



УДК 621.879:681.518.5

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПЛАТФОРМ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 90 ТОНН

Дубинкин Д.М., Ялышев А.В.

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

Аннотация.

В статье рассмотрены конструкции универсальных грузовых платформ основных эксплуатируемых на территории России карьерных самосвалов грузоподъемностью около 90 т – марок БелАЗ 7558/7557, CAT 777E, Komatsu HD785. Дано определение и заданы критерии рациональной грузовой платформы, универсальной грузовой платформы, дано обоснование использования рациональных грузовых платформ. Описаны служебные назначения различных элементов платформы и правила их эксплуатации, метод изготовления и транспортировки по частям. Также описываются основные конструкционные особенности и схемные решения рассматриваемых грузовых платформ. Представлены некоторые технические характеристики, свойства конструкционных материалов, проведено сравнение данных производителем параметров для карьерных самосвалов одного класса, с одинаковым типоразмером шин. На основании этого выявлены особенности и общие черты каждой из рассмотренных конструкций грузовых платформ. Определена зависимость грузоподъемности карьерного самосвала от массы грузовой платформы. Полученные в рамках анализа результаты могут помочь при выборе грузовой платформы для карьерного самосвала или в проектировании новых грузовых платформ. На основе анализа рассмотренных грузовых платформ в дальнейшем планируется сформировать методику и критерии оценки их эффективности, что может способствовать повышению производительности перевозок на открытых горных работах.



Информация о статье

Поступила:

14 августа 2021 г.

Рецензирование:

06 октября 2021 г.

Принята к печати:

15 ноября 2021 г.

Ключевые слова:

открытые горные работы,
грузовая платформа,
кузов, карьерный самосвал,
борта, грузоподъемность

Для цитирования: Дубинкин Д.М., Ялышев А.В. Анализ конструкций и обоснование применения грузовых платформ карьерных самосвалов грузоподъемностью 90 тонн // Техника и технология горного дела. – 2021. – № 3 (14). – С. 61-78. – DOI: 10.26730/2618-7434-2021-3-61-78

Введение

Автомобильный транспорт применяется главным образом на карьерах с небольшим годовым грузооборотом (до 15÷20 млн. т) при расстоянии транспортирования до 4÷5 км.

Преимущественному применению автомобильного транспорта способствуют следующие его достоинства:

- автономность энергоисточника, большая маневренность и взаимная независимость работы автосамосвалов;
- невысокая требовательность к плану и профилю автомобильных трасс (допускаемые радиусы составляют 15÷25 м, подъемы и уклоны – до 80÷120%) позволяют уменьшить объемы капитальных траншей и сократить сроки и стоимость строительства карьеров;
- возможность лучшего использования экскаваторов за счет практически непрерывной подачи автосамосвалов под погрузку;



- возможность существенного увеличения темпов понижения горных работ и скорости подвигания забоев;
- более эффективное производство раздельной выемки при разработке сложно-структурных залежей и транспортировки разнородных полезных ископаемых;
- целесообразность применения для разработки небольших месторождений с малыми запасами и сроком существования карьеров, при малых размерах карьерных полей в плане и неблагоприятной их конфигурации, при сложной топографии поверхности и др.

Основные недостатки автомобильного транспорта:

- небольшие пределы рациональной дальности перевозок;
- высокая интенсивность движения, большой парк автосамосвалов и штат водителей при больших грузооборотах;
- значительное разнообразие марочного состава автосамосвалов на разрезах (табл. 1);
- снижение эффективности работы автотранспорта из-за недостаточной надежности и коротких сроков эксплуатации парка автомашин при отсутствии необходимой ремонтной базы;
- удорожание автотранспорта из-за необходимости систематического поддержания и ремонта дорог;
- зависимость от климатических условий (частые простои транспорта при дождях и снегопадах).

Скорость – это наиболее информативный комплексный показатель эффективности работы экскаваторно-автомобильных комплексов. Скорость движения автосамосвалов по карьерным дорогам зависит от множества факторов и, прежде всего, от удельной мощности двигателя, типа трансмиссии, качества дорожного полотна, продольного профиля дороги, условий безопасного движения и т.д.

На допустимую скорость движения накладываются ограничения:

1. Максимально-возможная скорость преодоления автосамосвалом подъема определяется, во-первых, тягово-динамическими свойствами автосамосвала, а именно, удельной мощностью двигателя, приходящейся на одну тонну собственного веса автосамосвала, во-вторых, дорожными условиями, а именно, величинами продольного уклона и коэффициента сцепления, и, в-третьих, климатическими условиями, а именно, влажностью и температурами окружающего воздуха, от которых зависит, прежде всего, состояние опорной поверхности карьерной автодороги.

2. Допустимая скорость движения автосамосвала при прохождении поворота определяется дорожными условиями, т.е. величиной сцепления колес с дорогой в поперечном направлении, величиной поперечного уклона автодороги, и продольным рельефом. В данном случае существуют два типа ограничений:

- по условию бокового скольжения автосамосвала,
- по условию ограниченной видимости.

3. Допустимая скорость автосамосвала при движении на спуск определяется заданной величиной остановочного пути, который должен быть меньше расстояния видимости.

4. Допустимая скорость движения автосамосвала по условию нагрева крупногабаритных шин.

В настоящее время угледобывающие предприятия Кузбасса ведут жесткий контроль за скоростными ограничениями работы карьерных автосамосвалов по средствам системы навигации. Скоростные ограничения устанавливаются для каждого предприятия индивидуально. Существуют ограничения скорости движения на определенных участках технологической дороги, а также при маневрировании на погрузку и разгрузку (до 10 км/ч).

Движение с завышенными значениями скорости по недостаточно ровной технологической трассе приводит к повышенному износу шин, неоправданно высокому динамическому нагружению опорных металлоконструкций и рамы автосамосвала, что может привести к их преждевременному выходу из строя.

Проведенные исследования на горнодобывающих предприятиях Кузбасса позволили установить следующие данные, которые представлены в таблице 2. Сбор данных производился согласно показаниям навигационной системы, используемой на разрезах.



Среднюю техническую скорость определяют делением пробега автомобиля на время нахождения его в движении. При этом простои, вызванные регулированием движения, в общее время простоя не включаются.

