

Транспортный комплекс ИННОВАЦИИ

Приложение к информационно-аналитической газете «Транспорт России»

«Струна»... строит города и кластеры

Подобная перспектива вполне реальна

ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО

Струнный транспорт SkyWay – это не только новая концепция перемещения пассажиров и грузов, но и новая концепция развития городов. Увеличение скорости передвижения и перенос трафика в отдельную плоскость над землей открывают для этого колоссальные возможности. В первую очередь речь идет о возможности расселения людей и рассредоточения производств по логике линейных городов – урбанистических образований кластерного типа.

При переносе транспорта на второй уровень города могут стать полностью или почти полностью пешеходными. Логистическими центрами будут здания-доминанты, возвышающиеся над остальными строениями. Они совместят в себе функции пассажирских станций и бытовых, производственных, развлекательных, культурных и торговых центров. Вокруг таких строений на удаленности

до 500 метров (расстояние, комфортное для пешей прогулки) расселяются люди либо сосредотачиваются производства, в совокупности составляющие инфраструктурный кластер. Линейные города могут объединять неограниченное число подобных кластеров, установленных на одной линии на среднем расстоянии 1 км друг от друга.

За счет доступности высокоскоростного транспорта протяженность таких городов в одном направлении может достигать сотен и даже тысяч километров. При этом одни кластеры могут быть предназначены для проживания, другие для работы, отдыха и т. д. За счет отсутствия автомобильного и иного наземного транспорта, дорожных пробок, загазованности и шума может быть достигнута высокая комфортность и безопасность проживания людей. Дороги SkyWay обойдутся городским властям значительно дешевле автомобильных, не будут отнимать дорогостоящие площади городской земли, смогут быть интегрированы с инженерными сетями и системами

энергообеспечения, а следовательно, сделают жилье более доступным и дешевым.

