

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 629.3.(014-017)

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЕТИ КАНАТНОГО МЕТРО В РОСТОВЕ-НА-ДОНУ

Б.Ч. МЕСХИ, А.А. КОРОТКИЙ

(Донской государственный технический университет),

В.Б. МАСЛОВ

(Инженерно-консультационный центр «Мысль»

Южно-Российского государственного технического университета)

Предложена концепция применения канатного метро в качестве пассажирской транспортной системы. Обоснована инвестиционная привлекательность канатного метро в сравнении с другими видами общественного транспорта. Описан многодвигательный привод с мехатронными модулями движения, открывающий новые перспективы для развития пассажирского канатного транспорта в урбанизированной среде.

Ключевые слова: канатная дорога, канатное метро, городской транспорт, транспортная система, урбанизированная среда, многодвигательный привод.

Введение. В настоящее время ни один из существующих традиционных видов транспорта (железнодорожный и автомобильный, авиация, троллейбус и др.) не удовлетворяет современным требованиям. Внедрение в транспортную систему урбанизированной среды канатных дорог позволяет создать совершенно новый вид социально ориентированного, дешевого при строительстве и эксплуатации, доступного, легко адаптированного к городской среде общественного транспорта – канатное метро. Канатное метро обладает уникальными характеристиками по надежности, безопасности, устойчивости к природным и техногенным воздействиям, комфортности для пассажиров, провозной способности, экологичности.

Обоснование инвестиционной привлекательности канатного метро. На фоне усовершенствования привычных видов городского транспорта (рис.1) бурными темпами развиваются альтернативные виды транспорта, в частности, пассажирские канатные дороги.



Рис.1. Классический (традиционный) транспорт урбанизированной среды

Пассажирские канатные дороги (ПКД) относятся к непрерывным видам транспорта и также как автомобильный или железнодорожный транспорт участвуют в перевозке пассажиров. Непрерывный транспорт обладает значительными преимуществами по сравнению с циклическим: меньшая протяженность трасс, более высокий уровень механизации и автоматизации транспортного процесса, более высокая производительность транспортных установок и др. [1]. В настоящее время ПКД используется как основной вид транспортной инфраструктуры в горноклиматических зонах и туристических комплексах, являясь, как правило, узловым звеном транспортных технологий, от которых зависит не только нормальное функционирование всего комплекса, но и безопасность отдыхающих там людей.

Технической особенностью конструкции ПКД является ее подвижный состав (вагоны, кабины, гондолы), перемещаемый на некотором расстоянии от поверхности земли по стальным канатам, что позволяет соединять конечные пункты по кратчайшему расстоянию, переходить через преграды высотой до 100 метров. Бесперебойная работа ПКД практически не зависит от погодных условий, за исключением сильного ветра (до 25 м/с). В условиях плотной городской застройки, пересеченной или горной местности этот вид транспорта является единственно возможным видом логистической связи в урбанистическом пространстве по перевозке пассажиров с минимальными затратами по времени.

Канатные дороги обладают целым рядом преимуществ перед существующими видами транспорта, а именно:

- минимальное воздействие на окружающую среду (выброс вредных веществ отсутствует, шум и вибрация – минимальны);
- относительные энергозатраты на перемещение (до 40 км/час) в 5-10 раз ниже, чем у современного автомобиля;
- для прокладки трассы требуется не более 0,1 га земли на один километр пути с инфраструктурой;
- не требуется сооружения насыпей, выемок, строительства тоннелей, мощных эстакад, путепроводов и виадуков, нарушающих ландшафт;
- обладает повышенной устойчивостью к воздействию стихийных бедствий: землетрясений, наводнений, оползней, цунами и др.;
- стоимость проезда – на уровне традиционных видов общественного транспорта;
- стоимость строительства трассы с инфраструктурой в 2-5 раз дешевле современных железных и автомобильных дорог;
- минимальная потребность в строительных материалах и конструкциях, низкий объем земляных работ, расход черных и цветных металлов и т.п.;
- подвижный состав обеспечивает комфорт и удобство для пассажира на уровне современного автобуса, в том числе: для людей с ограниченными возможностями, пожилых граждан и пассажиров с детьми;
- транспортная система обеспечивает безопасность движения за счет резервирования на уровне авиапассажирских перевозок;
- пропускная способность одной трассы до 7,0 тыс. пас/час в каждом направлении;
- трасса канатной дороги не зависит от ландшафта и может быть выбрана произвольно, не имеет пересечений с наземным транспортом в одном уровне;
- возможность реализации больших расстояний между промежуточными опорами в зависимости от топографии до нескольких километров;
- срок строительства 2-3 года до 10 км пути;
- на станциях канатного метро могут располагаться коммерческие площади;
- дизайн станций легко интегрируется в архитектурный облик городских районов;
- в кабине канатного метро от 32 посадочных мест.

