

УДК 656.34

Е. Ю. Сундуков, С. М. Кочергин, Л. Ф. Селиванов

Сыктывкарский лесной институт

Филиал ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

лесотехнический университет имени С.М. Кирова»

(Сыктывкар, Россия)

АРОЧНАЯ ЭСТАКАДА С МАГНИТНЫМ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОДВЕШИВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ МОДУЛЕЙ

Дата поступления: 25.07.2017

Решение о публикации: 26.10.2017

Аннотация: Предлагаются технологии малогабаритного магнитолевитационного транспорта в эстакадном исполнении.

Цель работы: определить возможные варианты использования маглев-технологий на Севере России.

Методы: системного анализа, сравнения, аналогии.

Результат: рекомендованы к реализации магнитолевитационные эстакадные технологии.

Практическая значимость работы: могут быть реализованы транспортные связи от газоперерабатывающих заводов на побережье Обской губы к железнодорожной линии Обская – Бованенково, преодолен разрыв автомобильной магистрали Усинск – Нарьян-Мар, обеспечена защита путепроводов и транспортных средств от повышения уровней водотоков и других природных явлений.

Заключение: арочная эстакада может использоваться для перемещения: малогабаритных грузовых и пассажирских транспортных модулей; специальных емкостей (бочек, баллонов, миницистерн и др.) для перевозки жидких углеводородов; автомобилей нормальных габаритов, оборудованных источниками магнитного поля.

Ключевые слова: Север России, магнитолевитационные технологии, малогабаритные транспортные системы, арочная эстакада, «езда по потолку»

UDC 656.34

E. Yu. Sundukov, S. M. Kochergin, L. F. Selivanov

The Syktyvkar forest institute (branch) of FGBOU VO “The St. Petersburg state forest university of S. M. Kirov”

(Syktyvkar, Russia)

APPLICATION OF MAGLEV TECHNOLOGIES IN THE EUROPEAN NORTHEAST AND THE CISURAL NORTH OF RUSSIA

Abstract: Technologies of small-sized maglev transport in trestle execution are offered.

Work purpose: to define possible options of use of maglev-technologies in the north of Russia.

Methods: system analysis, comparison, analogy.

Result: magnetolevitation trestle technologies are recommended for realization.

Practical importance of work: transport communications from gas processing plants on the coast of Gulf of Ob to a railway line of Obskaya-Bovanenkovo can be realized, the rupture of an automobile highway Usinsk – Naryan-Mar can be eliminated, protection of overpasses and vehicles against increase in levels of water currents can be provided.

Conclusion: the trestle of arch type can be used for conveyance: small-sized cargo transport modules (and passenger transport modules); special vessels (barrels, cylinders, minitanks, etc.) for transportation of liquid hydrocarbons; cars of normal dimensions if all of them are equipped with sources of magnetic field.

Keywords: North of Russia, maglev technologies, small-sized transport systems, trestle of arch type, "driving on a ceiling"

Введение

Предлагаются технологии малогабаритного магнитолевитационного транспорта для Севера России. В частности, эстакады арочного типа позволят обеспечить защиту путепроводов и транспортных средств от повышения уровней водотоков и других природных явлений. Особенностью таких эстакад является перемещение транспортного средства относительно внутренней верхней поверхности эстакады – «езда по потолку». Для преодоления водных преград арочные эстакады могут подвешиваться на тросах (канатах) между высотными опорами. Для преодоления болот такие эстакады могут устанавливаться на гати и понтоны.

Арочная эстакада и возможные варианты её применения

В настоящее время в России предлагается к реализации ряд технологий перевозки пассажиров и грузов на основе магнитной левитации [1].

В условиях Севера России путепроводы магнитолевитационных систем следует строить в эстакадном исполнении [2]. Использование малогабаритных транспортных модулей потребует, соответственно, и конструктивные элементы эстакад меньших размеров. Эстакады традиционных типов обеспечивают защиту путевых сооружений и движущихся транспортных средств от повышения уровня водотоков, а также снежных заносов. Однако, для выполнения этих функций зачастую требуется поднятие путепровода на значительную высоту, что, в свою очередь, вызывает явление парусности и требует защиты от порывов ветра, а также исключение возможности переворачивания транспортных модулей.

Защитить путепровод и малогабаритные транспортные средства от атмосферных явлений позволит эстакада арочного типа.