Таблица 1. Характеристика некоторых марок и моделей автосамосвалов, поставленных на горные предприятия России

Table 1: Characteristics of some brands and models of dump trucks supplied to mining enterprises in Russia

Производитель	Марка автосамосвала	Грузоподъемность, т	Объем кузова «с шапкой», м ³
БелАЗ	7557	90	37,5
	7514	110...120	63/112,8
	75131	130...136	71,2/134,9
	7521	180	108
	75306	220	130
	75600	320	130/199
Caterpillar	777F	90,3	60,2
	785G	137	78
Komatsu	HD785	91	60
	830E	231	147
Euclid (Hitachi)	EH 1700	89	60,3
	R170	154	100
Unit Rig (Terex)	MT-3300	136	90

Таблица 2. Скорости движения карьерных автосамосвалов на угледобывающих предприятиях Кузбасса

Table 1: Characteristics of some brands and models of dump trucks supplied to mining enterprises in Russia

Марка автосамосвала	Средняя техническая скорость	Средняя эксплуатационная скорость	Средняя скорость движения порожнего автосамосвала	Средняя скорость движения груженого автосамосвала
БелАЗ-7555В	11,1	4,22	18,1	14,4
БелАЗ-7555В (с наращенными бортами)	9,43	3,87	17,2	11,2
БелАЗ-7555Д	14,28	5,76	22,5	12,4
БелАЗ-75570	16,1	6,94	21,4	14,7
Komatsu HD785 (углевоз)	18,9	14,02	26,8	17,1
Komatsu HD785 (породовоз)	18,6	13,29	26,3	16,6
Komatsu HD785 (с наращенными бортами)	19,6	14,53	27,4	17,8

Эксплуатационную скорость находят делением пробега автомобиля на время, которое он затратил на выполнение задания (в наряде), включая время простоя под погрузкой, выгрузкой и по техническим причинам.

Основными показателями эффективности работы карьерных автосамосвалов служат коэффициенты использования грузоподъемности и пробега.

Коэффициентом использования грузоподъемности называется отношение веса фактически перевезенного груза в тоннах к номинальной грузоподъемности. Часто коэффициент использования грузоподъемности бывает низким из-за неправильной организации перевозок.



Повышение коэффициента использования грузоподъемности достигается полной загрузкой автосамосвала.

Коэффициент использования пробега показывает степень использования пробега автосамосвала для выполнения полезной транспортной работы. Для подсчета коэффициента использования пробега нужно пробег автосамосвала с грузом разделить на общий пробег.

Показатели эффективности работы автосамосвалов на угледобывающих предприятиях Кемеровской представлены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициенты использования пробега и грузоподъемности
Table 3. Range and payload capacity utilization coefficients

Показатель	БелАЗ-7555	БелАЗ-75570	Komatsu HD785
Коэффициент использования грузоподъемности	0,84	0,80	0,93
Коэффициент использования пробега	0,47	0,45	0,48

Как правило, на угледобывающих предприятиях Кузбасса, для определения объема перевозимого груза используют весовой контроль и замер высоты шапки. Примеры замеров приведены на рисунках 1-2.

Нередко встречаются случаи наращивания бортов кузова карьерного автосамосвала после снятия его с гарантии по согласованию с заводом-изготовителем. Пример наращивания борта кузова представлен на рисунке 3.

Низкий коэффициент использования пробега карьерных автосамосвалов связан с тем, что на угледобывающих предприятиях в большинстве случаев используют «маятниковый маршрут» с обратным холостым пробегом, т.е. за один оборот автосамосвала, он движется в одну сторону с грузом в другую порожним. Организация других видов маршрутов движения достаточно затруднительна при открытом способе добычи полезных ископаемых в виду значительных затрат на дополнительное строительство технологических дорог и изменение производственных процессов.



Рис. 1. Контроль высоты шапки
Fig. 1. Cap height control



Рис. 2. Весовой контроль

Fig. 2. Weight control



Рис. 3. Нарощенный борт карьерного автосамосвала

Fig. 3. The extended side of the quarry dump truck

По информации, предоставленной угледобывающими предприятиями области, установлено, что усредненный коэффициент использования грузоподъемности карьерных автосамосвалов находится в пределах от 0,80 до 0,93. Стоит отметить, что достаточно часто



встречаются случаи при перевозке вскрышных пород, когда коэффициент использования грузоподъемности достигает 1,15.

Все современные автомобили, используемые в карьерах, оснащены дизельными двигателями мощностью 200÷3550 л.с. с турбонаддувом, рабочим объемом от 10 до 117 л. Применение других двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных силовых установок не оправдало себя ни экономически, ни экологически, ни технологически. Удельная мощность дизелей находится в пределах 3,7÷5,6 кВт/т. Привод на колеса осуществляется от двигателя через гидромеханическую коробку передач (на самосвалах грузоподъемностью до 90 т) или от системы дизель-электрического привода с мотор-колесами, оснащенными индивидуальной силовой установкой - электродвигателем.

Кузова самосвалов изготавливают из низколегированной стали с высокой прочностью на растяжение. В качестве разгрузочного привода применяют мощное гидравлическое подъемное устройство - телескопические гидроцилиндры, позволяющие опрокидывать кузов назад на угол 43÷65° и выгружать грузы массой до 300 т. Разгрузка занимает от 9 до 30 с. Одна и та же модель самосвала для разных условий эксплуатации может быть оснащена кузовами различного исполнения – с плоским, двускатным днищем, ковшового типа, с футеровкой, с запираемым задним бортом (для перевозки грузов высокой плотности). Все кузова оснащены защитным козырьком над кабиной, обеспечивающей требования стандарта FOPS (защита от падающих сверху предметов). Машины грузоподъемностью до 70 т оснащают кузовами с принудительной «эжекторной» разгрузкой и теледамперами, разгрузка которых осуществляется за счет уменьшения внутреннего объема кузова. Опрокидывание кузова таких машин происходит за счет смещения груза к заднему борту.

Грузовая платформа (ГП) карьерного самосвала (КС) служит для перемещения груза при транспортировке. Тип ГП КС определяется его назначением, конструкцией, а также наличием специального оборудования, приспособленного для перевозки определенного груза [1]. При создании новых конструкций ГП [2] учитывают: физические свойства перевозимых материалов, пылеобразование при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, воздействие грузов на окружающую среду и др. В производстве ГП учитывается технологичность изготовления, сборки и монтажа, а также применение автоматизированных способов сварки [3], ремонта и технического обслуживания во время эксплуатации ГП. Рациональной ГП считают ту, которая учитывает все вышеперечисленные параметры с минимальными затратами на материалы и трудоемкость при изготовлении [2]. Задача статьи – сравнить и выявить особенности рассматриваемых ГП, обосновать применение конструктивных элементов.



Рис. 4 Перевозимые грузы на универсальной ГП КС БелАЗ 7558: а – вскрышная порода; б – уголь

Fig. 4. Cargos transported on a universal dump body, mining truck BELAZ 7558: a – waste rock; б – coal



Рис. 5. Компоненты ГП КС: 1 – кронштейн опрокидывающей оси; 2 – кронштейн гидроцилиндра; 3 – строповочные отверстия; 4 – кронштейн камневывалкивателя
а – БелАЗ 7558/7557; б – Komatsu HD785; в – CAT 777E.
Fig. 5. Mining truck body parts: 1 – bracket axle overturns; 2 – hydraulic cylinder bracket; 3 – lashing holes; 4 – stone pusher bracket.
a – BelAZ 7558/7557; b – Komatsu HD785; c – CAT 777E.