Таким образом, канатный транспорт является на сегодня достаточно эффективным и перспективным, что и отображает наметившиеся в России тенденции для создания необходимых предпосылок для его развития.

Широкое распространение в качестве городского транспорта ПКД получили в Европе, Азии и Латинской Америки. Для таких крупных городов, как Лондон, Милан, Барселона, Каир, Каракас разработаны проекты подвесных пассажирских канатных дорог, назначение которых разгрузить пассажирский транспорт в сильно застроенной деловой части города. Проект в Милане предусматривал постройку дороги в виде замкнутого кольца общей длиной 9 километров с пролетами 650 метров. В качестве опор предлагались башни-гаражи высотой 70-75 метров. На дороге должны были курсировать 136 вагонов. При вместимости вагона 50 человек и скорости движения 7 м/с, пропускная способность составляет 16000 пас./ч [2].

В настоящее время в Италии введено в эксплуатацию более 3000 действующих канатных дорог. В других европейских странах, например, в Австрии их более 2500, во Франции – 4000, Швейцарии – более 2000. В России же на 2011 год эксплуатируется всего 300 канатных дорог, из них: пассажирских – 121 и 3 фуникулера.

Концепция применения канатного метро в качестве пассажирской транспортной системы. Как правило, организации, занимающиеся проектированием и реконструкцией транспортной инфраструктуры городов не имеют никакой информации о реальных возможностях канатных дорог, как одного из видов городского транспорта. Сотрудниками кафедры «Транспортные системы и логистика» ДГТУ разработано абсолютно новое предложение по модернизации и технологическому развитию логистических задач транспортной инфраструктуры для урбанизированной среды – канатное метро.

Реализуя инновационные решения на практике для решения транспортных проблем макро- и микрологистических систем пассажирских перевозок в г. Ростове-на-Дону, учеными университета разработана концепция развития сети канатного метро в Ростове-на-Дону (рис.2). Это даст возможность свести к минимуму воздействие на окружающую среду и обеспечить высокий уровень комфортности и безопасности при перевозке пассажиров, кардинально меняя логистику пассажиропотоков в пространстве и времени.



а)



б)

Рис.2. Компьютерная модель канатного метро для Южной столицы:
а - улица Красноармейская; б - проспект Нагибина

Конструктивно канатное метро состоит из концевых и промежуточных станций, соединенных между собой путями из одного тягового и двух несущих канатов с подвешенными на них пассажирскими вагонами через тележки, приводимые в движение тяговым канатом посредством привода. Станции оборудованы конвейерами для пассажирских вагонов, а между станциями установлены промежуточные опоры с балансирами, на которые опираются стальные канаты, высота крепления которых варьируется в зависимости от рельефа местности и высоты строений, расположенных под путями движения. Все станции установлены на арочных опорах над проезжими частями улиц с сохранением под ними габаритов для движения городского автотранспорта и со-

единенными со всеми станциями в каждом направлении двумя независимыми путями из двух несущих и тягового канатов. Пассажирские вагоны приводятся в движение тяговым канатом посредством многодвигательного привода с мехатронными модулями движения (рис.3). Тяговый канат опирается на ролики балансиров, часть которых входят в кинематическую цепь мехатронных модулей движения, а специальные конвейеры пересадочных станций оборудованы системой переадресации пассажирских вагонов на другие пути движения [3-5].