Эстакада арочного типа представляет собой конструкцию из прочного материала, имеющую арку в поперечном сечении, на внутренней поверхности которого размещены либо рельсы из сверхпроводящего материала для магнитного подвешивания транспортного модуля, либо витки статорной обмотки ограничителя перемещений [3], обеспечивающей электромагнитное подвешивание транспортного модуля, оборудованного магнитными источниками, а также витки статорной обмотки ускоряющего электромагнита [4]. Вывод транспортного модуля на магнитную опору может быть осуществлен известным способом [5].

Общий вид арочной эстакады с подвешенным малогабаритным транспортным модулем показан на рис. 1.

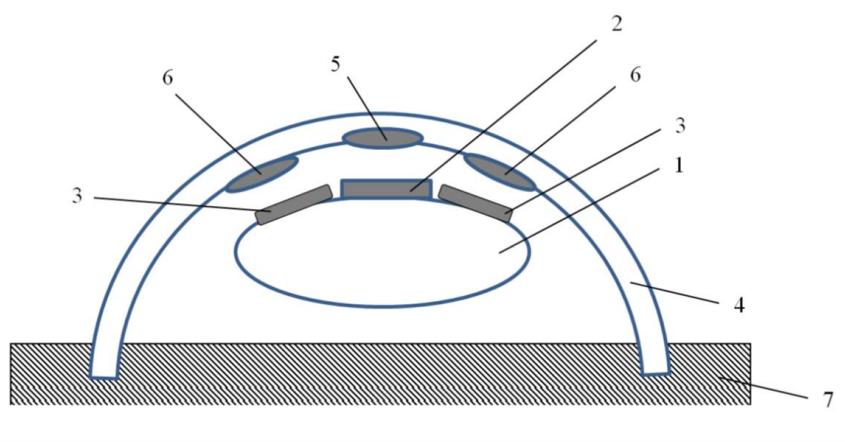


Рис. 1. Арочная эстакада с подвешенным малогабаритным транспортным модулем

На рис. 1 обозначены: 1 – малогабаритный транспортный модуль, 2 – магнитный источник транспортного модуля для взаимодействия с обмоткой ускоряющего электромагнита, 3 – магнитные источники транспортного модуля для взаимодействия с обмоткой электромагнитного ограничителя перемещений, 4 – несущая конструкция арочной эстакады, 5 – виток обмотки ускоряющего электромагнита, 6 – витки обмотки электромагнитного ограничителя перемещений, 7 – опорная поверхность.

Простейший макет арочной эстакады показан на рис. 2-4.

Несущая конструкция макета арочной эстакады выполнена из немагнитного материала – пластика. В качестве модели транспортного модуля используется модель автомобиля, внутри которой установлен источник постоянного магнитного поля. Магнитное подвешивание модели осуществляется при помощи постоянного ферромагнита (в данном случае кольцевой формы), который расположен сверху несущей конструкции. При перемещении кольцевого магнита, например, рукой – модель автомобиля перемещается вместе с ним относительно внутренней поверхности арочной эстакады (рис. 2, 3).