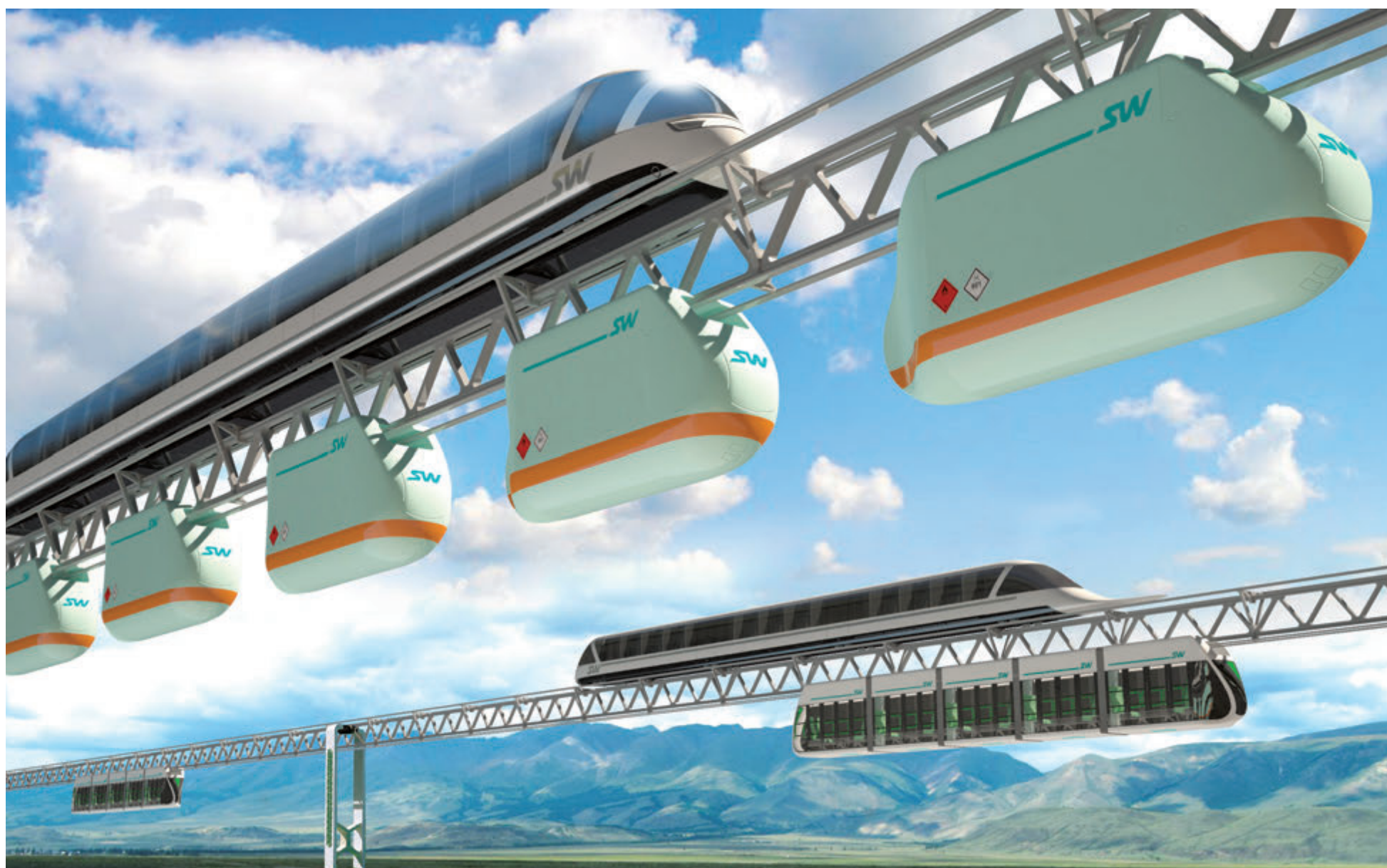
С учетом специфики транспортных систем SkyWay инфраструктурные кластеры с их использованием можно возводить в самых труднодоступных местах, комфортных для проживания. Это могут быть горы, тайга, джунгли, шельф моря, естественные и искусственные острова... Словом, струнный транспорт может выступить эффективным рычагом освоения новых территорий, создания там комфортных условий жизни.

Впрочем, линейные города – это дело отдаленного будущего. На данном же этапе основная задача, которая стоит перед разработчиками струнного транспорта, – демонстрация и сертификация созданного инновационного проекта. В ближайшей перспективе планируется приступить к первым адресным проектам.

Конкретная работа по ряду направлений активно ведется. Проходят тестовые испытания легкой городской системы. В качестве

подвижного состава предлагается использовать промышленные образцы 14-местного юнибуса и двухместного юнибайка, призванного «примирить» в себе общественный и персональный транспорт.

Быстрыми темпами идет строительство грузовой и высокоскоростной трасс струнного транспорта. Компанией ведется интенсивная выставочная деятельность. В списке площадок, где был представлен струнный транспорт, – престижные международные выставки InnoTrans 2016, прошедшая в Берлине, «Транспорт России – 2016» и другие. Необходимо отметить, что интерес к технологии будущего проявляют ряд регионов России, а также Австралия, Индия, Турция, Филиппины и другие страны, по достоинству оценившие те перспективы, которые открывают для них системы SkyWay. Достигнутое разработчиками SkyWay за каких-нибудь полтора года впечатляет само по себе, открывающиеся же перед проектом перспективы – поистине уникальны.



Универсальность, надежность,

Транспортные системы SkyWay ориентированы

РЫНОК УСЛУГ

Транспортные системы SkyWay проектируются и строятся в трех основных вариантах, с ориентацией на различные сегменты рынка транспортных услуг. Это, во-первых, высокоскоростные междугородные пассажирские перевозки (скорость до 500 км/ч, производительность системы – до миллиона пассажиров в сутки, стоимость строительства – от 5 млн долларов США за километр дороги). Второй вариант – городские пассажирские перевозки (скорость до 150 км/ч, производительность системы – до 50 тыс. пассажиров в час, стоимость строительства – от 2 млн долл. за километр дороги). Третий вариант – грузовые перевозки (производительность системы – до 200 млн тонн грузов в год, стоимость строительства сопоставима с городскими системами).