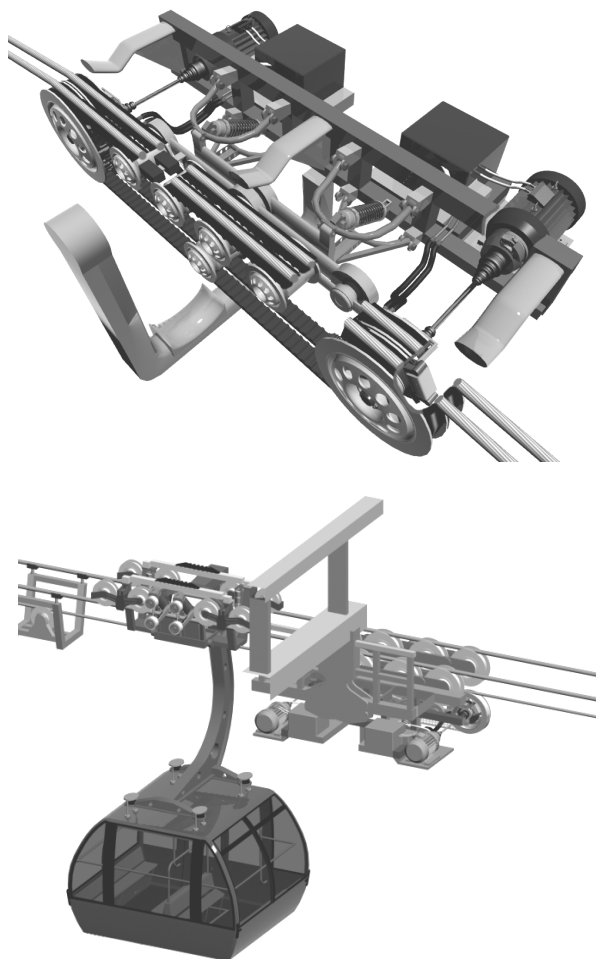


Рис.3. Мехатронный модуль движения

Применение дискретного привода с мехатронными модулями движения для канатного метро позволяет получить инновационные преимущества по сравнению с применением классического сосредоточенного привода:

- предельные условия длины канатной дороги, обусловленные прочностью каната, не распространяются на дороги с использованием дискретных приводов с мехатронными модулями движения;
- снижены на 40% габаритные и массовые характеристики основных элементов оборудования канатной дороги (каната, шкива, опорных роликов, балансиров);
- улучшена динамика (снижена подвижная масса каната);
- повышена энергоэффективность на 30%;
- улучшен комфорт пассажиров (разгон, торможение, переход через опоры);
- увеличена скорость движения вагонов до 20 м/с;
- снижены затраты по транспортировке и монтажу;

- повышена безопасность (всегда доведет пассажиров до конечной станции) и постоянная готовность (многократное резервирование) при эксплуатации.

На станциях канатного метро (рис.4) имеется возможность разместить коммерческие и социально ориентированные инфраструктуры для пассажиров в виде кафе, магазинов, аптек, пунктов приема оплат, отделений банков, туалетов и пр. Станции соединены между собой в каждом направлении двумя независимыми путями из тягового и двух несущих канатов, на которых, посредством тележек с захватом, подвешены отцепляемые на станциях пассажирские вагоны, что повышает надежность и безопасность конструкции, позволяя реализовывать принцип дублирования: во время ремонта одного из путей; при проведении спасательной операции в случае аварийной остановки вагонов; возможности варьирования количеством вагонов на каждом пути в зависимости от пассажиропотока.



