

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/vol8-6.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/163TVN616.pdf>

Статья опубликована 31.01.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Яковлев И.А., Каргин Р.В., Шемшура Е.А., Каргина Д.Р. Анализ конструкций кузовных мусоровозов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/163TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 629.361.3

Яковлев Игорь Анатольевич

Строительная компания «Южный город», Россия, Севастополь
Советник директора
E-mail: 79286258088@yandex.ru

Каргин Роман Владимирович

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Россия, Ростов-на-Дону¹
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: kargin-r-v@mail.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_items.asp?id=338159

Шемшура Елена Анатольевна

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
Филиал в г. Сочи, Россия, Сочи
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: aleshkastyle@gmail.com
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_items.asp?id=558189

Каргина Дарья Романовна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Россия, Ростов-на-Дону
Академия строительства и архитектуры
Студент
E-mail: kargina-d-r@mail.ru

Анализ конструкций кузовных мусоровозов

Аннотация. Одной из актуальных задач круглогодичного содержания автомобильных дорог вне населенных пунктов и городских территорий является качественные сбор и удаление твердых бытовых отходов. Для этих целей используются специализированные дорожные машины - мусоровозы, которые различаются назначением, вместимостью кузова, механизмами загрузки отходов, характером процесса уплотнения и системой выгрузки отходов из кузова.

Проведен анализ различных технических решений мусоровозов кузовного типа характерных для традиционной технологии сбора и вывоза твердых бытовых отходов. Рассмотрены как серийно выпускаемые машины, так и оригинальные авторские разработки конструкций мусоровозов, их технологического оборудования, используемых в России и за рубежом.

¹ 344038, Россия, Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2

На основании анализа конструкций, опыта использования и исследований надежности мусоровозов определены основные эксплуатационные недостатки конструкций. Для повышения эффективности работы машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов разработаны конструкции захватов манипуляторов, запатентованные различными организациями. Подавляющее большинство разрабатываемых технических решений направлены на повышение производительности и расширение области применения захвата манипулятора мусоровоза, но не повышают надежность его конструкции.

В результате проведенного анализа намечены пути дальнейших исследований по совершенствованию и повышению эффективности применения тех или иных разработанных технических решений, включающие кинематический и динамический анализ систем мусоровозов, прочностной расчет конструкций, моделировании рабочих процессов и оптимизацию конструктивных параметров.

Ключевые слова: анализ; кузовной мусоровоз; конструкция; захват; содержание дорог; твердые бытовые отходы; эффективность

В настоящее время содержание автомобильных дорог представляет собой комплекс мероприятий по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению мелких повреждений, по организации и обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги. Задача содержания состоит в обеспечении сохранности дороги и дорожных сооружений и поддержании их состояния в соответствии с требованиями, допустимыми по условиям обеспечения непрерывного и безопасного движения в любое время года. К составу работ по содержанию автомобильных дорог относится уборка мусора из контейнеров и урн, в том числе с использованием специальных машин, вывоз мусора для утилизации на полигоны. Необходимо отметить, что периодичность вывоза определяется количеством воздействий в год в зависимости от фактической интенсивности движения автомобилей в сутки [1].

Удаление твердых бытовых отходов (ТБО) является актуальной задачей при круглогодичном содержании как автомобильных дорог вне населенных пунктов (из контейнеров, установленных на автозаправочных станциях (АЗС), с площадок отдыха и других объектов сервиса), так и городских дорог, и территорий. При поддержании экологического состояния территорий согласно требованиям действующей нормативно-технической документации для вывоза собранного мусора и отходов на свалки, полигоны или мусоросжигающие заводы предназначены специальные машины - мусоровозы [1].

Мусоровоз представляет собой грузовой автомобиль или другой вид транспорта, основными функциями которого являются загрузка, уплотнение, транспортировка и вывоз мусора. Как правило, данные транспортные средства имеют большой объем кузова, загрузка мусора в который происходит либо автоматически, либо в ручном режиме.

Отечественная промышленность выпускает достаточно широкий спектр машин для вывоза ТБО [2-4], которые различаются назначением, вместимостью кузова, механизмами загрузки отходов, характером процесса уплотнения и системой выгрузки отходов из кузова.

