

Конструктивный анализ пассажирской канатной дороги для преодоления водных препятствий

Игнатович Н.С., студент 4-курса кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса»
(Научный руководитель – Шавель А.А., доцент)
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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 транспорта. [1]

К канатным транспортным установкам принято относить различные транспортирующие устройства с канатной тягой. Среди них получили распространение: концевая канатная откатка; подвесные канатные дороги и скреперные установки.

Подвесные канатные дороги (ПКД) – это транспортирующие машины, тяговым и грузонесущим элементом которых является канат, подвешенный на опорах над поверхностью земли.

Подвесные канатные дороги классифицируют по следующим признакам:

по назначению: грузовые и пассажирские;

по характеру движения грузонесущих элементов: кольцевые; маятниковые;

по конструкции: одноканатные; двухканатные.

Пассажирские подвесные канатные дороги (ППКД) — канатные дороги, служащие для перевозки пассажиров в подвижном составе, который перемещается по несущему канату или посредством несущего-тягового каната. По типу движения ППКД разделяются на кольцевые, маятниковые и пульсирующие. Кольцевые дороги обеспечивают движение подвижного состава с постоянной скоростью, в одном направлении — по или против часовой стрелки, с применением фиксированных или отцепляемых зажимов подвижного состава.

Маятниковые дороги обеспечивают возвратно-поступательное движение подвижного состава с его остановкой на конечных станциях для посадки/высадки пассажиров. Пульсирующие дороги обеспечивают кольцевое движение подвижного состава с постоянной скоростью на линии и с замедлением ее на конечных станциях для посадки/высадки пассажиров. При этом используется подвижной состав с фиксированным зажимом. Буксировочные канатные дороги (БКД) — канатные дороги, предназначенные для перемещения пассажиров по грунту или иной поверхности посредством тягового каната. Наземные канатные дороги (НКД, фуникулеры) — канатная дорога, предназначенная для перемещения пассажиров в вагонах по рельсовому пути/эстакаде тяговым канатом. Трассы канатных дорог проектируют, принимая во внимание технико-экономический анализ, который опирается на обоснованность и оптимальность выбора дороги. При строительстве пассажирских канатных дорог немало важным фактором является перспектива развития прилегающей территории в целом. [1]

Пассажирские канатные дороги (ППКД) относятся к непрерывным видам транспорта и так же, как автомобильный или железнодорожный транспорт, участвуют в перевозке пассажиров.

Основной особенностью конструкции ПКД является то, что средства для транспортирования людей – вагоны, кресла, кабины – перемещаются на некотором расстоянии от поверхности земли по стальным канатам. В связи с этой особенностью их важнейшим преимуществом является возможность соединять конечные пункты по кратчайшему расстоянию, причем уклон трассы в вертикальной плоскости может достигать 45° и более, когда применение автомобильного и железнодорожного транспорта невозможно. Канатные дороги обладают целым рядом преимуществ перед существующими видами транспорта, а именно:–минимальное воздействие на окружающую среду, поскольку выброс вредных веществ отсутствуют (на уровне троллейбуса), а по шуму при движении – на уровне электромобиля;– относительные энергозатраты на перемещение (50 км/ч) будут в 5 – 10 раз ниже, чем у современного автомобиля; – для прокладки магистрали требуется не более 0,1 га земли на один километр трассы с инфраструктурой; – не требуется сооружения насыпей, выемок, строительства тоннелей, мощных эстакад, путепроводов и виадуков, нарушающих ландшафт и неустойчивых к

воздействию стихийных бедствий (землетрясения, наводнения, оползни и др.); – себестоимость перевозки находится на уровне современных пригородных электропоездов; – стоимость строительства трассы с инфраструктурой дешевле современных железных и автомобильных дорог, при этом ресурсоемкость транспортной системы (потребность в строительных материалах и конструкциях, объем земляных работ, расход черных и цветных металлов и т. п.) будет минимальной; – кабины обеспечат комфорт для пассажира на уровне современного автобуса; – транспортная система обеспечит безопасность движения на уровне авиапассажирских перевозок; – пропускная способность одной трассы до 7 тыс. пас./ч. Таким образом, перечисленные выше аргументы свидетельствуют о том, что канатный транспорт является достаточно перспективным, и может быть основным видом транспорта для перевозки людей например на горнолыжных курортах и туристических комплексах. Кроме того, канатные дороги можно использовать, когда экономически не целесообразно сооружение мостов и тоннелей. В России ведутся разработки новых перспективных видов транспортных систем, таких как канатное метро [2].

