

УДК 625.1/5

СИСТЕМА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРУЗОВОГО КАНАТНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

Ю. В. Марченко, С. И. Попов, Ю. И. Кобцева

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

Рассмотрены возможности транспортировки твердых коммунальных (ТКО) и промышленных отходов в условиях Арктики и континентального шельфа. Предложена новая концепция — с применением грузового канатного транспорта. Данный подход может обеспечить обслуживание удаленных территорий при заданном уровне безопасности. Другие его преимущества: оздоровление среды обитания, сокращение экологического ущерба, а также организация мероприятий по очистке арктических территорий от загрязнений.

Ключевые слова: грузовой канатный транспорт, твердые отходы, транспортно-логистическая система, условия Арктики и континентального шельфа.

WASTE TRANSPORTATION SYSTEM USING CARGO CABLE TRANSPORT IN THE ARCTIC AND CONTINENTAL SHELF CONDITIONS

Ju.V. Marchenko, S. I. Popov, Yu. I. Kobtseva

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

The paper considers the possibilities of transportation of municipal solid (MSW) and industrial waste in the Arctic and continental shelf conditions. A new concept is proposed — with the use of cargo cable transport. This approach can provide service to remote territories at a given level of safety. Its other advantages are: improvement of the habitat, reduction of environmental damage, as well as the organization of measures to clean up the Arctic territories from pollution.

Keywords: cargo cable transport, solid waste, transport and logistics system, Arctic and continental shelf conditions

Введение. Отходы в Арктике появляются из таких источников, как морские суда, стационарные объекты (поселения, военные части, полярные станции), объекты недропользования (нефте- и газодобывающие предприятия).

В условиях Арктики значительная часть твердых коммунальных отходов (ТКО) — это пустые металлические бочки от горюче-смазочных материалов (ГСМ), металлолом, пластиковые бутылки, отходы жизнедеятельности и другой мусор (рис. 1).



Рис. 1. Металлолом в Арктике

Три основных современных способа удаления твердых отходов: закапывание (захоронение), сжигание и утилизация.

Закапывание (захоронение) — наиболее распространенный в мире способ удаления отходов. Так поступают с несгораемыми отходами и такими, которые при горении выделяют токсичные вещества. Однако в условиях вечной мерзлоты применение такого метода неэффективно и зачастую невозможно.

К тому же сжигание загрязняет воздух и в полевых условиях можно реализовать только низкотемпературный процесс (без дожига). Стоимость такого способа удаления отходов невелика, но серьезно вредит экосистеме (особенно атмосфере) из-за возможных выбросов вредных химических элементов.

Утилизация мусора — современный эффективный способ обращения с отходами. Это верно для всех регионов, в том числе для арктических. Однако при таком подходе обязательна сортировка (пластик, металл, бумага, стекло). Кроме того, неизбежны затраты на доставку отходов к ближайшему месту утилизации или строительство завода по переработке мусора. Данный метод существенно снижает негативное влияние на экосистемы, но является самым затратным.

Следует учитывать характерную для Арктики проблему создания автотранспортной инфраструктуры. Навигационный период здесь очень короткий. Продолжительность работы зимников из-за изменений климата тоже ежегодно сокращается. Каждый день у перевозчиков на счету, а ТКО нужно вывозить и с давно заброшенных участков, к которым нет даже сезонных дорог.

Основная часть. Основная цель работы состоит в создании концепции использования грузового канатного транспорта. Речь идет о быстровозводимых канатных мехатронных модулях, обеспечивающих связь между удаленными территориями. При этом сохраняется заданный уровень безопасности, возможно до известной степени оздоровить среду обитания, уменьшить экологический ущерб, организовать мероприятия по очистке арктических территорий от загрязнений [1–5].

Предложенный подход дает перечисленные ниже преимущества [6–9].

– Исключает дорогостоящие затраты на перевозку ТБО автомобильным транспортом к местам накопления и загрузки, т.к. не требует создания соответствующей арктической транспортной инфраструктуры (дороги, обеспечение ГСМ и т. д.).

– Транспортировке не будут препятствовать пересеченный рельеф местности и экстремально низкие температуры.

– Предлагаемая схема является всесезонной, так как не связана с температурными колебаниями (зима — лето) и изменением качества дорожного покрытия.

