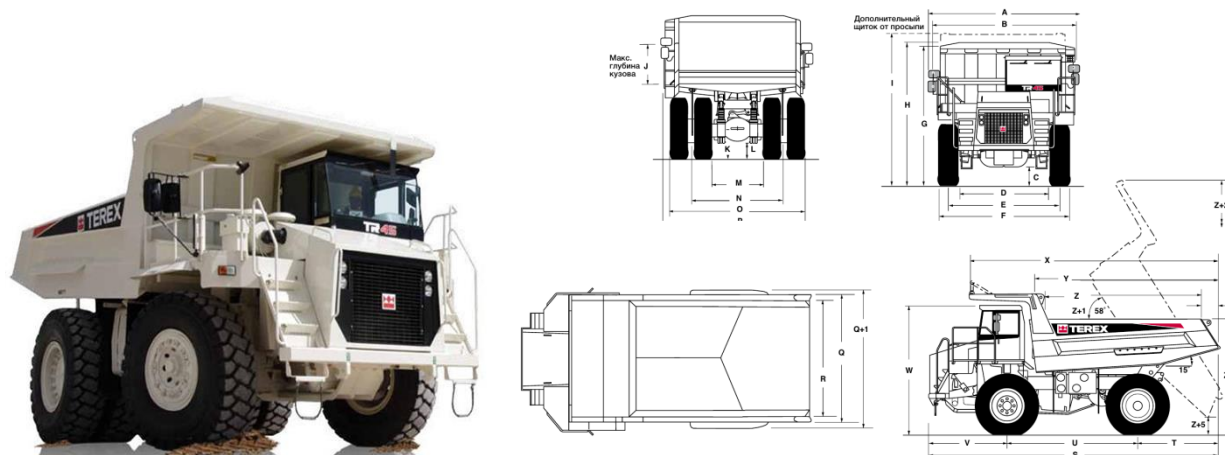


Рисунок 4. Карьерный самосвал Terex

Один из ведущих производителей карьерных самосвалов – многопрофильный южноамериканский концерн TEREX [4]. Все модели оснащаются автоматической 5- либо 6-ступенчатой планетарной КП Allison с гидравлическим ретардером.

Электронная система управления и диагностики двигателей обеспечивает карьерным самосвалам Terex непревзойдённую экономичность, защиту от ошибок в эксплуатации, удобство диагностики и минимальные простои в обслуживании.

Современная трансмиссия, а также коробка передач с электронным управлением и неизнашивающимся гидравлическим ретардером, обеспечивают плавное переключение передач и обладают большим запасом надёжности и долговечности.

КС Terex оснащены дисковыми тормозными механизмами в масляной ванне, которые совместно с ретардером обеспечивают машине надёжное и безопасное торможение в самых сложных дорожных условиях.

Пол V-образной формы с продольным желобком и встроенными поперечными ребрами жесткости прямоугольного сечения придаёт кузову жёсткость и позволяет уменьшить высоту центра тяжести самосвала. Длинная задняя часть кузова обеспечивает надёжное удержание груза и контролируемую разгрузку. Кузов обогревается выхлопными газами, что обеспечивает лёгкую разгрузку и очистку от липких и смёрзшихся пород.

Кабина оператора довольно комфортная. Она обеспечивает отличный панорамный обзор и оборудована защитным ограждением FOPS и ROPS на случай опрокидывания или падения тяжестей.

5. КС Hitachi (Япония). В категории грузоподъёмности до 60 тонн Hitachi представлен КС моделями EH 750 и EH 1000 (рис. 5), соответственно максимальной нагрузкой 38,6 т и 59,9 т.