Характерной особенностью одноканатных грузовых подвесных дорог является то, что функции несущего и тягового элемента выполняет несущее-тяговый канат, замкнутый в кольцо (рис. 1). Загруженные вагонетки одноканатных грузовых подвесных дорог перемещаются по жесткому рельсовому пути к выходу со станции, где они подключаются к тяговому канату и перемещаются по несущему канату грузовой ветви к разгрузочной станции Б (рис. 1).

Вагонетки совершают кольцевое движение, но на линии между станциями А и Б они не опираются на гибкий подвесной путь, а подвешены к непрерывно движущемуся несущее-тяговому канату и перемещаются вместе с ним.

При входе на станцию вагонетки автоматически отключаются от каната и передвигаются по жестким рельсовым путям, опираясь ходовыми колесами, при сходе с рельсового пути вагонетки автоматически сцепляются с канатом зажимным аппаратом. Несущее-тяговый канат приводится в движение фрикционным приводом с канатоведущим шкивом.

С учетом требований действующих Правил безопасности скорость движения канатных дорог с неотцепляемыми кабинами с

кольцевым пульсирующим движением групп 2–6-местных кабин не должна превышать 4 м/с; посадка и высадка пассажиров на станциях осуществляется при остановленном подвижном составе или на скорости 0,2–0,5 м/с.

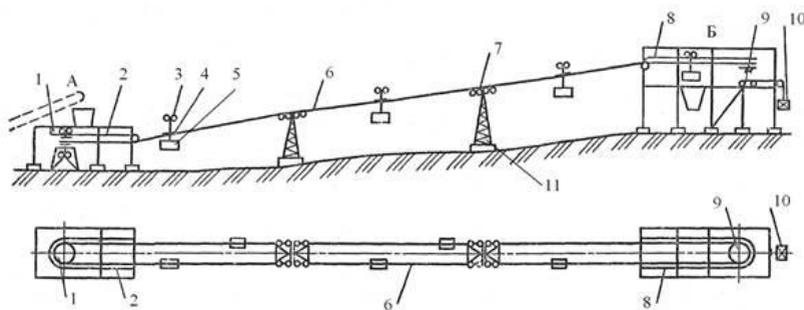


Рис. 1. Одноканатная подвесная канатная дорога с кольцевым движением:

- 1 – фрикционный привод; 2, 8 – рельсовые пути; 3 – ходовые колеса; 4 – зажимной аппарат; 5 – вагонетки; 6 – канат; 7 – балансирующие роликовые батареи; 9 – концевой шкив; 10 – груз натяжного устройства; 11 – опоры

Подвесная пассажирская канатная дорога состоит из двух станций, одна из которых расположена внизу дороги – приводная станция, а другая расположена наверху – натяжная станция.

Положение несущего тягового каната на роликовых балансирах контролируется специальными детекторами, при срабатывании которых дорога останавливается.

Для удобства эксплуатации и технического обслуживания каждая линейная опора оборудована двумя площадками обслуживания (по одной со стороны подъема и спуска) с перильными ограждениями, алюминиевыми лестницами, установленными поверх трубчатых стоек (рис. 2).

На верхних площадках линейных опор хранятся запасные балансирующие ролики, набор ломающихся проводников и комплект специального инструмента для оперативного ремонта.

Приводная представляет собой сооружение, состоящее из:

- помещения нижнего машинного отделения (рис. 3), расположенного под пассажирской платформой, включающего механизм основного привода с двумя взаимно-резервирующими электродви-

гателями фирмы ТТ - Electric типа LAK 4280С постоянного тока, мощностью 415 кВт, скоростью вращения 1143 об/мин и планетарным редуктором фирмы KISSLING типа PK21-L с передаточным числом 58,65 (объем заливаемого масла 170 л). Помещение машинного отделения комплектуется кран-балками для перемещения крупногабаритных агрегатов привода при производстве ремонтных и профилактических работ.