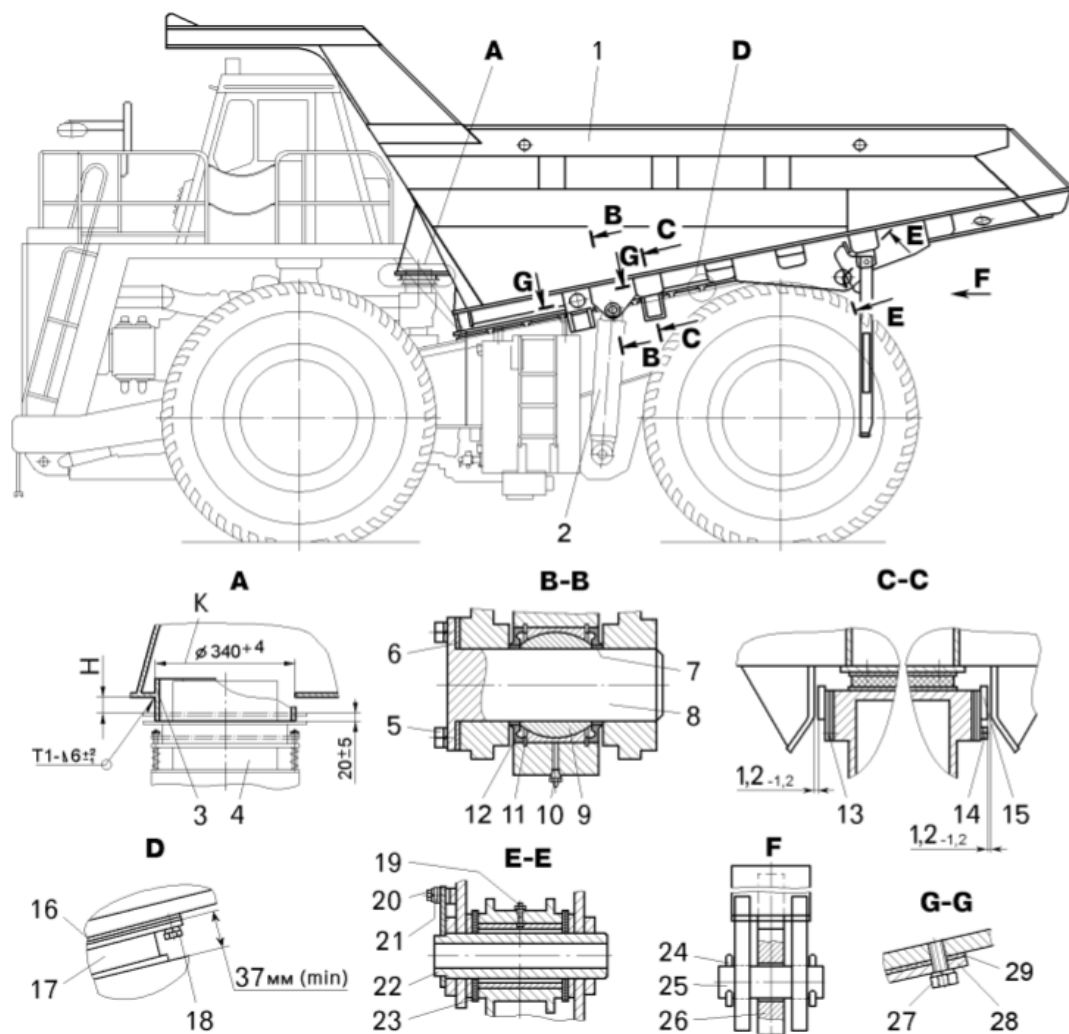


Рис. 6. Установка ГП на КС на примере БЕЛАЗ 7558: 1 – ГП; 2 – упорное кольцо; 3, 12, 16, 18, 25 – болты; 4 – кольцо; 5 – распорная втулка; 6, 20, 23 – пальцы; 7 – подшипник; 8, 17 – масленки; 9 – стопорное кольцо; 10 – уплотнитель; 11 – регулировочные пластины; 13 – контактная пластина; 15 – амортизатор платформы; 14 – регулировочные прокладки амортизатора; 19 – крышка; 21 – регулировочные шайбы; 22 – шплинт; 24 – камневыталкиватель; 26 – крышка бункера; 27 – прокладка

Fig. 6. Installation of a body on a dump truck using the example of BELAZ 7558: 1 – dump body; 2 – a thrust ring; 3, 12, 16, 18, 25 – bolts; 4 – ring; 5 – spacer sleeve; 6, 20, 23 – fingers; 7 – bearing; 8, 17 – oil cans; 9 – retaining ring; 10 – sealant; 11 – adjusting plates; 13 – contact plate; 15 – platform shock absorber; 14 – shock absorber adjusting gaskets; 19 – cover; 21 – adjusting washers; 22 – cotter pin; 24 – stone pusher; 26 – bunker cover; 27 – gasket