Отечественными производителями коммунальной техники освоен выпуск современных и эффективных мусоровозов с боковой загрузкой кузова манипулятором, способных резко увеличить производительность сбора и вывоза мусора по традиционной для большинства российских городов технологии. Созданные машины сочетают новизну и оригинальность конструктивных решений, и новые технологические подходы для их воплощения [5].

Компания Renault Trucks разработала новую модель кузовного мусоровоза большой вместимости с задней и боковой загрузкой стандартных контейнеров², а также инновационный гибридный мусоровоз³, обеспечивающий снижение расхода топлива, почти бесшумную работу и малое количество выхлопных газов. При создании мусоровоза совместили двигатель внутреннего сгорания и электромотор, путем использования «параллельных» гибридных технологий, когда оба мотора могут работать параллельно или по отдельности.

Анализ опыта использования технических средств для сбора и удаления ТБО различных конструкций в нашей стране и за рубежом установил следующее:

- расширяется применение кузовных мусоровозов, оборудованных манипуляторами;
- в качестве транспортной базы в большинстве случаев применяются двух- или трехосные шасси серийных моделей грузовиков, доработанные под установку специальных надстроек и оборудования. Для повышения грузоподъемности мусоровозов с учетом ограничения максимальной нагрузки на ось и увеличивают количество осей;
- на сегодняшний день в качестве мусоровозов применяется как отечественная автомобильная техника на базе КамАЗ, МАЗ, ЗИЛ, ГАЗ, так и импортного производства - Форд, Мерседес и др. [3, 4, 6];
- наибольшее распространение в России нашли кузовные мусоровозы с механизированной боковой (табл. 1-3) и задней загрузкой кузова (табл. 4).

Широко применяемые в рамках традиционной технологии сбора и вывоза твердых бытовых отходов кузовные мусоровозы с механизированной боковой загрузкой в зависимости от максимальной массы загружаемых отходов разделены на три группы: легкие, средние и тяжелые.

Таблица 1

Мусоровозы легкие (составлено авторами на основе [2])

Характеристики	Марки мусоровозов			
	КО-440-3	КО-413	МКМ-111	
Базовое шасси	ГАЗ-3307	ГАЗ-3307	ГАЗ-3307	ГАЗ-3309
Вместимость кузова, м ³	7,5	7,5	8,0	
Масса загружаемых отходов, кг	3220	3300	2630	
Грузоподъемность манипулятора, кг	500	500	500	
Масса спецоборудования, кг	1900	1950	2300	
Масса полная, кг	7850	7850	7850	8100

² Кузовной мусоровоз с задней и боковой загрузкой // Грузовик. - 2005. - №2. - С. 25.

³ Гибридный мусоровоз от Renault Trucks и Geesinknorba [Электронный ресурс] / АТИ-Медиа. Новости рынка автомобильных грузоперевозок и автомобильного транспорта. - Режим доступа: <http://ati.su/Media/News.aspx?HeadingID=8&ID=11054>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.

Таблица 2

Мусоровозы средние (составлено авторами на основе [2])

Характеристики	Марки мусоровозов			
	МКМ-2	КО-440-3	КО-440-4	КО-431
Базовое шасси	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-433362
Вместимость кузова, м ³	9,5	10,0	10,0	10,0
Масса загружаемых отходов, кг	4350	4300	4300	4980
Грузоподъемность манипулятора, кг	700	500	500	500
Масса спецоборудования, кг	2400	2600	2600	2045
Масса полная, кг	11000	11000	11000	11000

Таблица 3

Мусоровозы тяжелые (составлено авторами на основе [2])

Характеристики	Марки мусоровозов				
	МКМ-4605	МКМ-25	МКМ-35	КО-440-5	КО-415А
Базовое шасси	КамАЗ-53605	ЗИЛ-133Д42	МАЗ-5337	КамАЗ-53215	КамАЗ-53215
Вместимость кузова, м ³	17	18	18,0	22,0	22,5
Масса загружаемых отходов, кг	5050	8200	6500	8500	9370
Грузоподъемность манипулятора, кг	700	700	700	500	500
Масса спецоборудования, кг	3700	3900	3700	5000	4130
Масса полная, кг	17200	19200	16000	20500	20500

Таблица 4

Мусоровозы с задней загрузкой (составлено авторами на основе [2])