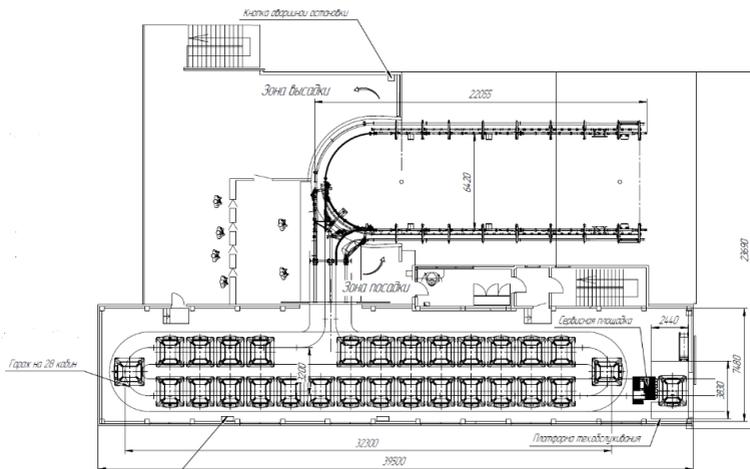


Рис. 2. Площадка для обслуживания

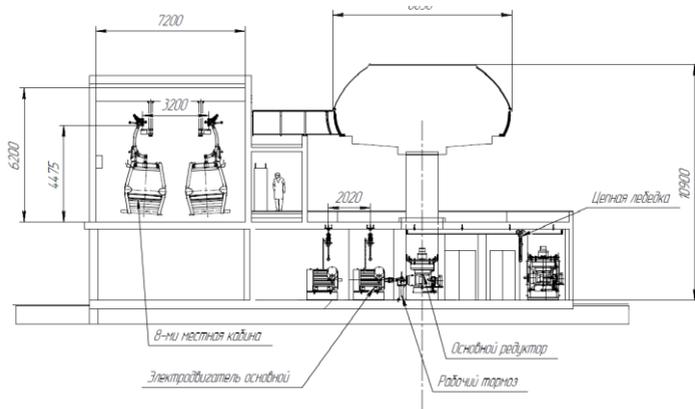


Рис. 3. Помещение нижнего машинного отделения

- помещения верхнего машинного отделения(рис. 4), расположенного над пассажирской платформой, включающего: приводной шкив диаметром 4900 мм; гидравлический механизм для аварийного торможения шкива с тормозом типа FE 100-05 и гидравлическим агрегатом с электродвигателем насоса мощностью 0,37 кВт, датчиком давления, манометром и баком (объем заливаемого гидравлического масла 12 л); два взаимно-резервирующих аварийных привода с двумя мотор-редукторами фирмы SIEMENS типа 1 LG4 мощностью 75 кВт каждый с передаточным числом 32.7, при этом шестерня мотора-редуктора входит в зацепление с зубчатым венцом приводного шкива с передаточным числом 13.75, (объем масла редуктора 2х20 л); механизм зацепления-отцепления гондол к несущему канату; пневмоколесный конвейер для перемещения гондол на станции, состоящий из пяти модулей (четырех прямолинейных и одного контурного).

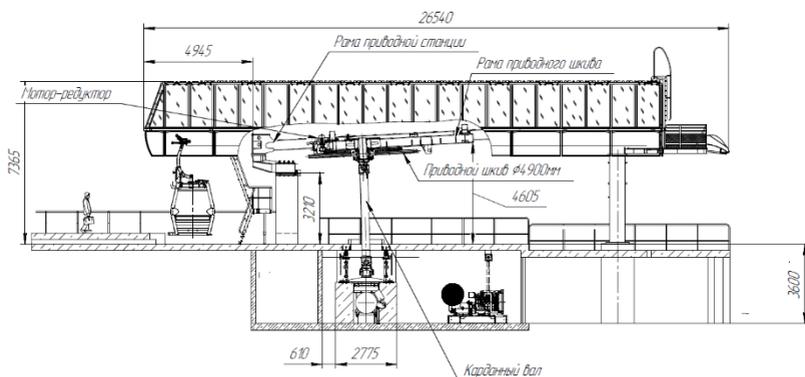


Рис. 4. Помещения верхнего машинного отделения

- Энергоблока, состоящего из четырех помещений с силовыми электрощитами для питания электроприводов механизмов верхнего и нижнего машинных отделений; двух помещений с дизель-генераторными установками фирмы CUMMINS типа C200 D5, собранные на раме вместе с топливным баком (емкость 350 л), с выходной мощностью по 200 кВт каждая для питания двух аварийных приводов в верхнем машинном отделении.

- Гидравлический механизм для аварийного торможения шкива с тормозом типа FE 100-05 и гидравлическим агрегатом с электродвигателем насоса мощностью 0,37 кВт, датчиком давления, манометром и баком (объем заливаемого гидравлического масла 12 л).
- Пневмоколесного конвейера для перемещения гондол на станции, состоящего из пяти модулей (четырёх прямолинейных и одного контурного).
- Платформы посадки-высадки пассажиров.
- Помещения гаража для парковки и эксплуатации 28 гондол, расположенное рядом с помещением оператора включающее: опорные парковочные рельсы с узлами крепления, два стрелочных механизма и подъемную платформу для отвода кабин с пневмоколесного конвейера станции в гараж, два зарядных устройства на 5 кабин каждое для зарядки аккумуляторных батарей систем радиооповещения пассажиров.
- Помещение оператора канатной дороги с электрощитом управления канатной дорогой, расположенного со стороны посадки пассажиров.