Для сравнения добавим, что стоимость строительства одного километра монорельсовой дороги, например в Москве, составляет примерно 50 млн долл., а стоимость прокладки там же одного километра метро исчисляется сотнями миллионов.

Высокоскоростной SkyWay

Разновидность струнного транспорта, предназначенная для высокоскоростной перевозки пассажиров и грузов, может использоваться для создания и улучшения транспортной коммуникации между городами, регионами, странами и даже континентами. Как уже отмечалось, производительность подобных систем может достигать одного миллиона пассажиров в сутки при вместительности подвижного состава до 500 человек и до 100 тонн грузов. Уклон пути высокоскоростного SkyWay может достигать 10% в типовом исполнении и 30% – в специальном.

Стоимость высокоскоростной трассы, без учета стоимости подвижного состава, пассажирских вокзалов, станций и инфра-



Автор проекта инженер Анатолий Юницкий

структуры, – от 3 млн долл. за километр. Себестоимость высокоскоростных перевозок с использованием такой системы в пять раз ниже себестоимости перевозок высокоскоростной железной дорогой.

Конкурентные преимущества высокоскоростного SkyWay обеспечиваются за счет значительного уменьшения изъятия земли под трассу и инфраструктуру; исключения земляных насыпей, выемок, тоннелей, мостов, путепроводов, многоуровневых развязок и водопропускных сооружений; исключения ограждения линейной части высокоскоростной трассы. На порядок уменьшаются ресурсоемкость

рельсо-струнной эстакады в сравнении с традиционными транспортными эстакадами со сплошным полотном, а также расход энергии и, соответственно, топлива. За счет автоматизации снижаются расходы на обслуживающий персонал и его заработную плату. Исключается (ввиду расположения струнных рельсов высоко над поверхностью земли) необходимость в зимний период очищать путевую структуру от наледи и снега. Пересеченный рельеф местности, низкая прочность подстилающих грунтов и сложные географические и климатические условия не приводят к значительному удорожанию рельсо-струнной эстакады.

Отдельная тема – экологическая составляющая высокоскоростных перевозок с использованием SkyWay. Их внедрение дает возможность щадящего освоения и заселения новых территорий в труднодоступных местах (острова, горы, шельф моря и др.). Высокоскоростная дорога в эстакадном исполнении не нарушает рельеф местности, биогеоценоз и биоразнообразие прилегающей территории, не уничтожает плодородную почву и произрастающую на ней растительность, не препятствует движению грунтовых и поверхностных вод, перемещению людей, домашних и диких животных, работе сельскохозяйственной, строительной и специальной техники.

Надежность и безопасность высокоскоростных SkyWay обеспечиваются оснащением подвижного состава противоскользящей системой, десятикратным запасом прочности несущих струнных элементов в транспортной эстакаде, устойчивостью к гололеду и оледенению, снежным заносам, туманам, пыльным и песчаным бурям. Струнный транспорт надежно работает при любых экстремальных температурах воздуха, обладает высокой устойчивостью к вандализму и террористическим актам, а также природным катаклизмам. При специальном исполнении и минимальном удорожании «небесная дорога» способна выдержать землетрясения магнитудой до 10 баллов по шкале Рихтера, наводнения, разливы рек с глубиной воды до 10 м и более, ураганный ветер со скоростью до 250 км/ч и более, цунами – с высотой волны до 20 м и более.

Кроме всего вышеперечисленного, следует отметить, что система предусматривает возможность совмещения путевой структуры и опор с воздушными и кабельными линиями электропередачи и линиями связи – проводными, оптоволоконными, радиорелейными, сотовыми. За счет этого существующие сети передачи информации и энергии могут быть в перспективе с максимальной эффективностью объединены с сетями транспортных коммуникаций.