– Использование распределенного привода позволяет оптимизировать габаритно-массовые характеристики оборудования при проектировании маршрутов любой протяженности и конфигурации. Указанные характеристики могут быть на 40 % ниже, чем при традиционных подходах к транспортировке.

– В случае отказа оборудования системы резервирования обеспечивают транспортировку грузов до станций.

– Стрелочные механизмы поддерживают программируемые манипуляции с подвижным составом.

– Адаптивное демпфирование балансиров на опорах является условием комфортности перевозок.

– Наличие систем дистанционного мониторинга повышает безопасность эксплуатации.

– Отсутствуют ограничения на предельную длину канатной трассы.

– Обеспечивается безопасность при прогнозируемых сценариях неблагоприятных событий.

– При повышении скорости движения состава до 40 км/час динамические воздействия сокращаются на 30%.

– Учитывая арктические условия, перевозка обойдется дешевле.

Предлагаемая транспортно-логистическая система представлена на рис. 2.

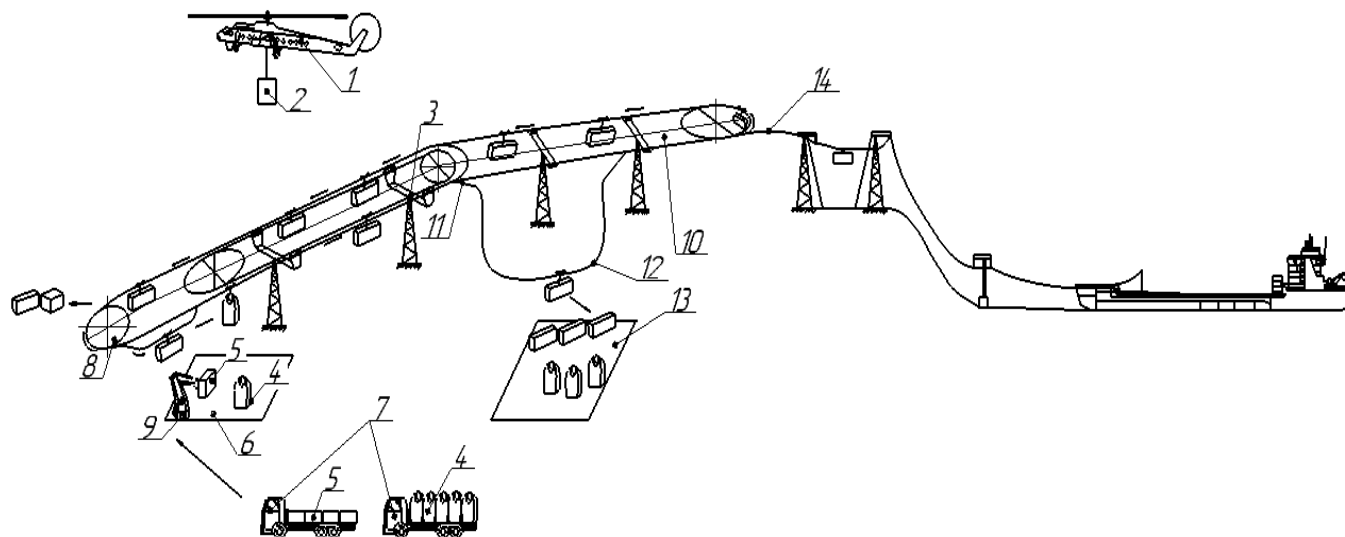


Рис. 2. Транспортно-логистическая система вывоза твердых отходов грузовым канатным транспортом: 1 — грузовой вертолет, 2 — модули и комплектующие элементы, 3 — быстровозводимая канатная система, 4 — мешки типа биг-бэг, 5 — контейнеры, 6 — транспортно-логистический пункт, 7 — транспортные средства, 8 — грузовая быстровозводимая канатная дорога, 9 — манипулятор, 10 — конвейер, 11, 12 — управляемый стрелочный перевод, 13 — центральный транспортно-логистический пункт, площадка приемного терминала, 14 — грузовая канатная дорога

Грузовыми вертолетами 1 в удаленные и труднодоступные районы Арктики доставляют модули и комплектующие элементы 2 для сборки быстровозводимых канатных систем 3.

