

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, А. П. Конструкция и проектирование гибридных автомобилей: учеб. для вузов / А. П. Петров: Курган, 2024.
2. Honda Global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://global.honda/en/tech/two_motor_hybrid_system_honda_eHEV/ – Дата доступа: 14.05.2024.
3. Timmers, Victor R. J. H. Non-exhaust PM emissions from electric vehicle / Victor R. J. H. Timmers, Peter A. J. Achten // Atmospheric Environment 134 (2016) 10-17

Представлено 22.05.2024

УДК 378.16

СТРУННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

STRING TRANSPORT SYSTEMS

Бортник П., студ., **Савич Е. Л.**, канд. техн. наук, проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
P. Bortnik, student, E. Savich, Ph. D. in Eng., Prof.
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В работе рассмотрены глобальные высокоэффективные струнные транспортно-коммуникационные сети «второго уровня».

The work examines global, highly efficient string transport and communication networks of the “second level”.

Ключевые слова: сеть, струнный транспорт, технология.

Keywords: training network, string transport, technology.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство системы струнных технологий транспорта (SkyWay) позволит человечеству, в условиях интенсивного роста населения планеты и нехватки минеральных и пищевых ресурсов,

выйти на единственно возможный этап развития — снижение энергетических и транспортных издержек при перемещении пассажиров и грузов в масштабах планеты, что повысит доступность и уменьшит себестоимость производимых товаров и услуг.

ИННОВАЦИОННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

SkyWay (струнный транспорт) – это инновационная транспортная технология. Такой вид транспорта от 2-х до 20-ти раз дешевле, быстрее, экологичнее, безопаснее, чем любой аналог, существующий в мире на сегодняшний день. Начало разработки Струнной Транспортной Системы пришлось на 70-е годы прошлого столетия в СССР. На компоненты технологии выдано более 10 патентов. Лишь сейчас, народными силами, SkyWay получает практическую реализацию.

Скорость передвижения между городами – до 450 км/ч, внутри городов – до 150 км/ч. Например, поездка пассажира из Москвы во Владивосток займет 20 часов, себестоимость – 118,4 \$, из Москвы в Минск – 1,5 часа, себестоимость – 12,5 \$ с учетом амортизации.

ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ СТС КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ СУЩЕСТВУЮЩИМ ВИДАМ ТРАНСПОРТ

Основу любой транспортной системы составляет транспортная магистраль, по которой осуществляется движение транспортных модулей. Как правило, она является очень материалоемкой (автодорожное полотно, рельсовый путь, мосты, туннели, земляное полотно и т. п.), и затраты на нее определяют основную стоимость всей системы. Поэтому важно, насколько эффективно используются физико-механические свойства материалов в конструкции транспортных коммуникаций. Из четырех видов напряженно-деформированного состояния материалов – растяжение, сжатие, изгиб, кручение – наиболее благоприятным, в смысле наиболее полного использования физико-механических свойств материалов, является растяжение. Если взять струну, перекинуть ее через два блока и нагрузить до предела прочности усилием T , то она не разрушится и при дополнительной нагрузке в середине пролета $P < 2 \cdot T$ за счет появления прогиба.

Движение транспорта НТЛ осуществляется по путевой структуре, основу которой составляют два рельса-струны. Струны набраны из отдельных проволок или полос из прочного материала (например, из

стали), натянуты усилием в несколько сотен тонн и установлены на легких опорах высотой 5–50 м и более, размещенных друг от друга на расстоянии 40–100 м и более. Запитка транспортных модулей электрической энергией осуществляется через колеса, контактирующие со струнными рельсами. Путевая структура НТЛ выполнена таким образом, чтобы рабочая поверхность (головка рельса), по которой движутся колеса транспорта, представляла собой гладкую поверхность без стыков («бархатный путь»). Важно, что прямолинейность рельса не зависит от прогиба ус струны под действием веса модуля в промежутке между опорами. Несмотря на низкую материалоемкость, такая путевая структура будет не менее жесткой конструкцией, чем массивные традиционные балочные автомобильные и железнодорожные мосты, так как ее прогиб под действием рабочей нагрузки (движущихся транспортных модулей) составит величину $1/1000$ и менее от длины пролета. При скоростях движения свыше 200 м/с (720 км/ч) транспортную систему следует разместить в специальной трубе диаметром 2–3 м, из которой откачан воздух. Труба может находиться как над, так и под землей, и под водой на глубине 10–100 м и более, чтобы не мешать судоходству и не подвергаться разрушительному действию стихии.