эффективность, безопасность

на различные сегменты рынка транспортных услуг



Городской SkyWay

Городской SkyWay – разновидность струнного транспорта, предназначенная для перевозки пассажиров и грузов в черте города, между городом и аэропортом, а также населенными пунктами, расположенными на отдалении до 200 километров. При вместительности единицы подвижного состава до 100 человек или 10 тонн система может перевезти до 50 000 пассажиров в час или 1000 тонн грузов в сутки в одном транспортном плече. Это сопоставимо с Московским метрополитеном, очевидно более дорогим и ресурсоемким, чем рельсо-струнная эстакада.

Уклон пути городского SkyWay может достигать 15% в типовом исполнении и 30% – в специальном. Стоимость скоростной трассы, без учета стоимости подвижного состава, пассажирских вокзалов, станций и инфраструктуры, – от 1 миллиона долл. за километр. Себестоимость скоростных перевозок с использованием такой системы – приблизительно в два раза ниже себестоимости перевозок подземным метро, в три раза – трамваем, в пять раз – монорельсовой дорогой.

К конкурентным преимуществам городского SkyWay можно отнести значительное уменьшение площади изъятия городской земли под трассу и инфраструктуру, а также все те параметры, что были упомянуты при описании высокоскоростных систем.

Данный вид транспорта в перспективе позволит значительно улучшить экологическую ситуацию в городах и агломерациях, а также обеспечит возможность их устойчивого развития. Электрическая тяга и высокая эффективность подвижного состава дадут возможность существенно сократить уровень эмиссии вредных веществ в атмосферу, а поднятие дороги над землей – увеличить площади зеленых насаждений и пешеходных зон. Также за счет переноса части транспортной коммуникации на второй уровень неизбежно снизится нагрузка на уже существующие автомобильные дороги и, соответственно, снизится аварийность.

Грузовой SkyWay

Грузовой струнный транспорт имеет путевую структуру, аналогичную высокоскоростному и городскому вариантам. Как и там, основной его особенностью является то, что конструкция эстакады является предварительно напряженной. Поэтому движение городского и грузового SkyWay может теоретически осуществляться по одной и той же путевой структуре, как это происходит на железнодорожном или автомобильном транспорте.

Грузовой вариант с одинаковой эффективностью может использоваться для перевозки сыпучих промышленных грузов (руда, уголь, щебень, гравий, песок, вскрышные породы и др.), жидких грузов (нефть и нефтепродукты, битумная нефть, химические продукты,



сжиженные газы, высококачественная природная питьевая вода и др.), штучных грузов (лес и лесоматериалы, стальной прокат, контейнеры и др.), специальных грузов (бытовые и промышленные отходы и др.).

Скорость движения грузового SkyWay может достигать 120 км/ч. Грузоподъемность единицы подвижного состава, в виде многокилометрового поезда, – до 20 тыс. тонн. Уклон пути – до 10%, а при специальном исполнении – до 30%. Объем грузовых перевозок – до 200 млн тонн в год. Стоимость грузовой трассы, без учета стоимости подвижного состава, погрузочно-разгрузочных терминалов и инфраструктуры, – от 1 млн долл./км. Себестоимость грузовых перевозок – примерно в два раза ниже, чем себестоимость перевозок грузов на традиционной железной дороге.

Уменьшение площадей изъятия земли, исключение больших объемов земляных работ, уменьшение ресурсоемкости, расходов энергии и топлива, полная автоматизация, всепогодность эксплуатации и возможность строительства на сложных рельефах – все эти преимущества SkyWay есть и у грузового варианта системы.

SkyWay в морских портах

Отдельного внимания заслуживает концепция использования струнного транспорта для строительства морских портов с возможностью удаления их от берега на расстояние 1–10 км и более как в пределах территориальных вод, так и вне их.