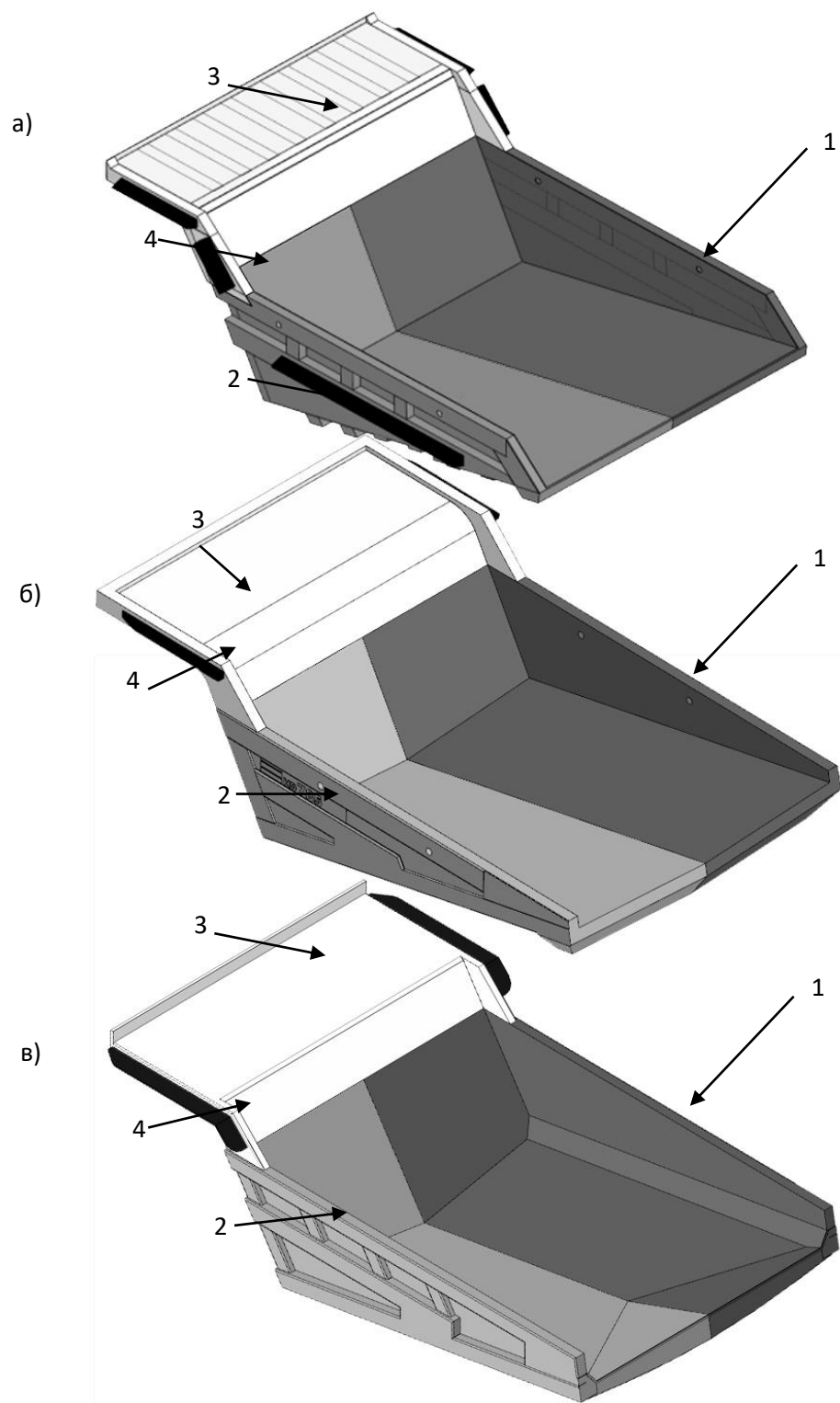


Рис. 7. Части, на которые ГП КС делятся при транспортировке: 1 – левая; 2 – правая; 3 – козырек; 4 – отбойники. а – BelAZ 7558/7557; б – Komatsu HD785; в – CAT 777E.

Fig. 7. Parts, into which GP KS are divided during transportation: 1 – left; 2 – right; 3 – visor; 4 – bumpers. а – BelAZ 7558/7557; б – Komatsu HD785; в – CAT 777E.



Анализ конструкций

Рассмотрим универсальные ГП КС. По заказу потребителя возможно комплектование КС различными ГП, обеспечивающими максимальное использование грузоподъемности КС в зависимости от плотности перевозимого материала так как на разрезах существует практика применения КС для перевозки различных полезных ископаемых и вскрышной породы [4-6]. Универсальные ГП проектируются для перевозки широкого спектра материалов [7, 8] (Рис. 4).

В целом конструкции рассматриваемых ГП симметричны, за исключением узла забора (приемника) выхлопных газов для обогреваемой самосвальной платформы, все платформы ковшового типа, с системой безопасности FOPS, с защитным козырьком и обогревом отработавшими газами двигателя, оборудованы устройством для механического стопорения в поднятом положении, есть возможность установки камнеотбойников и камневыхалкивателей.

ГП КС состоит из следующих элементов: дна, бортов, передней стенки и козырька. Эти элементы напрямую контактируют с перевозимым грузом.

Для установки ГП на КС используются кронштейны – для гидроцилиндра 1 и опрокидывающей оси 2 (рис. 5). Подробная схема установки ГП на КС на примере БелАЗ-7558, включая крепежные изделия, представлена на рисунке 3.

Дополнительные конструктивные элементы (рис. 5): кронштейн для троса стопорения платформы; кронштейн для камневыхалкивателя 4, устройство камневыхалкивателя, представляющего собой длинную стальную пластину, иногда с небольшой стабилизирующей гирей на конце, назначение которой – выталкивание камней, попавших между задними сдвоенными шинами КС; отверстия 3 для строповки, служащие для упрощения эксплуатации, транспортировки и обслуживания.

Большинство элементов ГП выполнены из листовых заготовок различной толщины и формы, сваренных между собой, которые формируют определенный конструктивный элемент. Для более удобной транспортировки ГП делят на части, подходящие под необходимый транспортный габарит. Рассматриваемая ГП делится на 3 основных части (рис. 7). В качестве усиления конструкции ГП используют ребра жесткости коробчатого сечения. Это весьма технологичная конструкция, изготовление ребер выполняется методом гибки заготовок из листового проката. Ребра используются на дне, бортах и передней стенке ГП. Различные группы ребер располагаются друг за другом с определенным шагом. Также распространена практика установки камнеотбойников (рис. 6). Отличиями ГП являются геометрия дна и схема размещения ребер жесткости. Геометрия дна влияет на центр масс при транспортировке и на то, как в процессе эксплуатации будет происходить взаимодействие груза и платформы, удерживание при транспортировке, выгрузке.

Наличие поддерживающих уступов является отличительной особенностью передних стенок ГП САТ, Komatsu и некоторых других производителей [9], по сравнению с ГП БелАЗ. Уступы выполняют роль поддержки переднего борта во время загрузки породы.

ГП устанавливается на КС с помощью крана, отверстия для строповки располагают таким образом, что при поднятии опорожненной ГП центр тяжести находится прямо под стрелой поднимаемого устройства. Угол между стропами должен быть не больше 90 градусов (Рис. 8). В случае с большинством универсальных платформ места для строповки выполнены в виде привариваемых втулок, пронизывающих борта ГП, в которые вставляются штыревые захваты. В зависимости от исполнения штыревые захваты могут быть с цапфой или со скобой.



Рис. 8. Установка ГП на КС БЕЛАЗ 7558

Fig. 8. Body installation on compressor station BELAZ 7558

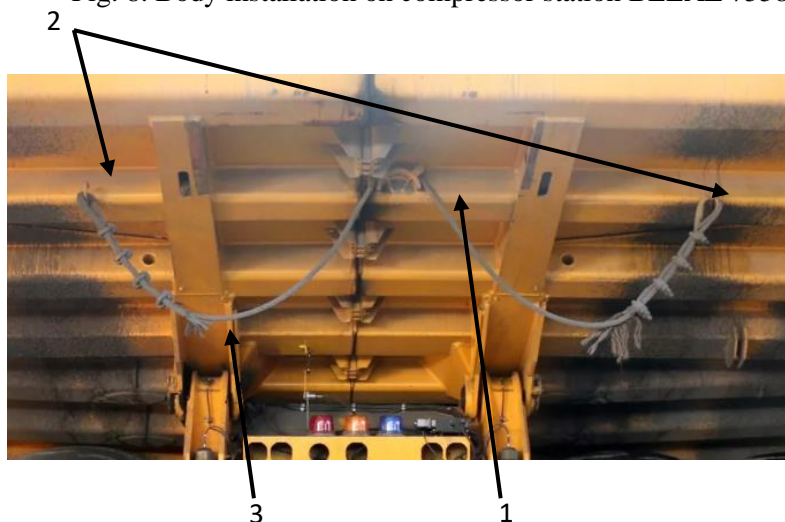


Рис. 9. Приспособления для стопорения платформы: 1 – несущий кронштейн; 2 – крюки; 3 – трос

Fig. 9. Body locking devices: 1 – bearing bracket; 2 – hooks; 3 – cable

Для безопасного ремонта и обслуживания узлов КС необходимо стопорение ГП с помощью специальных приспособлений (Рис. 9). Стопорение происходит с поднятой ГП стальными тросами 3, которые обычно цепляются за крюки 2, размещенными на ГП, а зацеп троса происходит через специальный несущий кронштейн 1. Кронштейны для тросов размещены на заднем мосту КС, согласно схеме (Рис. 10).