Характеристики	Марки мусоровозов			
	КО-440-1	МКГ	МКЗ	М72А
Базовое шасси	ГАЗ-3307	ГАЗ-3307	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-133Д42
Вместимость кузова, м ³	7,5	8,2	9,5	13,6
Масса загружаемых отходов, кг	3100	3000	4780	6400
Грузоподъемность манипулятора, кг	500	700	700	600
Масса спецоборудования, кг	1900	2200	2450	5310
Масса полная, кг	7850	7850	11000	18840

Мусоровозы средней грузоподъемности серии КО снабжены гидравлическим манипулятором с «вилочным» захватом⁴, который осуществляет зажим контейнера между двух прижимных губок (рис. 1). Мусоровозы серии СОМ и МКМ оснащены манипулятором,

⁴ Авторское свидетельство SU1622237 В65F3/02. Устройство для разгрузки контейнеров в кузов мусоровоза / Павлик М.Ф., Овдей М.Н., Пейсахин Л.А., Кобылинский В.И. - № 4652285/11; Заявл. 21.02.89. Опубл. 23.01.91. Бюл. №3.

подъемно-опрокидывающее устройство которого позволяет осуществлять подхват путем подведения губок под верхний пояс жесткости контейнера (рис. 2, 3).

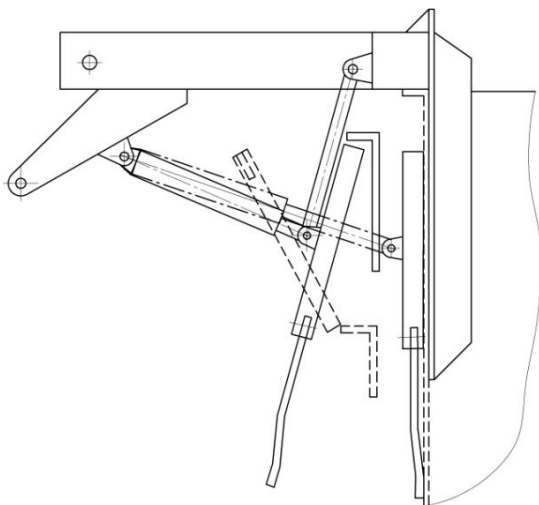


Рисунок 1. Конструкция захвата мусоровозов серии КО (разработано авторами на основе авторского свидетельства SU1622237)

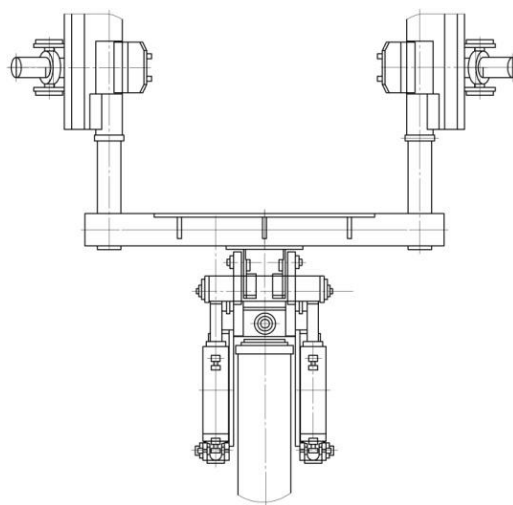


Рисунок 2. Конструкция захвата мусоровоза СОМ (разработано авторами на основе Мусоровоз кузовной СОМ: Руководство по эксплуатации СОМ.00.00.000.РЭ / ОАО «Копейский машиностроительный завод». - Копейск, 1998. - 50 с.)