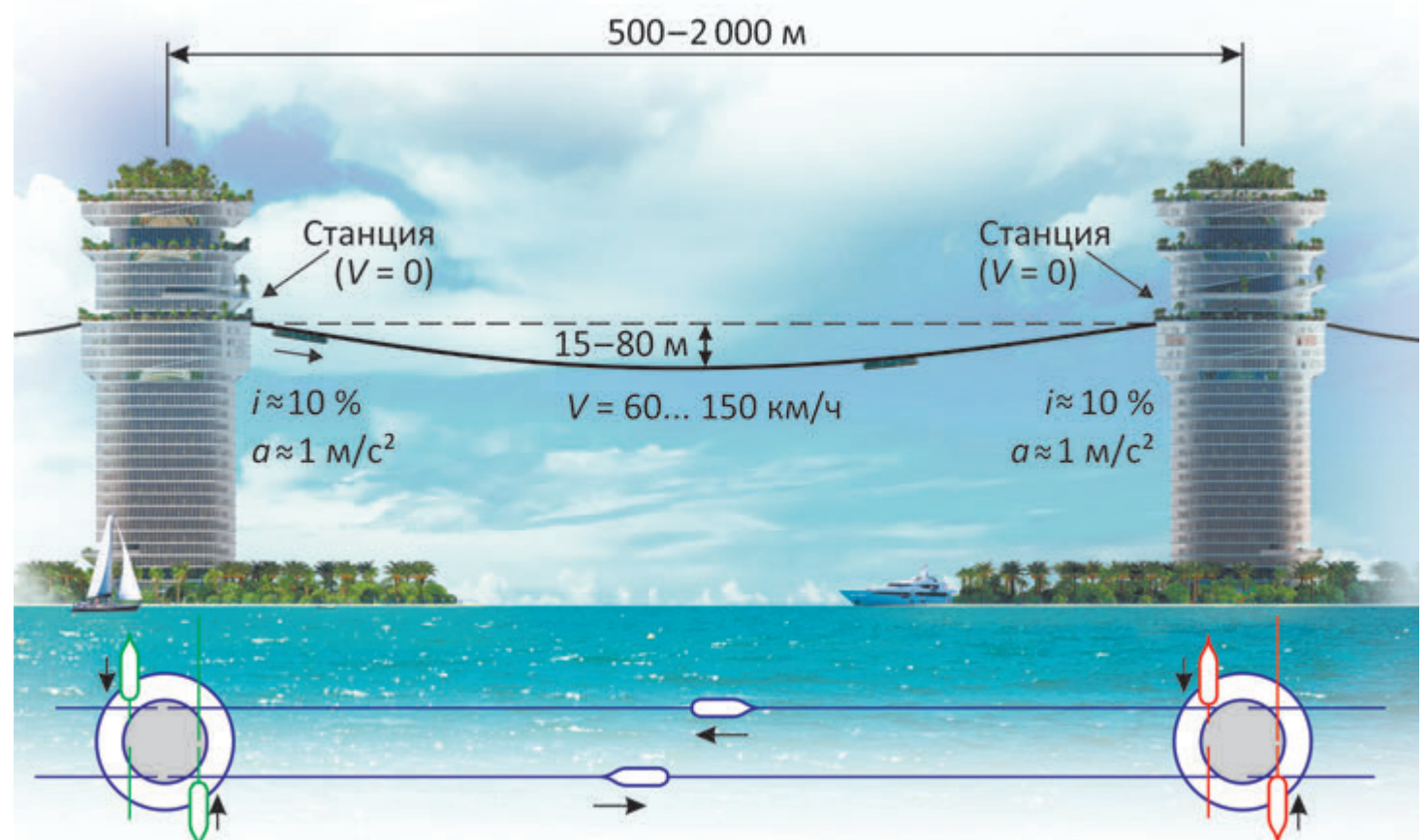
Морские SkyWay размещаются на шельфе в открытом море, где и осуществляется перевалка грузов с подвижного состава в сухогрузы, танкеры и контейнеровозы. Стоимость SkyWay в морских портах, без учета стоимости подъездной трассы SkyWay, подвижного состава, погрузочно-разгрузочных терминалов и инфраструктуры, по расчетам, составит от 10 млн долл. При этом открываются колоссальные возможности для удешевления стоимости перевозок грузов в целом, так как отпадает необходимость в поиске подходящего места для строительства порта. Порт можно будет строить практически в любом месте побережья, на минимальном удалении от места добычи транспортируемого сырья, производства товаров и т. д.