Для увеличения объема перевозимого материала в случае малой насыпной плотности груза производителем задумано «наращивание бортов». Это характерная черта универсальных ГП [10]. В соответствующей документации КС описывается способ увеличения высоты бортов за счет приваривания к основному борту дополнительной конструкции. Рассмотрим способы для увеличения борта ГП (рис. 11, рис. 12)

В случае с БелАЗ 7558/7557 привариваются две стальные полосы, связанные в верхней части прутком. Такой способ требует лишь базового оборудования для создания заготовок, так как все компоненты выполнены из стандартного сортамента. Недостатком данного способа является большое количество сварочных работ.

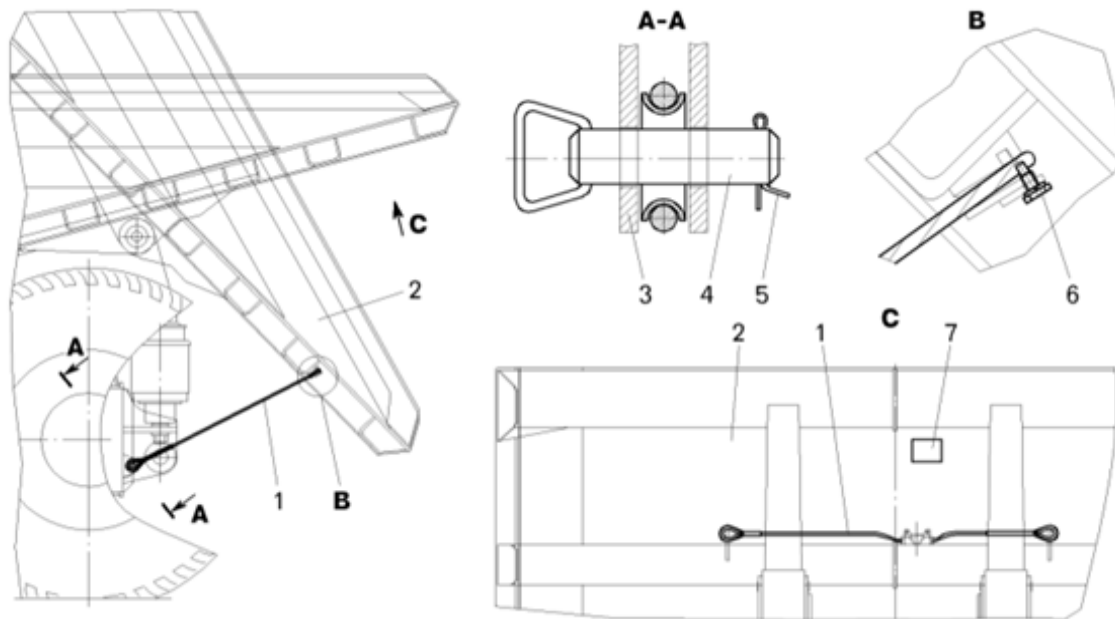


Рис. 10. Схема строповки: 1 – трос для стопорения платформы; 2 – ГП; 3 – проушина картера заднего моста для крепления троса; 4 – шкворень (буксирный палец); 5 – шплинт; 6 – стопорный болт; 7 – табличка предупреждения

Fig. 10. Slings scheme: 1 – cable for locking the platform; 2 – body; 3 – lug of the rear axle housing for attaching the cable; 4 – kingpin (towing pin); 5 – cotter pin; 6 – locking bolt; 7 – warning sign

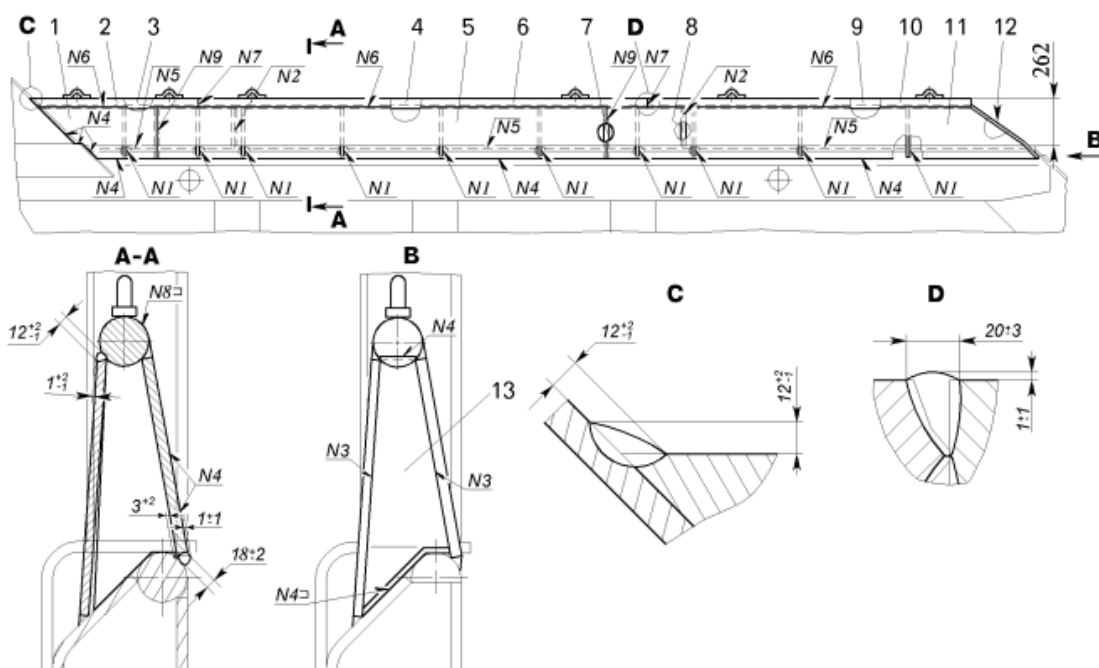


Рис. 11. Установка надставных бортов 7557/7558: 1, 5, 11 – панели; 2 – борт надставной передней левой; 3 – борт надставной передней правой; 4 – борт надставной средний правый; 6 – борт надставной средний левый; 7, 8 – подкладки; 9 – борт надставной задний левый; 10 – борт надставной задний правый; 12, 13 – заглушки

Fig. 11. Installation of extension sideboard 7557/7558: 1, 5, 11 – panels; 2 – side extension front left; 3 – front right-side extension; 4 – side superstructure middle right; 6 – side extension, middle left; 7, 8 – linings; 9 – side extension rear left; 10 – side extension rear right; 12, 13 – plugs



САТ в своем руководстве описывает увеличение высоты бортов привариванием гнутых листовых деталей (рис. 12). Такой способ требует меньше сварочных работ, но изготовление такой детали требует от эксплуатанта определенного листогибочного оборудования, которое является редкостью для компаний, занимающихся добычей.

