

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 681.5

Автоматизированный технологический процесс транспортирования твердых отходов с использованием мехатронных модулей

Ю.В. Марченко, С.И. Попов, Э.В. Марченко, Г.В. Зурнаджи, А.А. Петров

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Целью данной работы является создание одного из вариантов конкретной реализации системы вывоза твердых бытовых отходов в урбанизированной среде на базе технологий канатного транспорта с использованием мехатронных модулей с максимальной автоматизацией технологического процесса. Представлены результаты исследований, позволяющие повысить эффективность транспортной логистики, культуру производства и технического обслуживания применяемого оборудования, улучшить экологическое состояние населенных пунктов при утилизации твердых бытовых отходов в урбанизированной среде.

Ключевые слова: твердые отходы, урбанизированная среда, система транспортирования, экология, автоматизация, мехатронные модули

Для цитирования: Марченко Ю.В., Попов С.И., Марченко Э.В., Зурнаджи Г.В., Петров А.А. Автоматизированный технологический процесс транспортирования твердых отходов с использованием мехатронных модулей. *Молодой исследователь Дона*. 2024;9(3):64–68.

Automated Technological Process of Solid Waste Transportation Using Mechatronic Modules

Yulianna V. Marchenko, Sergei I. Popov, Edvard V. Marchenko, Gleb V. Zurnadzhi, Andrei A. Petrov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The aim of this work was to develop one of the possible solutions for the specific implementation of a solid waste disposal system in an urbanized environment based on rope transport technologies using mechatronic modules with maximum automation of the technological process. The results of research are presented that make it possible to increase the efficiency of transport logistics, the culture of production and maintenance of the equipment used, and improve the ecological condition of settlements during the disposal of solid household waste in an urbanized environment.

Keywords: solid waste, urbanized environment, transportation system, ecology, automation, mechatronic modules

For citation. Marchenko YuV, Popov SI, Marchenko EV, Zurnadzhi GV, Petrov AA. Automated Technological Process of Solid Waste Transportation Using Mechatronic Modules. *Young Researcher of Don*. 2024;9(3):64–68.

Введение. К твердым бытовым отходам относятся предметы или товары, которые утратили свои потребительские свойства в процессе их использования для удовлетворения личных и бытовых нужд граждан, а также отходы, возникающие в процессе деятельности предприятий и организаций.

В основном отходы вывозят на мусорные полигоны, так называемые санкционированные и несанкционированные свалки. Вывоз твердых бытовых отходов производится от мест временного хранения до мусороперегрузочной станции или до объекта переработки или уничтожения.

Процесс вывоза твердых бытовых отходов включает в себя следующие основные действия: согласование маршрутов движения транспорта, суточных и почасовых графиков движения мусоровозов, транспортировка твердых бытовых отходов от мест временного хранения и (или) утилизации.

Транспортное обслуживание оказывает существенное влияние на эффективность всего процесса обращения с твердыми бытовыми отходами и расходную часть регионального бюджета. На процесс транспортирования твердых бытовых отходов в большой степени влияют следующие факторы: численность населения, развитие улично-дорожной сети и транспортной инфраструктуры, качество транспортного обслуживания, степень благоустройства жилищного фонда, архитектурно-планировочная композиция города, экономический потенциал и потребности [1, 2].

Специализированная техника после погрузки и заполнения кузова доставляет твердые бытовые отходы до мест их утилизации или мест сбора для дальнейшего транспортирования. Существующая концепция вывоза отходов зависит от расстояния от населенного пункта до места утилизации, планировки и застройки территории, вида жилого помещения (многоэтажная или малоэтажная застройка), технологии сбора, вида специализированных технических средств. Затраты на транспортировку отходов от мест образования до места их утилизации составляют 80 % всех общих затрат на утилизацию.

Недостатками такого способа являются использование большего количества транспортных средств (автомобильных, железнодорожных или водных), возникновение длительных пробегов транспорта, задействованного на вывозе муниципальных отходов, необходимость создания инфраструктуры железнодорожного или водного транспорта [3]. Выбор транспорта определяется установленной технологией сбора. Здесь необходимо учитывать предельно допустимую нагрузку на дорожное полотно, планировку территории (ширина проездов, наличие мест для разворота и т. п.), количество и качество отходов.

Эффективность существующей системы вывоза снижается с увеличением пробега к месту утилизации, а себестоимость услуги меняется в зависимости от дальности расположения полигонов или перерабатывающих комплексов. Также недостатком является низкий коэффициент уплотнения.