Рис.4. Станции канатного метро

Пассажирские вагоны приводятся в движение тяговым канатом, опирающимся на ролики балансиров, часть которых входит в кинематику мехатронных модулей движения дискретного привода. Применение дискретных приводов для передачи тяговой способности от тягового каната к пассажирским вагонам позволяет: освободить станции от приводов, имеющих значительные габариты и массу; создать комфорт на станциях за счет снижения шума и вибрации; распределять тяговое усилие по всей длине тягового каната, что сокращает нагрузки и дает возможность применять стальной канат меньшего диаметра; создать канатный привод транспортирования пассажирских вагонов практически бесконечной длиной; повысить безопасность, продолжая движение вагонов по маршруту, даже при выходе из строя части мехатронных модулей движения многодвигательного привода, реализовывая принципы резервирования.

На пересадочных станциях конвейер оборудован системой переадресации пассажирских вагонов на другие пути движения. Наличие на станциях системы переадресации позволяет людям производить пересадку на другие пути (маршруты) без высадки из пассажирских вагонов, а также в случае нестандартной ситуации оперативно убирать неисправный вагон с маршрута в гараж, заменив его другим.

Канатное метро работает следующим образом. Пассажиры приходят к концевой, промежуточной или пересадочной станциям и с помощью галерей, оборудованных лестницами, эскалаторами, лифтами и пропускными посадочными системами, попадают на посадочную платформу, где стоят или медленно движутся пассажирские вагоны. Люди входят в пассажирские вагоны и усаживаются на сидячие места. Пассажирские вагоны подхватываются конвейерами, разгоняются до скорости движения тягового каната и с помощью захвата, расположенного на тележке, попадают на несущие канаты. Пассажирские вагоны движутся по путям между станциями.

Новизна предлагаемого технического решения состоит в размещении мехатронных модулей движения на промежуточных опорах, что позволяет при одинаковой энергоемкости увеличить длину трассы подвесной канатной дороги, за счет воздействия каждого модуля не на весь канат в целом, а лишь на отдельный его приводной участок, расположенный между опорами. Иными словами каждый отдельно стоящий модуль приводит в движение участок несущего каната, расположенный между двумя соседними промежуточными опорами.

Применение многодвигательных приводов с мехатронными модулями движения, снижающих энергоемкость многоканатных транспортных систем, открывает новые перспективы для развития пассажирского канатного транспорта в пересеченной местности и урбанизированной среде. Инвестиционная привлекательность канатного метро состоит в том, что стоимость строительства на порядок дешевле любого другого вида городского общественного транспорта (таблица). Строительство не требует внешних инвестиций и осуществляется за счет продажи коммерческих площадей на станциях. Затраты на эксплуатацию покрываются стоимостью проездных билетов.

Сравнительные характеристики различных видов транспорта

№ п/п	Параметр	Метрополитен	Монорельс	Скоростной трамвай	Трамвай	Троллейбус	Автобус	Канатное метро
1	Максимальный пассажиропоток, тыс. пас/час	30	6	30	18	7	7	3
2	Стоимость строительства одного км линии, млрд. руб.	7,5	1,8	2,1	0,8	0,6	0,5	0,3
3	Максимальная скорость движения, км/ч	90	45	60	60	60	60	40
4	Средняя скорость движения, км/ч	40	15	30	24	20	20	34
5	Площадь занимаемая одним пассажиром на улице, м ²	0	0	4	3,1	2,4	3,1	0
6	Коэффициент полезного использования энергии	0, 2	0, 15	0, 3	0, 19	0, 17	0, 14	0, 42
7	Удельный расход энергии Вт·ч/т·км	50	100	60	70	90	120	25
8	Удельный расход энергоресурсов (в литрах на 100 пассажирокилометров)	1,5	2,0	1,6	2,0	2,3	2,2	0,4
9	Приведенная стоимость организации движения при максимальном пассажиропотоке, тыс. руб./пас.	28,9	100,0	2,68	3,12	2,0	1,2	1,8
10	Приведенная стоимость подвижного состава, тыс. руб./пас/год	2,0	20,0	3,2	3,2	3,2	4,8	0,4
11	Стоимость пассажирокилометра, руб.	5,3	3,9	2,8	3,5	2,9	3,8	2