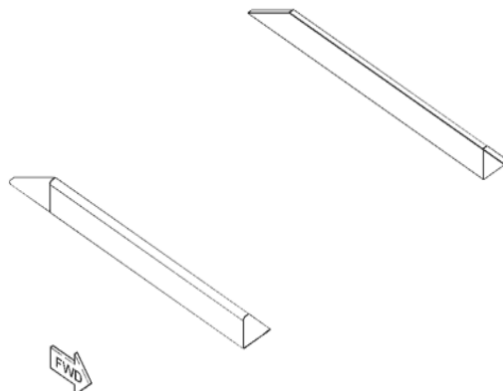


Рис. 12. Установка надставных бортов САТ 777
Fig. 12. Installation of extension sideboard CAT 777

Характеристики универсальной ГП для КС, согласно информации производителя, представлены в таблице 4. Так как типоразмер шин напрямую влияет на грузоподъемность КС [11], для сравнения платформ мы берем модели КС грузоподъемностью 90 т с одинаковыми шинами 27.00 R49. Определим, как вес ГП влияет на грузоподъемность КС (рис. 13).

Таблица 4. Основные характеристики ГП КС

Table 4. Basic characteristics of the mining dump truck body

Параметр	БелАЗ 7558/7557	Komatsu HD785–8	CAT 777E
Толщина листа дна, мм	20	19	20
Толщина листа стенки передней, мм	15	12	12
Толщина листа борта, мм	10	9	10
Ребра жесткости, мм	5	4	5
Объем с шапкой 2:1, м ³	53,3	60,0	60,0
Масса ГП, кг	17,25	15,74	15,79
Грузоподъемность КС, т	90,00	92,20	92,60

Анализируя график, можно сделать вывод о том, что для самосвалов одного класса, с одинаковым типоразмером шин, масса ГП является параметром, влияющим на грузоподъемность. Уменьшение массы кузова повышает грузоподъемность, а следовательно, и эффективность работы КС.

Для основных элементов ГП КС, напрямую соприкасающихся с грузом, используется высокопрочная износостойкая сталь с твердостью не менее 340НВ.

Основной материал универсальной ГП КС 7558 – сталь 18ХГНМФР (ТУ 14-1-5436-01) [12, 13], производства компании Северсталь. Северсталь в данный момент выпускает 18ХГНМФР под маркой, некоторое время известной как SeverHard, а ныне известной как Powerhard. В результате совершенствования технологических процессов свойства материалов отличаются (таблица 5).

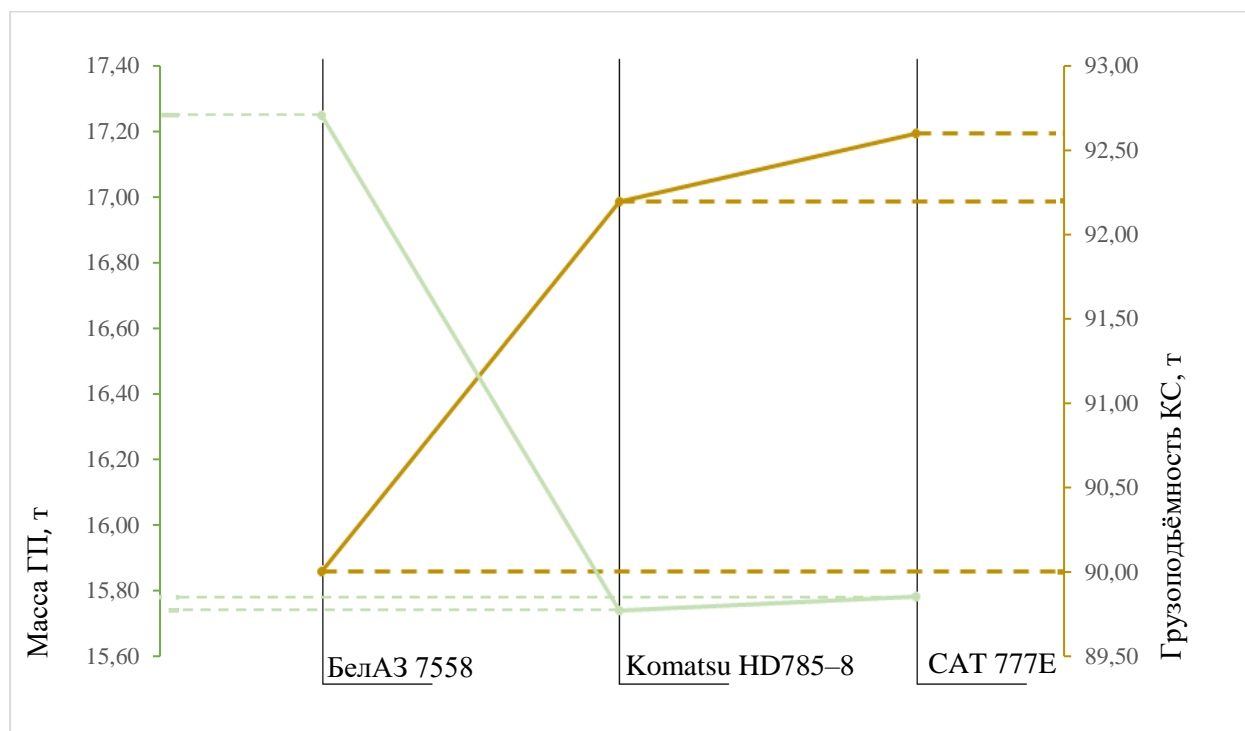


Рис. 13. Масса ГП и грузоподъемность КС

Fig. 13. Body weight and mining dump truck load capacity

Таблица 5. Основные свойства стали рассматриваемой ГП

Table 5. The main properties of the steel of the body under consideration

Характеристики/материал	18ХГНМФР	Powerhard 400	Hardox 400
Твердость, НВ	340÷430	370÷430	370÷430
Предел текучести, МПа	950÷1150	950	1100
Хладостойкость KCV(–40°C), Дж/см²	не менее 30	35	30

Выводы.