Целью данной работы является создание одного из вариантов системы вывоза твердых бытовых отходов в урбанизированной среде на базе технологий канатного транспорта с использованием мехатронных модулей с максимальной автоматизацией технологического процесса, позволяющей улучшить экологическое состояние населенных пунктов и устранить вышеописанные недостатки существующих систем вывоза твердых бытовых отходов.

Основная часть. В работе [4] авторами предложен новый экологичный способ конвейерного вывоза твердых бытовых отходов в урбанизированной среде на базе технологий канатного транспорта с использованием мехатронных модулей. Этот запатентованный способ фиксирует общую концепцию создания системы вывоза твердых бытовых отходов в урбанизированной среде, позволяющую повысить культуру производства, улучшить экологическую ситуацию, сократить пробег автомобильного транспорта, расход горюче-смазочных материалов и уменьшить размер средств на создание дополнительной инфраструктуры железнодорожного или водного транспорта.

Настоящая работа является результатом научных теоретических и экспериментальных исследований [5, 6], позволивших создать один из вариантов конкретной реализации запатентованного способа вывоза отходов.

Указанный технический результат достигается за счет того, что в предложенном способе твердые бытовые отходы собираются автомобильными транспортными средствами в унифицированный съемный контейнер, в котором они уплотняются и вакуумизируются. Далее контейнеры перевозят автомобильными транспортными средствами на транспортно-логистический пункт, где их перегружают на грузовой подвесной канатный транспорт [7]. С его помощью наполненные контейнеры доставляются на мусороперерабатывающие заводы, где они перемещаются на промежуточный замедляющий конвейер, на котором выполняются операции по их автоматической разгрузке и далее по пути следования помывке и обработке антисептическими препаратами, текущему техническому обслуживанию и при необходимости — ремонту. Далее контейнеры возвращают с промежуточного разгоняющего конвейера на магистральный маршрут, контейнеры в обратном направлении доставляются на транспортно-логистический пункт с дальнейшей перегрузкой на автомобильное транспортное средство и доставкой в городскую черту [8].

На рис. 1 изображена схема вывоза твердых бытовых отходов.

Предлагаемый способ реализуется следующим образом:

- твердые отходы собирают в унифицированные контейнеры в жилых районах в специально отведенных для них местах;
- затем наполненные унифицированные контейнеры перегружают на транспортное средство, уплотняют и вакуумизируют мехатронным оборудованием, установленным на транспортном средстве, и перевозят в транспортно-логистический пункт.

В зависимости от размеров и местоположения населенного пункта транспортно-логистических пунктов может быть несколько, и они должны находиться предпочтительно в промышленных зонах или в малонаселенных районах на границах города.

В транспортно-логистическом пункте унифицированные контейнеры снимают с транспортного средства и загружают их на грузовую подвесную канатную дорогу.

Грузовая подвесная канатная дорога соединяет транспортно-логистический пункт с мусорным полигоном или мусороперерабатывающим заводом через транспортно-логистический терминал, где контейнеры перемещаются на промежуточный замедляющий конвейер, снимаются с грузовой подвесной канатной дороги и подаются на разгрузку.

Разгрузку унифицированных контейнеров осуществляют при помощи мехатронного разгрузочного устройства, после чего контейнеры перемещают для мойки и обеззараживания на соответствующем автоматизированном участке, где осуществляется экологический контроль выполненных работ. Далее унифицированные контейнеры проходят техническое обслуживание и (или) ремонт.