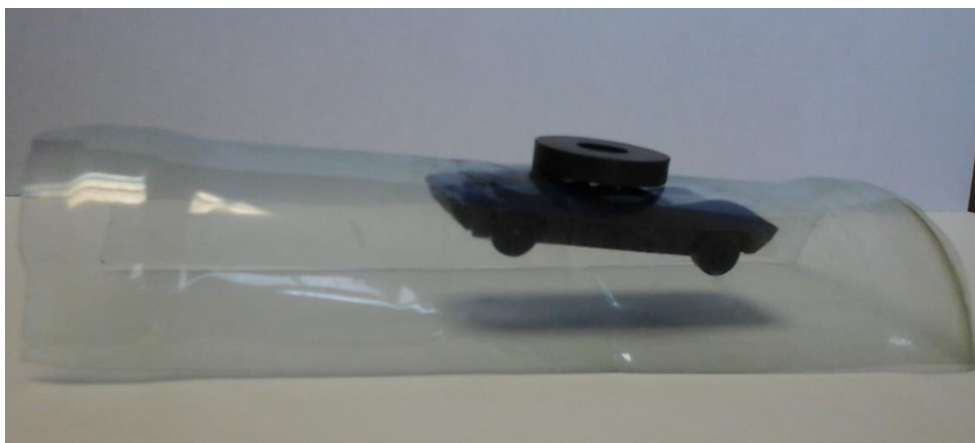


Рис. 2. Макет арочной эстакады с подвешенной моделью автомобиля

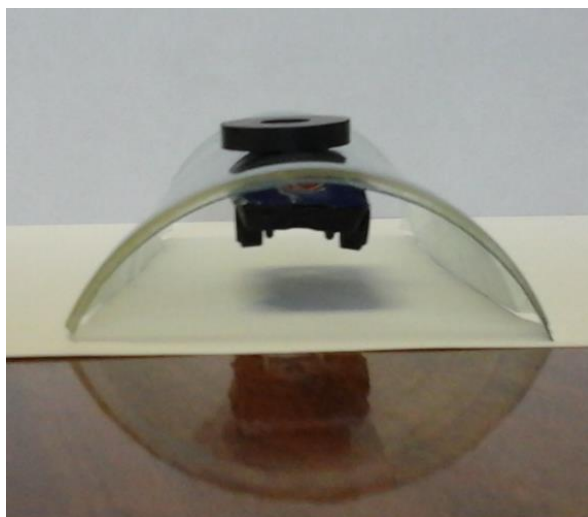


Рис. 3. Макет арочной эстакады (вид сборки)



Рис. 4. Макет арочной эстакады с неподвешенной моделью автомобиля

Если изменить перевернуть кольцевой магнит (поменять полярность), перемещение будет осуществляться относительно опорной поверхности за счет отталкивания кольцевым магнитом магнитного источника внутри модели автомобиля (рис. 4).

Транспортировка углеводородов с использованием арочной эстакады

Разработка газоконденсатных месторождений на полуострове Ямал обуславливает необходимость увеличения объемов транспортировки сжиженного природного газа (СПГ), в том числе и сухопутным способом. Сухопутная транспортировка углеводородов осуществляется либо по трубопроводам, либо в железнодорожных цистернах [6]. Для сжижения газ охлаждается до температуры – 163 °С и сжимается в 600 раз на специальных заводах.

Предлагается использовать для перевозки СПГ малогабаритные емкости (бочки, баллоны, миницистерны или др.) При этом, если разместить в стенках этих емкостей сверхпроводящие элементы, низкая температура перевозимого СПГ может быть использована для приведения таких элементов в сверхпроводящее состояние. При заполнении бочки станут магнитами, которые будет удобно перемещать с использованием эстакад арочного типа.

В настоящее время к крупнейшим месторождениям природного газа – Новопортовскому и Южно-Тамбейскому, где планируется строительство завода по производству СПГ, трубопроводы и железнодорожные пути не проложены. Мощность самого завода по производству СПГ составит 16,5 млн тонн в год.

Предлагается вместо трубопроводов и железнодорожных путей строить малогабаритные эстакадные путепроводы арочного типа на основе магнитной (электромагнитной) подвески от заводов по производству СПГ до железнодорожных станций Бованенково и Паюта. На указанных станциях построить терминалы для перегрузки наполненных миницистерн с малогабаритной эстакады в специальные вагоны, а пустых емкостей – из вагонов на эстакаду. Перемещение магнитноподвешенных миницистерн относительно эстакады будет осуществляться в автоматическом режиме.

Преодоление разрывов автомобильных магистралей

В условиях Севера России значительная часть территорий не охвачена круглогодичной транспортной доступностью. В холодное время года транспортное сообщение с такими территориями может осуществляться по зимним автомобильным дорогам – зимникам. Наиболее важный зимник на Европейском Северо-Востоке зимник Усинск – Нарьян-Мар, обеспечивающий транспортную связь Ненецкого автономного округа

(НАО) и Республики Коми. Расстояние Усинск – Нарьян-Мар по трассе составляет 416 км, из них 86 км – зимник, соединяющий автомобильную дорогу от поселка Харьягинский с Лаявожской дорогой с четырьмя ледовыми переправами через реки Шапкина, Лаявож, Лая и Харьяха.

В летнее время зимник закрывается и целый субъект РФ с центром г. Нарьян-Маром остается без связи с сетью автомобильных дорог страны. Более того, согласно окружному закону, передвижение по землям, занятым оленьими пастбищами, на гусеничной технике и ином грузовом транспорте в период отсутствия устойчивого снежного покрова влечет наложение административного штрафа.

В данном случае круглогодичное транспортное сообщение с НАО может быть обеспечено при помощи арочной эстакады от поселка Харьягинский до Лаявожской дорогой.

Арочная эстакада позволит обеспечить перемещение автомобилей нормальных габаритов, в верхней части которых закреплены источники магнитного поля, что показано на рис. 5.



Рис. 5. Замена автозимника арочной эстакадой

Для переправы через реки конструктивные элементы арочной эстакады могут подвешиваться на тросах (канатах) между высотными опорами, как это показано на рис. 6, где фрагмент арочной эстакады 4 подвешен между опорами 9 при помощи троса 10.