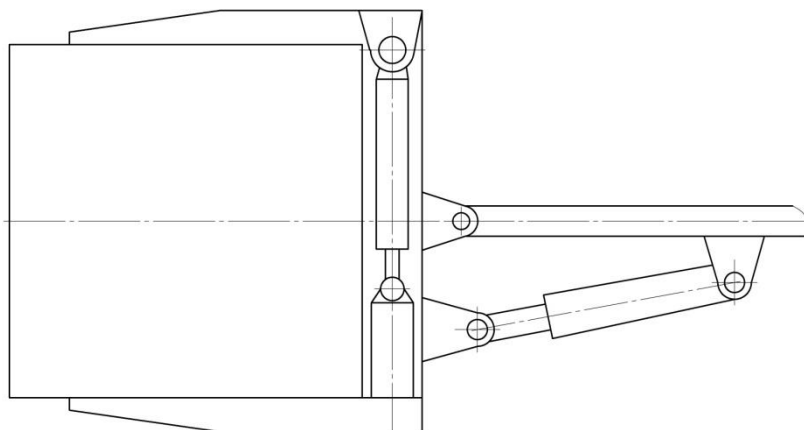


Рисунок 3. Конструкция захвата мусоровозов серии МКМ (разработано авторами на основе Мусоровозы 4805CG (МКМ-111), 4805DG (МКМ-111), 4805AC (МКМ-2), 4865BA (МКМ-2101), 4865AA (МКМ-2301), 4865CA (МКМ-2501): Руководство по эксплуатации 4805AC (МКМ-2).00.000.РЭ / ООО «МВП Экомтех». - М., 2002. - 19 с.)

Исследования надежности серийных мусоровозов [7, 8] показали, что существенная доля отказов технологического оборудования (до 40%) приходится на манипулятор и гидросистему.

Для повышения эффективности работы машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов разработаны конструкции захватов манипуляторов, запатентованные различными

организациями: подъемно-опрокидывающее устройство⁵ с поддерживающим приспособлением для контейнеров (рис. 4), устройство⁶ для разгрузки металлических и пластмассовых контейнеров (рис. 5), подъемно-опрокидывающее устройство⁷ с различными захватывающими приспособлениями (рис. 6) и др.^{8,9,10}

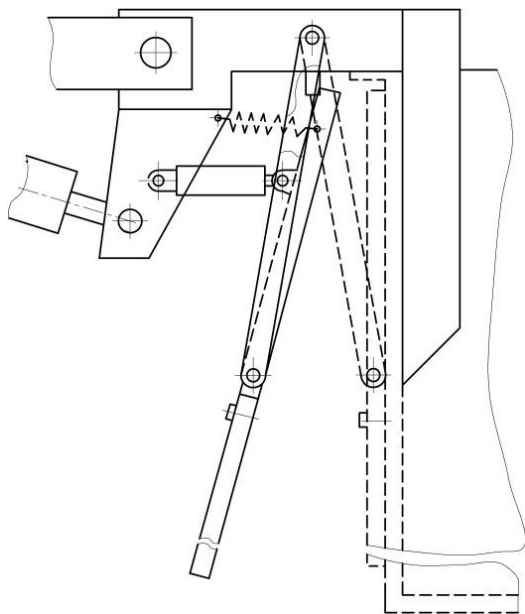


Рисунок 4. Подъемно-опрокидывающее устройство с поддерживающим приспособлением для контейнеров (разработано авторами на основе авторского свидетельства SU11266512)

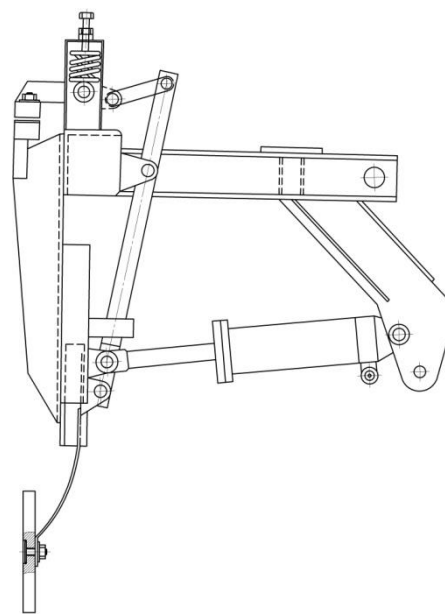


Рисунок 5. Устройство для разгрузки металлических и пластмассовых контейнеров (разработано авторами на основе патента RU2177901)

⁵ Авторское свидетельство SU11266512 В65F3/02. Устройство для разгрузки контейнеров в кузов мусоровоза / Алексеев В.В., Белоцерковский Г.М., Токарев Б.Н., Ереснов Н.И., Лызо Н.М., Павлик М.Ф., Стельмашенко А.И. - № 3624463/30-15; Заявл. 22.07.83. Оpubл. 30.11.84. Бюл. № 44.

⁶ Патент RU2177901 МКИ В65F3/04. Захват устройства для разгрузки контейнеров в кузов мусоровоза / Лисин В.И., Парамонов А.И., Любаев А.Т., Лабзина Л.Н. - № 99121708/28; Заявл. 15.10.99. Оpubл. 10.01.02.