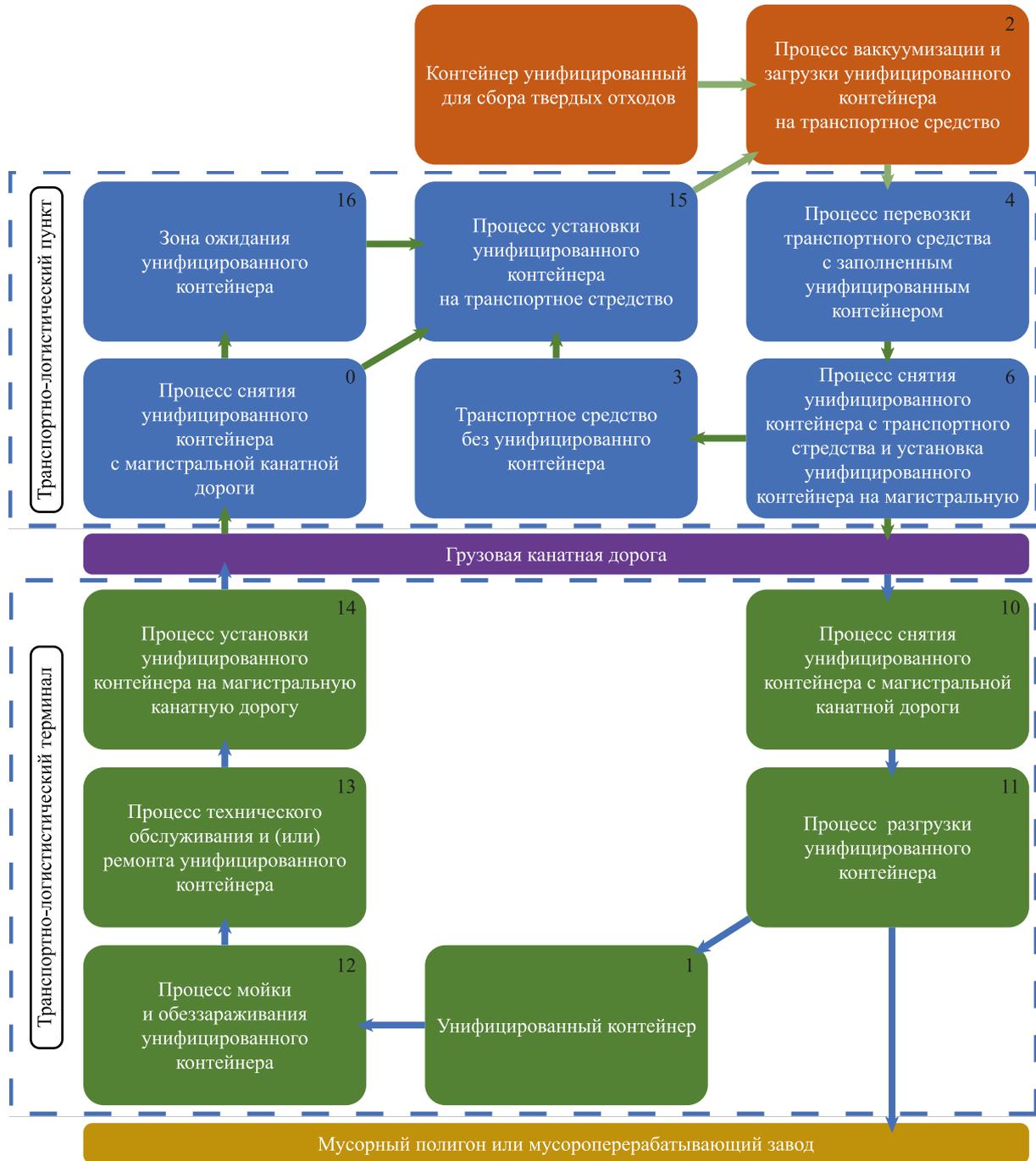


Рис. 1. Принципиальная схема вывоза твердых бытовых отходов

Затем унифицированные контейнеры устанавливаются на грузовую подвесную канатную дорогу и отправляются в обратном направлении на транспортно-логистический пункт, где снимают с грузовой подвесной канатной дороги, устанавливают на транспортные средства и транспортируют в жилые районы населенного пункта. При необходимости чистые контейнеры на транспортно-логистическом пункте могут находиться в зоне ожидания.

Для уменьшения трения и износа сопряженных механизмов при движении каната [9, 10] в рассматриваемом автоматизированном технологическом процессе транспортирования твердых отходов предложено использовать твердосмазочные материалы на основе дисульфида молибдена [11, 12].

Заключение. На сегодняшний день транспортировка твердых бытовых отходов посредством грузовой подвесной канатной дороги является уникальным способом как для российского рынка, так и для зарубежного, поскольку на данный момент его аналоги отсутствуют. Быстрый вывоз в унифицированных контейнерах твердых бытовых отходов позволяет улучшить экологическое состояние населенных пунктов.

Предложенный в данной работе новый автоматизированный технологический процесс транспортирования твердых бытовых отходов с использованием мехатронных модулей способствует повышению эффективности транспортно-логистического процесса вывоза твердых бытовых отходов, позволяет значительно повысить продуктивность перевозок, снизить финансовые и временные затраты. При этом сам процесс будет полностью автоматизирован от начальной до конечной точки.