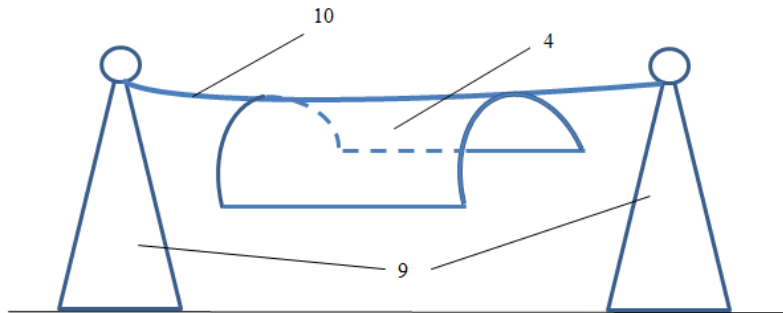


Рис. 6. Подвешивание арочной эстакады между опорами

Для обеспечения безопасности транспортного модуля арочная эстакада может дополняться желобом, а транспортный модуль – колесными опорами [7]. На рис. 7 показано, что транспортный модуль 1 дополнен колесными опорами 12, а несущая конструкция эстакады дополнена поддоном 11. В случае нарушения условий магнитного подвешивания (например, пропадания сверхпроводимости) транспортный модуль стаёт колесными опорами на поддон и перемещается под управлением либо ускоряющего электромагнита, либо другого движителя (например, аккумулятора).

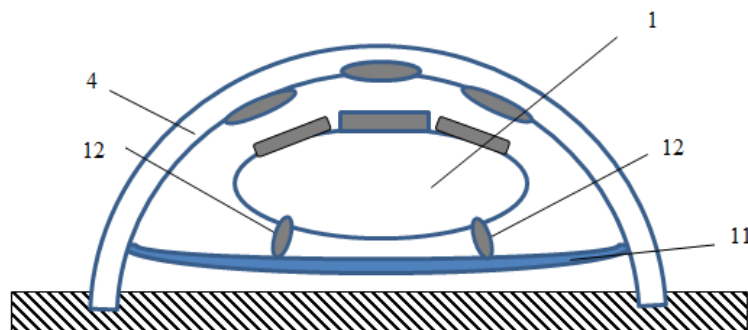


Рис. 7. Арочная эстакада, дополненная поддоном, и транспортный модуль, дополненный колесными опорами

Своеобразным прототипом арочной эстакады может служить подвесная трамвайная монорельсовая дорога в городе Вупперталь в Германии (рис.8) [8]. За 116 лет существования на этой дороге произошла одна-единственная авария – вагон сошел с рельса и свалился в канал. Не обошлось без человеческих жертв.

Применение предлагаемых в данной статье технических решений позволит исключить подобные происшествия.



Рис. 8. Монорельсовая подвесная дорога в городе Вупперталь

Заключение

Эстакады арочного типа могут использоваться для перемещения оборудованных источниками магнитного поля:

- малогабаритных грузовых и пассажирских транспортных модулей;
- специальных емкостей (бочек, баллонов, миницистерн и др.) для перевозки жидких углеводородов;
- автомобилей нормальных габаритов.

Библиографический список

1. Антонов Ю. Ф. Магнитолевитационная транспортная технология / Ю. Ф. Антонов, А. А. Зайцев; под ред. В. А. Гапановича. – М.: Физматлит, 2014. – 476 с.
2. Киселенко А. Н. Возможности магнитолевитационного транспорта для повышения связности транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики и в логистических процессах / А. Н. Киселенко, Е. Ю. Сундуков // Транспортные системы и технологии: сетевой электронный журнал. – СПб: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2016. – № 2 (4). – С. 14–17. – URL: <http://www.transssyst.ru/files/2-kiselenko-an-syndykov-ey-pdf.pdf> (22.07.2017).
3. С2 2199451 RU 6 В 60 L 13/00 Ограничитель перемещений транспортного средства / Евдокимов Б. П., Сундуков Е. Ю., Свойкин В. Ф. – 99123534/28; Заявл. 09.11.1999 // Изобретения (Заявки и патенты). – 2003. – № 64.
4. С1 2123946 RU 6 В 60 L 13/10 Транспортная система / Сундуков Е. Ю. – 961245/28; Заявл. 27.12.1996 // Изобретения (Заявки и патенты). – 1998. – № 36.
5. А1 1184169 SU 5 В 60 L 13/00 Способ вывода объекта на магнитную сверхпроводящую опору / Козорез В. В., Симикин К. М.,

Чеборин О. Г. – 3432449/11; Заявл. 30.04.1982 // Изобретения (Заявки и патенты). – 1993. – № 45–46.