⁷ Патент RU2107014 МКИ В65F3/04. Подъемно-опрокидывающее или опрокидывающее устройство для опорожнения мусорных баков / Якоб Нааб. - № 95110764/28; Заявл. 30.06.95. Оpubл. 20.03.98.

⁸ Патент на полезную модель RU90770 МКИ В65F3/00. Мусоровоз / Мельник А.А., Якубик В.К., Чикишев А.В. - № 2009126676. Дата регистрации 14.07.09.

⁹ Патент на полезную модель RU60069 МКИ В65F3/00. Мусоровоз с боковой загрузкой / Макаров В.В., Данилова Т.А., Степанова И.И. - № 2006111077/22. Дата регистрации 05.04.06.

¹⁰ Патент на полезную модель RU114046 МКИ В66С1/00. Грузозахватное устройство с функцией взвешивания грузов при погрузке / Лучкин В.А., Шакин А.В. - № 2010153406/11. Дата регистрации 28.12.10.

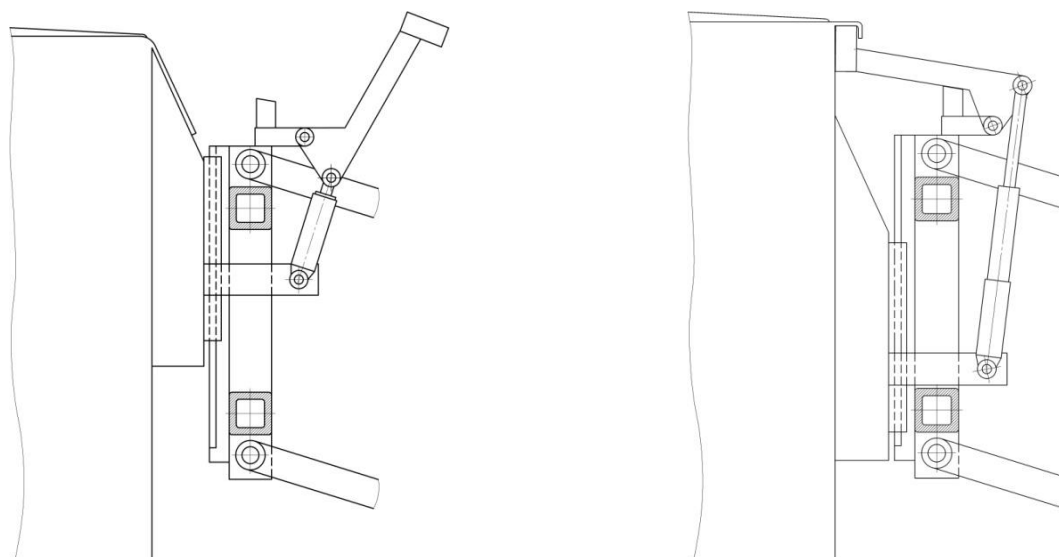


Рисунок 6. Подъемно-опрокидывающее устройство для контейнеров с различными захватывающими приспособлениями (разработано авторами на основе патента RU2107014)

подавляющее большинство разрабатываемых технических решений направлены на повышение производительности и расширение области применения захвата манипулятора мусоровоза, но не повышают надежность его конструкции, так как остается неизменным принцип работы захвата с фиксацией контейнера только за один борт, что не снижает нагрузки на гидросистему и манипулятор.

С целью снижения действующих нагрузок и повышения работоспособности мусоровоза предложена новая конструкция захвата устройства для разгрузки контейнеров в кузов мусоровоза, обеспечивающая подхват контейнера под днище [9]. Такая конструкция захвата за счет изменения мест приложения сил, увеличения площади контакта с контейнером и распределения нагрузки по днищу и боковой стенке бака, позволяет снизить действие взаимных усилий захвата и контейнера и повысить надежность захвата.

Повышение производительности процесса загрузки кузова за счет снижения потерь ТБО и сокращения времени цикла достигается изменением системы гидропривода манипулятора таким образом, чтобы при изменении траектории движения контейнера его основание сохраняло параллельность относительно начального положения (уровня площадки) в течение всего цикла подъема. Кроме этого, повышение надежности мусоровоза без потери качества выполнения работ осуществляется снижением общего количества элементов гидросистемы и добавлением следящего гидроцилиндра, крепление которого производится на стреле и раме манипулятора [10].