Твердые отходы предварительно нужно будет доставить транспортным средством 7 в транспортно-логистический пункт 6. Для рационального транспортирования ТКО предстоит предварительно подготовить и собрать в мешки типа биг-бэг 4 (рис. 3). Их загружают в контейнеры 5. ТКО следует перевозить в виде брикетов, металлолом нужно будет спрессовать.



Рис. 3. Упаковка твердых отходов в мешки типа биг-бэг

Далее в транспортно-логистическом пункте 6 подготовленные к транспортировке твердые отходы перемещают с помощью манипулятора 9 на грузовую быстровозводимую модульную канатную дорогу 8. По ней отходы из транспортно-логистического пункта 6 транспортируются в центральный транспортно-логистический пункт 13, расположенный рядом с местами загрузки на железнодорожные платформы и морские суда. Конвейер 10 используется для переадресации груза с помощью управляемого стрелочного перевода 11, 12. Далее контейнеры следуют по грузовой канатной дороге 14 до места разгрузки.

Выводы. Предлагаемый способ вывоза твердых отходов из удаленных и труднодоступных районов Арктики является простым, удобным и экономически выгодным. Рассмотренная в работе новая концепция технически реализуема и адаптирована к природно-климатическим условиям Арктики.

Библиографический список

1. Municipal Waste Management in an Urbanized Environment Based on Ropeway Technology / J. V. Marchenko, A. A. Korotky, S. I. Popov [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. — 2022. — Vol. 246. — P. 235–241. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81619-3_26
2. Use of Neural Networks and Autopilot for Quick and Accurate Grain Discharge on the Elevator / S. I. Popov, G. A. Galchenko, Ju. V. Marchenko, D. S. Drozdov // Robotics, Machinery and Engineering Technology for Precision Agriculture. Smart Innovation, Systems and Technologies, Springer, Singapore. — 2022. — Vol. 247. — P. 45–53. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3844-2_6

3. Investigation of the Causes of Defects in the Section of Steel Rope Splicing / E. V. Marchenko, A. A. Korotky, S. I. Popov [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. — 2022. — Vol. 246. — P. 226–234. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81619-3_25

4. Modelling of technological process of joining steel ropes with the use of powder antifriction material and a conductor / E. V. Marchenko, A. A. Korotky, S. I. Popov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. — 2021. — Vol. 2131. — P. 042–060. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/4/042060>

5. Способ конвейерного вывоза твердых бытовых отходов в урбанизированной среде : патент 2739424 Рос. Федерация : МПК В09В 1/00 (2006.01) / А. А. Короткий, Ю. В. Марченко, С. И. Попов [и др.]. — № 2020117098 ; заявл. 12.05.20 ; опубл. 24.12.20, Бюл. № 36. — 16 с.

6. Информационные технологии на транспорте / Г. А. Гальченко, С. И. Попов, Ю. В. Марченко, Н. С. Донцов. — Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2019. — 128 с.

7. Моделирование транспортных потоков / Г. А. Гальченко, С. И. Попов, Ю. В. Марченко [и др.]. — Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2018. — 124 с. — ISBN 978-5-7890-1571-1.

8. Электронный контроль диспетчерского расписания как средство уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу / С. И. Попов, Г. А. Гальченко, Ю. В. Марченко, Д. С. Дроздов // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — № 2. — С. 50–57. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-50-57>

9. Эволюция химического состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в городе-миллионнике / С. Г. Курень, С. И. Попов, Н. С. Донцов, Е. Г. Зубарева // Инженерный вестник Дона. — 2018. — № 2 (49). — С. 133.

Об авторах:

Марченко Юлианна Викторовна, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, marchenko-6470@mail.ru.

Попов Сергей Иванович, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, spopov1957@yandex.ru.

Кобцева Юлия Ивановна, студент Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), jula26032001@yandex.ru.

About the Authors:

Marchenko, Yulianna V., Associate professor, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand.Sci., Associate professor, marchenko-6470@mail.ru

Popov, Sergey I., Associate professor, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand.Sci., Associate professor, spopov1957@yandex.ru

Kobtseva, Yuliya I., Student, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), jula26032001@yandex.ru