Список литературы

1. Марченко Ю.В., Жалнина Д.А., Попов С.И. Влияние урбанизированной среды на функционирование элементов структурно-логистической системы по вывозу твердых бытовых отходов. В: *Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники. 2022»*. Ростов-на-Дону: ДГТУ; 2022. С. 489–490. URL: <https://ntb.donstu.ru/conference2022>
2. Курень С.Г., Попов С.И., Донцов Н.С., Зубарева Е.Г. Эволюция химического состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в городе-миллионнике. *Инженерный вестник Дона*. 2018;2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4849.
3. Попов С.И., Гальченко Г.А., Марченко Ю.В., Дроздов Д.С. Электронный контроль диспетчерского расписания как средство уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу. *Безопасность техногенных и природных систем*. 2021;2:50–57. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-50-57>
4. Короткий А.А., Марченко Ю.В., Попов С.И., Марченко Э.В., Панфилов А.В., Тимофеев С.А. и др. *Способ конвейерного вывоза твердых бытовых отходов в урбанизированной среде*. Патент РФ. № 2739424. 2020.
5. Marchenko Ju.V., Popov S.I. The Use of a Unified Container in an Ecological Automated System for the Removal of Solid Household Waste in an Urbanized Environment Based on Rope Transport Technologies. In: Beskopylny A., Shamtsyan M., Artiukh V. (eds.) *XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022». Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 575*. Springer, Cham; 2023. P. 1304–1311. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_146 (дата обращения: 06.05.2024).
6. Марченко Ю.В., Дерюшев В.В., Попов С.И., Марченко Э.В. Модель многопараметрической оптимизации характеристик канатной дороги в системе транспортировки твердых бытовых отходов. *Безопасность техногенных и природных систем*. 2023;7(4):80–96. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2023-7-4-80-96>
7. Скудина А.А., Попов С.И., Марченко Э.В., Марченко Ю.В., Исаев А.Г., Осипов И.Ю. Применение логистических подходов к использованию канатных дорог на примере горного курорта Роза Хутор. *Инженерный вестник Дона*. 2019. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5746 (дата обращения: 06.05.2024).
8. Marchenko J., Korotky A., Popov S., Marchenko E., Galchenko G., Kosenko V. Municipal Waste Management in an Urbanized Environment Based on Ropeway Technology. In: Beskopylny A., Shamtsyan M. (eds.) *XIV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2021». Lecture Notes in Networks and Systems, Vol 246*. Springer, Cham; 2022. P. 235–241. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81619-3_26
9. Иванов В.В., Попов С.И., Марченко Ю.В. Использование полимерных рабочих сред для формирования оксидной пленки в условиях виброобработки. *Вестник Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьева*. 2018;1(44):108–113.
10. Бабичев А.П., Иванов В.В., Попов С.И., Донцов Н.С. Особенности механизма формирования вибрационного химико-механического цинкового покрытия. *Упрочняющие технологии и покрытия*. 2018;14(2(158)):51–54.
11. Иванов В.В., Попов С.И., Валявин В.Ю., Марченко Ю.В., Марченко Э.В. Особенности инструментального обеспечения для формирования вибрационных механохимических покрытий. *Мир гальваники*. 2015;1(29):34–38.
12. Попов С.И., Марченко Ю.В., Донцов Н.С., Иванов В.В., Марченко Э.В. Исследование возможности восстановления стенок цилиндра двигателей внутреннего сгорания (ДВС) за счет применения твердосмазочных материалов на основе дисульфида молибдена. В: *Материалы VIII международной научно-технической конференции «Наукоемкие технологии на современном этапе развития машиностроения»*. Москва; 2016. С. 179–181.

Об авторах:

Юлианна Викторовна Марченко, кандидат технических наук, доцент кафедры робототехники и мехатроники Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), marchenko-6470@male.ru

Сергей Иванович Попов, кандидат технических наук, доцент кафедры робототехники и мехатроники Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), spopov1957@yandex.ru

Эдвард Викторович Марченко, кандидат технических наук, доцент кафедры робототехники и мехатроники Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), daedwardrambler.ru@mail.ru

Глеб Владимирович Зурнаджи, аспирант кафедры робототехники и мехатроники Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ZurnadzhigGleb@yandex.ru

Андрей Андреевич Петров, аспирант кафедры робототехники и мехатроники Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), andrey-petrov20@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Yulianna V. Marchenko, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), marchenko-6470@male.ru

Sergei I. Popov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), spopov1957@yandex.ru

Edvard V. Marchenko, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), daedwardrambler.ru@mail.ru

Gleb V. Zurnadzhi, Postgraduate Student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), ZurnadzhigGleb@yandex.ru

Andrei A. Petrov, Postgraduate Student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), andrey-petrov20@mail.ru

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.