Таким образом, в результате обзора были определены и описаны служебные назначения рассматриваемых ГП, было выяснено что рассмотренные конструктивные элементы у платформ-конкурентов схожи и выполняют одинаковые задачи. Основные отличия между грузовыми платформами заключаются в геометрии дна, порядке расположения ребер жесткости и их сечении. Материалы, из которых изготавливаются грузовые платформы, схожи по характеристикам. Все это может говорить нам об одинаковости подходов к проектированию универсальных грузовых платформ у рассматриваемых производителей. Полученные результаты могут помочь в проектировании новых грузовых платформ [16], на основе вышеописанных данных можно сформировать методику и критерии оценки эффективности ГП [15, 16], подобные работы помогут повысить эффективность перевозок.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2019-034 от 22.11.2019 г. с ПАО "КАМАЗ" по комплексному проекту «Разработка и создание высокотехнологичного производства автономных тяжелых платформ для безлюдной добычи полезных ископаемых в системе "Умный карьер"», при участии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный



технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в части выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

Список источников

1. Автомобили–самосвалы / В.Н. Белокуров, О.В. Гладков, А.А. Захаров, А.С. Мелик-Саркисянц; под редакцией. А. С. Мелик-Саркисянц. – М.: Машиностроение 1987. – 216 с.
2. Проектирование и эксплуатация карьерного автотранспорта: Справочник: Часть 1 / А.А. Кулеов. Санкт–Петербургский горный ин–т. СПб. 1994. – 230 с.
3. Садовец, В.Ю. Выбор варианта роботизированного участка по технологии ремонта кузова самосвала / В.Ю. Садовец, А.А. Калачев // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов III Международной научно–практической конференции, Кемерово, 14–17 октября 2019 года / Редколлегия: Д.М. Дубинкин [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. – С. 156–159.
4. Азев, Д.В. Оптимальное использование грузоподъемности – путь к увеличению производительности и поддержанию работоспособности самосвалов БЕЛАЗ / Д.В. Азев // Горный информационно–аналитический бюллетень (научно–технический журнал). – 2017. – № S39. – С. 143–148. – DOI 10.25018/0236–1493–2017–12–39–143–148.
5. Дубинкин Д.М., Исмаилова Ш.Я., Красавин А.Д., Сорокин В.Ю. Обзор конструкций карьерных самосвалов, грузоподъемностью до 60 тонн // Сборник материалов XII Всерос. научно–практической конференции с международным участием, 21–24 апр. 2020 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун–т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: С. Г. Костюк (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2020. С. 52514.1. 7 стр.
6. Дубинкин Д.М., Ялышев А.В. Обоснование схемных решений экстерьера при проектировании новых автономных тяжелых платформ для открытых горных работ // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: сборник материалов IV Международной научно–практической конференции (07 – 10 декабря 2020 года), Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун–т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: Д.М. Дубинкин (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2020 – 634 с. С. 593–600.
7. Burt, C. N., & Caccetta, L. (2014). Equipment selection for surface mining: A review. *Interfaces*, 44(2), 143–162. doi:10.1287/inte.2013.0732
8. LaForest, J., & Riggle, R. (2019). Utilizing technology to optimize loading productivity. Paper presented at the 2019 SME Annual Conference and Expo and CMA 121st
9. Дубинкин Д.М., Ялышев А.В. Обзор эксплуатируемых кузовов карьерных самосвалов с задней разгрузкой // Сборник материалов XIII Всерос. научно–практической конференции с международным участием, 20–24 апр. 2021 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун–т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2021. С. 010308.1–10308.8. 8 стр.
10. Aben K., Orazaliyev Y., Suorineni F.T. (2020) A Novel Approach to Safely Increase Dump Truck Pay–Load Capacity to Optimize Material Haulage. In: Topal E. (eds) *Proceedings of the 28th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection – MPES 2019*. MPES 2019. Springer Series in Geomechanics and Geoengineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978–3–030–33954–8_34
11. Dubinkin, D. Justification of the Number and Type of Tire Size for a Dump Truck with a Lifting Capacity from 90 to 130 Tons / D. Dubinkin, A. Kulpin, D. Stenin // *E3S Web of Conferences* : 5, Кемерово, 19–21 октября 2020 года. – Кемерово, 2020. – Р. 03015. – DOI 10.1051/e3sconf/202017403015.
12. Высокопрочные стали с экономным легированием для карьерного транспорта и горнодобывающей техники / В.Н. Никитин, С.Ю. Настич, Л.А. Смирнов [и др.] // *Сталь*. – 2016. – № 10. – С. 57–66.
13. Никитин В. Н. Разработка и освоение производства в РФ экономнолегированных высокопрочных сталей для карьерных самосвалов БЕЛАЗ / В.Н. Никитин, В.М. Маслюк, В.С. Кураш // *Горное оборудование и электромеханика*. – 2014. – № 10(107). – С. 45–48.
14. Дубинкин Д.М. Обоснование необходимости создания тяжелых платформ для открытых горных работ // *Горное оборудование и электромеханика* – 2020. – № 4 (150). – С. 59–64.
15. Ali, D., & Frimpong, S. (2021). DeepImpact: A deep learning model for whole body vibration control using impact force monitoring. *Neural Computing and Applications*, 33(8), 3521–3544. doi:10.1007/s00521–020–05218–6
16. Dey, S., Mandal, S. K., & Bhar, C. (2020). Overall equipment effectiveness of shovel–dumper operation in opencast mining – A review. *Journal of Mines, Metals and Fuels*, 68(1), 19–24.



Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© 2021 Авторы. Издательство Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Информация об авторах

Дубинкин Дмитрий Михайлович, канд. техн. наук, доцент
e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Ялышев Алексей Витальевич, техник
e-mail: yalyshevav@kuzstu.ru

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
Российская Федерация, Кемеровская область – Кузбасс, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS AND JUSTIFICATION FOR THE USE OF LOADING PLATFORMS FOR 90-TON QUARRY DUMP TRUCKS

Dmitry N. Dubinkin, Alexey V. Yalyshev

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева



Article info

Received:
14 August 2021

Revised:
06 October 2021

Accepted:
15 November 2021

Keywords: open-pit mining,
loading platform,
body, dump truck, boards,
payload

Abstract.

In the article the designs of universal loading platforms for the main open-pit dump trucks with payload capacity of about 90 tons which are used in Russia – BelAZ 7558/7557, CAT 777E, Komatsu HD785 – are considered. The criteria of rational loading platform, universal loading platform are defined and set, the rational loading platform usage is justified. Service purposes of different platform elements and rules of their operation, method of production and transportation by parts are described. The basic design features and schematic solutions of the considered loading platforms are also described. Some technical characteristics and properties of construction materials are presented, and the manufacturer's parameters are compared for dump trucks of the same class and with the same tire size. On this basis, the features and common features of each of the considered designs of loading platforms are revealed. The dependence of loading capacity of dump truck on the weight of the loading platform is defined. The results obtained in the analysis can help in choosing a loading platform for a dump truck or in designing new loading platforms. Based on the analysis of the considered loading platforms in the future it is planned to form a methodology and criteria for assessing their effectiveness, which can help to increase the productivity of transportation in open-pit mining.