6. Вербо А. М. Инновации в области морской перевозки сжиженного природного газа // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – №3. – С. 38–44.

7. U1 168039 RU 6 B 60 L 13/10 Транспортная система с шаговым электромагнитным двигателем и колесными опорами / Сундуков Е.Ю., Малащук П.А., Тарабукина Н.А. – 2016100487; Заявл. 11.01.2016 // Полезные модели (Заявки и патенты). – 2017. – № 2.

8. Трамвай наоборот: Вуппертальская подвесная дорога // Информационный портал «LiveJournal». – URL: <http://masterok.livejournal.com/2185600.html> (30.05.2017).

References

1. Antonov Yu. F. & Zajcev A. A. Magnitolevitacionnaya transportnaya tekhnologiya [Magnetolevitation transport technology]. Moscow, 2014. 476 p.

2. Kiselenko A. N. & Sundukov E. Yu. *Transportnye sistemy i tekhnologii – Transport Systems and Technologies*, 2016, no. 2(4), pp. 14–17. URL: <http://www.transstyst.ru/files/2-kiselenko-an-syndykov-ey-pdf.pdf> (27.04.2017).

3. S2 2199451 RU 6 B 60 L 13/00 Ogranichitel' peremeshchenij transportnogo sredstva [Limiter of movements of the vehicle]. Evdokimov B. P., Sundukov E. Yu., Svojkin V. F. 99123534/28; Zayavl. 09.11.1999. *Izobreteniya (Zayavki i patenty) – Inventions (Applications and patents)*, 2003, no. 64.

4. Sundukov E. Yu. C1 2123946 RU 6 B 60 L 13/10 Transportnaya sistema [Transport system]. 961245/28; Zayavl. 27.12.1996. *Izobreteniya (Zayavki i patenty) – Inventions (Applications and patents)*, 1998, no. 36.

5. Kozorez V. V., Simikin K. M. & Cheborin O. G. A1 1184169 SU 5 B 60 L 13/00 Sposob vyvoda ob'ekta na magnitnyuyu sverhprovodjashuyu oporu [The way of a conclusion of an object to a magnetic superconducting support]. 3432449/11; Zayavl. 30.04.1982 *Izobreteniya (Zayavki i patenty) – Inventions (Applications and patents)*, 1993, no. 45–46.

6. Verbo A. M. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal) – Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*, 2008, no. 3, pp. 38–44.

7. Sundukov E. Yu., Malashchuk P. A. & Tarabukina N. A. U1 168039 RU 6 B 60 L 13/10 Transportnaya sistema s shagovym ehlektromagnitnym dvigatelem i kolesnymi oporami [Transport system with the step electromagnetic engine and wheel support]. 2016100487; Zayavl. 11.01.2016. *Poleznye modeli (Zayavki i patenty) – Useful Models (Applications and Patents)*, 2017, no. 2.

8. *Informacionnyi portal «LiveJournal». Tramvai naoborot: Vuppertal'skaja podvesnaja doroga* (Information Portal "LiveJournal").

Trump on the Contrary: Wuppertal pendant road), URL: <http://masterok.livejournal.com/2185600.html> (30/05/2017).

Сведения об авторах:

СУНДУКОВ Евгений Юрьевич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры "Физика и автоматизация технологических процессов и производств", Сыктывкарский лесной институт – филиал Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова

E-mail: jek-sun@mail.ru

КОЧЕРГИН Сергей Михайлович, старший преподаватель кафедры "Физика и автоматизация технологических процессов и производств", Сыктывкарский лесной институт – филиал Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова

E-mail: atpp@sfi.komi.com

СЕЛИВАНОВ Леонид Фёдорович, пенсионер

E-mail: l.seliwanov@yandex.ru

Information of author:

Evgeny U. SUNDUKOV, Cand. Sc. (Econ), associate professor, associate professor of Physics and automation of technological processes and productions department of Syktyvkar forest institute – branch of Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S. M.Kirov

E-mail: jek-sun@mail.ru

Sergej M. KOCHERGIN, senior teacher of Physics and automation of technological processes and productions department of Syktyvkar forest institute – branch of S. Kirov's St. Petersburg State Forest Technical University under

E-mail: atpp@sfi.komi.com

Leonid SELIVANOV, pensioner

E-mail: l.seliwanov@yandex.ru