Необходимость соответствия качества содержания автомобильных дорог и городских территорий нормативным уровням, в том числе и области санитарной очистки, обуславливает высокие требования к технике и оборудованию, применяемому при сборе и вывозе ТБО. Необходимы машины, позволяющие в полной мере использовать наиболее эффективные технологии сбора и вывоза бытовых отходов.

Для оценки эффективности применения тех или иных разработанных технических решений необходимо провести комплекс последующих исследований, включающих кинематический и динамический анализ систем мусоровозов, прочностной расчет конструкций, моделировании рабочих процессов и оптимизацию конструктивных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каргин Р.В., Домницкий А.А., Каргина Д.Р. Особенности выбора марки и формирования парка машин для содержания дорог. Дороги и мосты. - 2015. - №34. - С. 213-222.
2. Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог: учебное пособие для вузов / под общ. ред. В.И. Баловнева. - 2-е изд., дополн. и перераб. - Москва-Омск: ОАО «Омский дом печати», 2005. - 768 с.
3. Строительная, дорожная и специальная техника отечественного производства: Краткий справочник / А.А. Глазов, Н.А. Манаков, А.В. Панкратов. - М.: ЗАО «Бизнес-арсенал», 2000. - 816 с.
4. Строительная, дорожная и коммунальная техника зарубежного производства: Краткий справочник / А.А. Глазов, Н.А. Манаков, А.В. Панкратов. - М.: ЗАО «Бизнес-арсенал», 2000. - 528 с.
5. Белоцерковский Г.М., Белоцерковский А.Г. Мусоровозы с боковой загрузкой кузова: новое поколение / Твердые бытовые отходы. - 2011. - №3. - С. 20-21.
6. Каргин Р.В. Классификация машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов / Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2011. - №2. - С. 69-74.
7. Каргин Р.В., Коробов И.М. Анализ работы кузовных мусоровозов // Исследования в области конструирования, рабочих процессов и эксплуатации технологических машин: Материалы I Международной и юбилейной 55 науч.-практ. конф. / Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ (НПИ). - Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2006. - С. 109-113.
8. Каргин Р.В., Жигульский В.И. Надежность кузовных мусоровозов / Грузовик. - 2012. - №2. - С. 37-40.
9. Каргин Р.В. Конструктивный анализ машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов // Погрузочно-транспортные, строительно-дорожные и коммунальные машины. Технический сервис и конструкции: Сб. науч. тр. / Шахтинский ин-т ЮРГТУ (НПИ). - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. - С. 13-18.
10. Каргин Р.В. Совершенствование конструкций кузовных мусоровозов / Научно-технический вестник Поволжья. 2011. - №1. - С. 116-120.

Yakovlev Igor Anatolyevich

Construction Company «Southern City», Russia, Sevastopol
E-mail: 79286258088@yandex.ru

Kargin Roman Vladimirovich

Rostov state transport university, Russia, Rostov-on-Don
E-mail: kargin-r-v@mail.ru

Shemshura Elena Anatolyevna

Moscow automobile and road construction state technical university
Sochi branch, Russia, Sochi
E-mail: aleshkastyle@gmail.com

Kargina Daria Romanovna

Don state technical university, Russia, Rostov-on-Don
Academy of civil engineering and architecture
E-mail: kargina-d-r@mail.ru

Garbage truck construction enhancement

Abstract. One of the relevant problems of the road maintenance outside population centers every year is the proper municipal solid waste removal. For this purpose there are specialized road vehicles known as garbage trucks, which are different by its purpose, body capacity, loader type, waste compression process and dumping system.

An analysis of different technical decisions for garbage trucks with conventional technology of municipal solid waste removal has been done. Serialized and original designed trucks and its technical equipment used in Russia and abroad have been considered in the article.

Main operational design flaws have been defined based on the structural analysis and experience in garbage trucks application. Manipulator finger design has been developed and patented by different organizations to increase the effectiveness of solid waste removal trucks operating. Most of the developing decisions focused on productivity gain and increasing scope of garbage truck manipulator but not focused on its construction reliability.

As a result of the analysis there is a planned line of further researches on enhancement of application effectiveness of different design decisions including kinematic and dynamic analysis of garbage truck system, structural analysis, performance modeling and design value optimization.

Keywords: analysis; garbage truck; construction; manipulator finger; road maintenance; municipal solid waste; effectiveness