For citation Dubinkin D.M., Yalyshev A.V. (2021) Analysis of constructions and justification for the use of loading platforms for 90-ton quarry dump trucks. *Journal of mining and geotechnical engineering*, 3(14):61. DOI: 10.26730/2618-7434-2021-3-61-78



References

1. Avtomobili–samovolny / V.N. Belokurov, O.V. Gladkov, A.A. Zaharov, A.S. Melik-Sarkis'janc; pod redakciej. A. S. Melik-Sarkis'janc. – M.: Mashinostroenie 1987. – 216 s.
2. Proektirovanie i jekspluatacija kar'ernogo avtotransporta: Spravochnik: Chast' 1 / A.A. Kuleov. Sankt–Peterburskij gornyj in–t. SPb. 1994. – 230 s.
3. Sadovec, V.Ju. Vybora varianta robotizirovannogo uchastka po tehnologii remonta kuzova samosvala / V.Ju. Sadovec, A.A. Kalachev // Innovacii v informacionnyh tehnologijah, mashinostroenii i avtotransporte : Sbornik materialov III Mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoj konferencii, Kemerovo, 14–17 oktjabrja 2019 goda / Redkollegija: D.M. Dubinkin [i dr.]. – Kemerovo: Kuzbasskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet imeni T.F. Gorbacheva, 2019. – S. 156–159.
4. Azev, D.V. Optimal'noe ispol'zovanie gruzopod#emnosti – put' k uvelicheniju proizvoditel'nosti i podderzhaniju rabotosposobnosti samosvalov BELAZ / D.V. Azev // Gornyj informacionno–analitičeskij bjulleten' (nauchno–tehničeskij zhurnal). – 2017. – № S39. – S. 143–148. – DOI 10.25018/0236–1493–2017–12–39–143–148.
5. Dubinkin D.M., Ismailova Sh.Ja., Krasavin A.D., Sorokin V.Ju. Obzor konstrukcij kar'ernyh samosvalov, gruzopod#emnost'ju do 60 tonn // Sbornik materialov XII Vseros. nauchno–prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 21–24 apr. 2020 g., Kemerovo [Jelettronnyj resurs] / FGBOU VO «Kuzbas. gos. tehn. un–t im. T. F. Gorbacheva»; redkol.: C. G. Kostjuk (otv. red.) [i dr.]. – Kemerovo, 2020. S. 52514.1. 7 str.
6. Dubinkin D.M., Jalyšev A.V. Obosnovanie shemnyh reshenij jekster'era pri proektirovanii novyh avtonomnyh tjazhelyh platform dlja otkrytyh gornyh rabot // Innovacii v informacionnyh tehnologijah, mashinostroenii i avtotransporte: sbornik materialov IV Mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoj konferencii (07 – 10 dekabrja 2020 goda), Kemerovo [Jelettronnyj resurs] / FGBOU VO «Kuzbas. gos. tehn. un–t im. T. F. Gorbacheva»; redkol.: D.M. Dubinkin (otv. red.) [i dr.]. – Kemerovo, 2020 – 634 s. S. 593–600.
7. Burt, C. N., & Caccetta, L. (2014). Equipment selection for surface mining: A review. *Interfaces*, 44(2), 143–162. doi:10.1287/inte.2013.0732
8. LaForest, J., & Riggle, R. (2019). Utilizing technology to optimize loading productivity. Paper presented at the 2019 SME Annual Conference and Expo and CMA 121st
9. Dubinkin D.M., Jalyšev A.V. Obzor jekspluatiruemyh kuzovov kar'ernyh samosvalov s zadnej razgruzkoj // Sbornik materialov XIII Vseros. nauchno–prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 20–24 apr. 2021 g., Kemerovo [Jelettronnyj resurs] / FGBOU VO «Kuzbas. gos. tehn. un–t im. T. F. Gorbacheva»; redkol.: K.S. Kostikov (otv. red.) [i dr.]. – Kemerovo, 2021. S. 010308.1–10308.8. 8 str.
10. Aben K., Orazaliyev Y., Suorineni F.T. (2020) A Novel Approach to Safely Increase Dump Truck Pay–Load Capacity to Optimize Material Haulage. In: Topal E. (eds) *Proceedings of the 28th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection – MPES 2019*. Springer Series in Geomechanics and Geoengineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978–3–030–33954–8_34
11. Dubinkin, D. Justification of the Number and Type of Tire Size for a Dump Truck with a Lifting Capacity from 90 to 130 Tons / D. Dubinkin, A. Kulpin, D. Stenin // E3S Web of Conferences : 5, Kemerovo, 19–21 oktjabrja 2020 goda. – Kemerovo, 2020. – P. 03015. – DOI 10.1051/e3sconf/202017403015.
12. Vysokoprochnye stali s jekonomnym legirovaniem dlja kar'ernogo transporta i gornodobyvajushhej tehniki / V.N. Nikitin, S.Ju. Nastich, L.A. Smirnov [i dr.] // Stal'. – 2016. – № 10. – S. 57–66.
13. Nikitin V. N. Razrabotka i osvoenie proizvodstva v RF jekonomnolegirovannyh vysokoprochnyh stalej dlja kar'ernyh samosvalov BELAZ / V.N. Nikitin, V.M. Masljuk, V.S. Kurash // Gornoe oborudovanie i jelektromehanika. – 2014. – № 10(107). – S. 45–48.
14. Dubinkin D.M. Obosnovanie neobходимosti sozdaniya tjazhelyh platform dlja otkrytyh gornyh rabot // Gornoe oborudovanie i jelektromehanika – 2020. – № 4 (150). – S. 59–64.
15. Ali, D., & Frimpong, S. (2021). DeepImpact: A deep learning model for whole body vibration control using impact force monitoring. *Neural Computing and Applications*, 33(8), 3521–3544. doi:10.1007/s00521–020–05218–6
16. Dey, S., Mandal, S. K., & Bhar, C. (2020). Overall equipment effectiveness of shovel–dumper operation in opencast mining – A review. *Journal of Mines, Metals and Fuels*, 68(1), 19–24.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

© 2021 The Authors. Published by T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Dubinkin D.M., Yalyshev A.V.

*Analysis of constructions and justification for the use of
loading platforms for 90-ton quarry dump trucks*

DOI: 10.26730/2618-7434-2021-3-61-78

Information about the authors

Dmitry M. Dubinkin, Ph.D. (Tech.), Assistant Professor
e-mail: ddm.tm@kuzstu.ru

Alexey V. Yalyshev, Technician
e-mail: yalyshevav@kuzstu.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University Russian Federation, Kemerovo region – Kuzbass,
650000, Kemerovo, 28 Vesennyaya st.