Транспорт НТЛ будет выгодно отличаться от известных видов наземного транспорта практически по всем критериям*:

- является экологически чистым;
- имеет высокую пропускную способность (одна линия – до 1 млн. пассажиров и до 500 тыс. т грузов в сутки). Будет рентабельным и при низкой интенсивности движения – порядка 1000 пассажиров в сутки (что объясняется невысокой стоимостью трасс и транспортных модулей и невысокими эксплуатационными издержками);
- не требует большого количества ресурсов для строительства;
- является самым экономичным транспортом;
- прост в эксплуатации и в управлении;
- имеет на порядок меньшую удельную стоимость строительства (отнесенную к пропускной способности), чем у автомобильных и железных дорог);
- базируется на уже существующих научно-технических решениях и не требует для реализации чрезмерно высокого научного, технического и производственного потенциала;

- позволяет в перспективе достичь скорости 1000 км/ч за счет размещения в вакуумируемом туннеле небольшого диаметра (около 2,5 м) при использовании систем магнитного подвеса и линейного электродвигателя;
- имеет высокую комфортность движения;
- обеспечивает высокую безопасность движения;
- является более долговечным, чем железные и автомобильные дороги.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ОСОБЕННОСТЬ СТС

На участках со сложным рельефом местности трасса может проходить расстояние между соседними тормозными опорами одним пролетом длиной 0,1–1 км и более (без промежуточных опор). При этом параболический прогиб провисающей рельсо-струнной путевой структуры под действием силы тяжести может иметь значения (0,001–0,01) и может быть плавно вписан в продольный профиль трассы. В аналогичных случаях СТС может проходить расстояние между соседними анкерными опорами одним пролетом длиной до 10 км. Таким путем могут быть преодолены глубокие ущелья, проливы, расстояния между островом и материком, вершинами соседних гор и другие препятствия. Параболический прогиб путевой структуры под действием силы тяжести не превысит в этом случае значения 0,051, что также позволяет плавно вписать его в продольный профиль трассы. На морском участке трасса СТС размещена в подводной трубе-туннеле, выполненной с нулевой плавучестью и размещенной на глубине 50–100 м и более. На такой глубине исключается воздействие разрушительных штормов и, кроме того, туннель не будет зацеплен подводной лодкой или кораблем с самой большой осадкой. С целью огибания мощных морских течений туннель может уходить на большую глубину. Для обеспечения избыточной плавучести, чтобы не допустить затопления трубы под воздействием подвижной нагрузки, служат поплавки, которые заякорены на дне моря. Учитывая низкую материалоемкость якорных тяг и их редкое размещение (через 0,1–10 км), глубина моря не имеет принципиального значения для стоимости СТС. Роль анкерных опор выполняют подводные станции-поплавки, изготовленные с высокой избыточной плавучестью. Промежуточные и тормозные опоры СТС, обладающие небольшими размерами, размещены внутри туннеля. Трубатуннель,

выполненная из стали или предварительно напряженного железобетона, имеет внутренний диаметр 2,5–3 м и растянута в продольном направлении до усилия порядка 1000 тс и выше. Поэтому она будет работать в СТС и как струна с пролетом. На основных участках СТС путевая структура не имеет прогибов, так как статический прогиб у струны размещен («спрятан») внутри ее конструкции. Нагрузка от веса путевой структуры и транспортного модуля передается на струну посредством прокладки, высота которой вдоль пролета изменяется от нуля (над опорой) до максимального значения в середине пролета. Поэтому головка рельса, по которой движутся колеса транспортных модулей, в статике имеет ровную поверхность без прогибов и стыков. Возможно выполнение СТС, в которой рабочая поверхность головки рельса представляет собой волнистую линию.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Особенно следует учитывать изменение аэродинамического сопротивления с ростом скорости движения транспортных средств. При скорости 200 км/ч оно достигает 50 %, а при 500 км/ч превышает 90 % общего сопротивления движению, тогда как при скорости 50 км/ч составляет примерно 5 %, а остальные 95 % – механические сопротивления. Полный расход электроэнергии экипажами СТС в открытой атмосферной среде составит 0,05–0,12 кВт·ч/пасс.-км, так как, например, в пятиместном экипаже, размеры которого составят 4×2 ×1,5 м, двигатель мощностью 50 кВт обеспечит скорость 200 км/ч, мощностью 100 кВт – скорость 300 км/ч, мощностью 300 кВт – 500 км/ч.

При всей важности экономии энергетических затрат относительная стоимость электроэнергии среди других расходов в известных видах скоростного транспорта, например, для поездов на магнитном подвесе, достигает лишь 7,5 %. Основная часть затрат в них приходится на обустроенную путевую структуру со станциями и достигает значений в десятки и даже сотни миллионов долларов за километр. Поскольку в СТС транспортная линия в 10 и более раз дешевле скоростных железных дорог и обустроенной путевой структуры транспорта на магнитном подвесе, доля стоимости электрической энергии в приведенных затратах будет доминировать в сравнении с другими затратами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В статье сделан анализ существующих струнных транспортных технологий, их отличия от всех известных видов транспорта. Приводятся особенности транспортных технологий и их принципиальное описание. Дается технико-экономическое сравнение транспортных систем

ЛИТЕРАТУРА

1. Юницкий, А. Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А. Э. Юницкий. – ЗАО «Струнные технологии». – 2019. – 576 с.

Представлено 07.06.2024

УДК 378.16

УЧЕБНЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЯ PASSAT B3

TRAINING STAND BASED ON PASSAT B3 CAR

Горнак И. В., студ., **Чешко Е. А.**, студ.,
Каржаневский Ю. В., студ., **Серебряков И. А.**, канд. техн. наук.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
I. Harnak, student, E. Cheshko, student, Y. Karzhanevsky, student,
I. Serebryakov, Ph. D. in Eng.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В работе разработан и изготовлен учебный стенд на базе легкового автомобиля VW Passat B3, оснащенный блоком имитации неисправностей, позволяющим студентам пройти курс обучения диагностике и ремонту электрической части автомобиля.