а) б)
Рис.5. Пример сети канатного метро для г. Ростов-на-Дону:
а - маршрут 1; б - маршрут 2

В настоящее время сотрудниками кафедры «Транспортные системы и логистики» Донского государственного технического университета разработана концепция инновационного городского транспорта по развитию сети канатного метро в Ростове-на-Дону (рис.5):

- маршрут № 1. К аэропортовому комплексу «Южный» от линии метро «Север-Юг»;
- маршрут №2. На левый берег Дона к строящемуся стадиону от линии метро «Запад-Северо-Восток». Для этих маршрутов предложены архитектурно-планировочные решения станций канатного метро, интегрированные в существующую уличную и транспортную инфраструктуру г. Ростова-на-Дону (рис.6).



Рис.6. Проспекты архитектурно-планировочных решений станций канатного метро

Заключение. Таким образом, приведенные материалы свидетельствуют о высокой степени привлекательности канатного метро с точки зрения потенциальных инвесторов и целесообразности дальнейшей реализации этого проекта.

Библиографический список

1. Короткий, А.А. Исследование модели организации функционирования общественного транспорта за рубежом / А.А. Короткий и др. // Экономика, управление, общество: история и современность: мат-лы Всероссийской науч.-практ. конф. молодых исследователей, аспирантов и соискателей. Ч.2. – Хабаровск: Изд-во ДВАГС. – 2007. – С.59-66.
2. Короткий, А.А. О перспективах применения канатного транспорта / А.А.Короткий, В.Б. Маслов и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – №6. – С.30-34.
3. Пат. на изобретение №2381931. Городская канатная дорога / А.А.Короткий, В.Б. Маслов и др. опубл. 20.02.2010. Бюл. №5.
4. Пат. на полезную модель №97558. Демонстрационный стенд городской канатной дороги / А.А. Короткий, В.Б. Маслов и др. Бюл. №25 от 10.09.2010.
5. Пат. на изобретение №2412840. Городская канатная дорога / А.А.Короткий, В.Б. Маслов и др. опубл. 27.02.2011. Бюл. №6.

Материал поступил в редакцию 15.11.2011.

References

1. Korotkij, A.A. Issledovanie modeli organizacii funkcionirovaniya obshhestvennogo transporta za rubezhom / A.A. Korotkij i dr. // E`konomika, upravlenie, obshhestvo: istoriya i sovremennost`: mat-ly` Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. molody`x issledovatelej, aspirantov i soiskatelej. Ch.2. – Xabarovsk: Izd-vo DVAGS. – 2007. – S.59-66. – In Russian.
2. Korotkij, A.A. O perspektivax primeneniya kanatnogo transporta / A.A.Korotkij, V.B. Maslov i dr. // Bezopasnost` truda v promy`shlennosti. – 2005. – #6. – S.30-34. – In Russian.
3. Pat. na izobretenie #2381931. Gorodskaya kanatnaya doroga / A.A.Korotkij, V.B. Maslov i dr. Opubl. 20.02.2010. Byul. #5. – In Russian.
4. Pat. na poleznuyu model` #97558. Demonstracionny`j stend gorodskoj kanatnoj dorogi / A.A. Korotkij, V.B. Maslov i dr. Byul. #25 ot 10.09.2010. – In Russian.
5. Pat. na izobretenie #2412840. Gorodskaya kanatnaya doroga / A.A.Korotkij, V.B. Maslov i dr. Opubl. 27.02.2011. Byul. #6. – In Russian.

VISION OF CABLE METRO NETWORK IN ROSTOV-ON-DON

B.C. MESKHI, A.A. KOROTKIY

(Don State Technical University),

V.B. MASLOV

(Engineer-Counselling Centre «MYSL», NSTU)

The conception of the cable metro use as the passenger transport system is considered. The investment prospects of the cable metro versus other modes of the public transport are proved. The multiengined drive with the mechatronic motion modules that opens up new vistas for the development of the passenger cable transport in the urbanized environment is described.

Keywords: cableway, cable metro, urban transport, transportation system, urbanized environment, multiengined drive.