Натяжная станция представляет собой сооружение, состоящее из:

- Помещения верхнего машинного отделения, расположенного над пассажирской платформой, включающего станционную крышу с площадками обслуживания, возвратный шкив диаметром 4900 мм; гидравлический механизм для натяжения несуще-тягового каната включающий тележку, перемещающуюся по продольным направляющим, гидроцилиндр, рассчитанный на натяжение до 1000 кН при давлении до 163 бар, гидравлический агрегат с электродвигателем насоса мощностью 15 кВт, датчиком давления, манометром и баком (объем заливаемого масла 314 л); механизм зацепления-отцепления гондол к несуще-тяговому канату; пневмоколесный конвейер для перемещения гондол на станции, состоящий из пяти модулей (четырёх прямолинейных и одного контурного).
- Гидравлического механизма для натяжения несуще-тягового каната включающего тележку, перемещающуюся по продольным направляющим, гидроцилиндр, рассчитанный на натяжение до 1000 кН при давлении до 163 бар, гидравлический агрегат с электродви-

гатель насоса мощностью 15 кВт, датчик давления, манометр и бак (объем заливаемого масла 314 л).

- Гидравлического механизма для сдвижки приводной тележки с целью компенсации вытяжки несущего каната, включающего тележку, перемещающуюся по продольным направляющим, гидrocилиндр и гидравлический агрегат с электродвигателем насоса мощностью 4 кВт, баком (объем заливаемого масла 50 л).

- Пневмоколесного конвейера для перемещения гондол на станции, состоящего из пяти модулей (четырёх прямолинейных и одного контурного).

- Помещения оператора канатной дороги с электрощитом управления канатной дорогой, расположенного со стороны посадки пассажиров.

- Платформы посадки-высадки пассажиров.

- Помещение гаража для парковки и эксплуатации 28 гондол, расположенное на противоположной стороне от помещения оператора, включающее: опорные парковочные рельсы с узлами крепления, два стрелочных механизма и подъёмную платформу для отвода кабин с пневмоколесного конвейера станции в гараж, два зарядных устройства на 5 кабин каждое для зарядки аккумуляторных батарей систем радиоповещения пассажиров.

Для подвижного состава используется 8-ми местная гондола типа DIAMOND марки C8S-190, с двумя 4-местными сиденьями для пассажиров, с пружинным нормально закрытым зажимом LPA.



Рис. 5. Кабина ППКД компании DIAMOND марки C8S-190

Кабины при номинальном режиме работы прибывают и выходят со станции со скоростью 5 м/с. В пределах станции они отцепляются от несущего каната и перемещаются по станции пневмоколесным конвейером со скоростью до 0,5 м/с, обеспечивая выход и вход пассажиров. Затем кабина разгоняется конвейером до скорости каната, происходит зацепление зажима за канат и выход кабины на линию. При этом открывание и закрывание дверей кабины происходит автоматически со стороны высадки и посадки пассажиров [3]. Конвейер состоит из двух прямолинейных участков (уменьшение и увеличение скорости) и криволинейного участка для скорости до 0,5 м/с

В общем виде конвейерная система включает в себя:

- на входе и выходе узлы отбора мощности от несущего каната к колесам конвейера
- рельсы и направляющие для взаимодействия с проходящими зажимами кабин
- пневмоколесную систему, приводимую в движение от несущего каната, в которой колеса соединены между собой через шкивы ремennыми и зубчатыми передачами. Изменение диаметров шкивов обеспечивает изменение передаточного числа.

В Беларуси канатный транспорт может быть использован в туристической отрасли, в сельскохозяйственном производстве, утилизации отходов на предприятии, для преодоления водных и болотных препятствий.

Литература

1. Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса [Электронный ресурс]: материалы 76-й студенческой научно-технической конференции / редкол. А. В. Вавилов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БНТУ, 2020.
2. Концепция инновационной системы городского транспорта «КАНАТНОЕ МЕТРО ГОРОДА БРЯНСКА». А.В. Лагереv, И.А. Лагереv, А.А. Короткий, А.В. Панфилов.
3. Афуксенов Г. А., Лагутина Е. Н. Краткий анализ видов канатных дорог, их достоинства и недостатки // Молодой ученый. — 2017. — №11. — С. 51-54. — URL <https://moluch.ru/archive/145/40539/> (дата обращения: 09.02.2020).