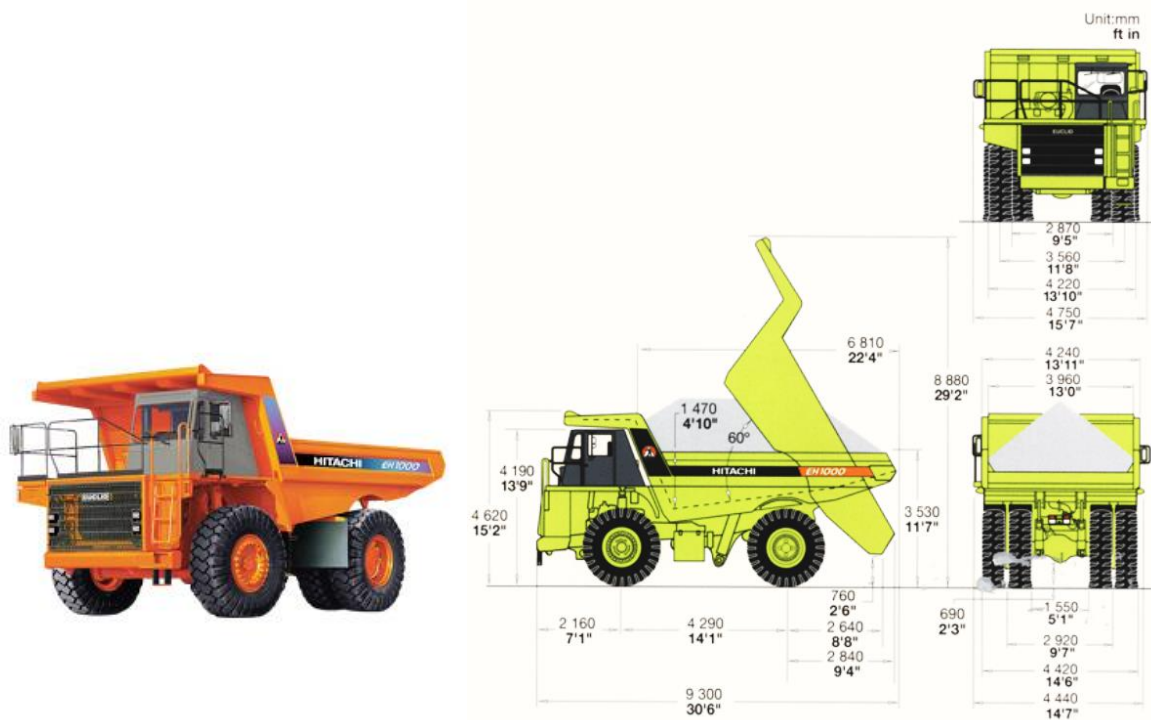


Рисунок 4. Карьерный самосвал Hitachi

Самосвалы с жесткой рамой от компании Hitachi разработаны для максимально производительной работы в условиях горнодобывающих проектов [6]. Преимущества последних моделей основаны на огромном кросс-индустриальном опыте и знаниях инженеров Hitachi. Структурным подразделением корпорации Hitachi по выпуску карьерных самосвалов является Hitachi Construction Truck Manufacturing Ltd. [НТМ], которое расположено в штате Онтарио (Канада). Типоразмерный ряд карьерных самосвалов представлен серией EH и включает 12 моделей грузоподъемностью от 32 до 260 тонн. Являясь внедорожниками, они обеспечивают эффективную работу в любых горнотехнических условиях и климатических зонах.

Анализ эксплуатации различных КС на угольных разрезах позволяет сопоставить показатели и параметры работы таких автомобилей. Сравнительная

характеристика различных производителей КС с наибольшей грузоподъемностью до 60 т приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика КС различных производителей

Характеристики	Производители техники для горнодобывающей промышленности				
	БелАЗ	Caterpillar	Komatsu	Terex	Hitachi
Страна производитель	Беларусь	США	Япония	Великобритания	Япония
Модель	7555В	773Е	HD465-7	TR60	EH 1000
Грузоподъемность, т.	55,0	55,0	55,0	55,0	59,9
Мощность двигателя, кВт	522	530	551	522	522
Вид топлива	Д	Д	Д	Д	Д
Тип шин	24.00-35; 24.00R35	24.00-R35	24.00-35- 36PR	24.00-R35	24.00-R35
Количество колес	6	6	6	6	6
Объем бака, л	740	700	780	606	700
Двигатель	КТТА-19С	Cat 3412Е	Komatsu SAA6D170E- 5	Cummins QSK19-C650	QSK 19-C700
Геометрические размеры, д×ш×в, м	8,89×5,30 ×4,56	8,70×4,63 ×4,24	9,35×4,23 ×4,40	9,13×4,98 ×4,44	9,30×4,75 ×4,62
Рабочий объем двигателя, л	18,9	27,0	27,0	18,9	18,8
Трансмиссия	Гидромеханическая	Гидромеханическая	Гидромеханическая	Гидромеханическая – Allison M6600AR	Гидромеханическая
Объем платформы, м ³	25,0	35,2	34,2	35,0	25,0
Скорость движения, км/ч	55,0	62,2	70,0	57,5	61,3
Распределение массы по осям, %: <i>без груза:</i>					
передняя ось	50,9	47,3	47,0	48,0	48,0
задняя ось	49,1	52,7	53,0	52,0	52,0
<i>с грузом:</i>					
передняя ось	33,0	33,3	32,0	34,0	33,0
задняя ось	67,0	66,7	68,0	66,0	67,0

Анализ ключевых характеристик показывает (см. таблицу 1), что в настоящее время из-за достаточной разницы в горно-геологических условиях разных разрезов ведущих открытые горные работы и в силу сложившихся отношений с поставщиками горного оборудования применяются КС разной грузоподъемности в диапазоне от 32 до 59,9 тонн с разными типами двигателями с незначительным разбросом мощности (от 522 до 551 кВт), также отличаются геометрические размеры КС, объем платформы, скорость движения и распределение массы по осям.

Список литературы:

1. БелАЗ-7555В: технические характеристики: [сайт]. – URL: <https://trucksreview.ru/belaz/belaz-7555v-tehnicheskie-harakteristiki.html> (дата обращения: 01.04.2020).
2. Карьерные тяжеловесы: новые пути к совершенству: [сайт]. – URL: <https://os1.ru/article/23044-tendentsii-v-razvitii-sovremennyh-karernyh-samosvalov-na-jestkoy-rame-karernye-tyajelovesy-novye-puti-k-sovershenstvu-ch-6> (дата обращения: 01.04.2020).
3. КС Komatsu HD465-7R: [сайт]. – URL: <https://truck.ironhorse.ru/komatsu-hd465-7r.html> (дата обращения: 01.04.2020).
4. Terex TR 45 технические характеристики: [сайт]. – URL: <https://specs.lectura.ru/ru/tip-modeli/stroitel-naa-tehnika/samosval-s-oprokiyvaniem-kuzova-nazad-terex/tr-45-986960> (дата обращения: 16.04.2020).
5. Самосвал: [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%B2%D0%B0%D0%BB> (дата обращения: 01.04.2020).
6. Карьерные самосвалы EUCLID-НИТАСИ: [сайт]. – URL: <https://mining-media.ru/ru/article/transport/1330-u-hsam> (дата обращения: 01.04.2020).
7. Дубинкин Д.М. Современное состояние техники и технологий в области автономного управления движением транспортных средств угольных карьеров // Горное оборудование и электромеханика – 2019. – № 6 (146). – С. 8-15.
8. Дубинкин Д.М., Садовец В.Ю., Котиев Г.О., Карташов А.Б. Исследование процесса транспортирования вскрышных пород и угля на разрезах // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 4 (7). – С. 50-66.