Морские порты с использованием струнного транспорта SkyWay устраняют необходимость в больших свободных и дорогостоящих территориях на берегу, как правило, с уязвимой экосистемой. Отпадает потребность в дноуглубительных работах с целью образования глубоководной акватории для подхода грузовых судов к причалам, в строительстве причальной стенки, необходимой для швартовки кораблей и защиты берега от размывания прибоем, и многое другое.

С внедрением струнного транспорта открывается возможность организации причального фронта с глубинами 20 м и более путем использования естественной глубины моря. Упрощается процесс захода в порт судов с большой осадкой, минимизируются расходы на лоцманскую поддержку, достигается автоматизация процессов перевалки грузов, а следовательно, уменьшение простоев судов и эксплуатационных издержек. Вместо традиционной схемы: «месторождение – подвижной состав – выгрузка на склад на берегу – погрузка со склада на берег в другой подвижной состав – транспортировка к причалу – перегрузка в трюм балкера» можно будет организовать логистику по новой схеме: «месторождение – подвижной состав струнного транспорта – трюм балкера».

С точки зрения экологии морские порты с использованием струнного транспорта SkyWay трудно переоценить. Такой порт не нарушает экологию моря и прилегающей береговой территории, сложившееся природное движение вод, естественную миграцию морских рыб и животных. Сохраняются плодородная почва и растительность в прилегающей береговой зоне, становятся ненужными большие открытые склады и штабеля сыпучих грузов на берегу (руда, уголь и др.) и в прибрежной зоне, которые засоряют окружающую среду.

Помимо прочего морские порты с применением SkyWay оказываются еще и абсолютно безопасными. Например, цунами и приливы в открытом море не представляют опасности, так как высота волн в них редко превышает один метр. Волны в открытом море имеют меньшую высоту и представляют для судов меньшую опасность, чем у берега. Морской порт, использующий струнный транспорт, не подвержен воздействию прилива.





Новый вид транспорта

призван изменить современные представления о движении

ТЕХНОЛОГИЯ

В настоящий момент неподалеку от Минска тестируется принципиально новая транспортная система, получившая название SkyWay («небесные дороги»). Она также известна как струнный транспорт.

Реализацией проекта занимается коллектив специалистов общей численностью более 200 человек. Принцип, лежащий в основе струнного транспорта, придумал руководитель коллектива инженер Анатолий Юницкий около 40 лет назад – напряженное натяжением состояние конструкции путевой структуры во всех фазах ее работы.

Дорога представляет собой, образно говоря, струну, натянутую между анкерными опорами, находящимися на расстоянии от 1 до 5 км друг от друга и поддерживаемую промежуточными опорами, устанавливаемыми с интервалом 40–300 м. «Струной» является предложенный Юницким инновационный рельс – стальной короб, внутри которого натянут пучок стальных проволок, а остальное пространство для устранения коррозии, снижения шума и придания дополнительной прочности всей конструкции заполнено специальным бетоном.

Струнный рельс не имеет температурных швов, за счет чего обеспечивает высокую ровность пути и в восемь раз увеличивает несущую способность опор, на которых он крепится. Это значит, что опоры могут быть в десятки раз дешевле, чем на любых других транспортных эстакадах, так как весовая нагрузка от легкой эстакады будет на порядок меньше. Решение является оптимальным

не только за счет снижения капитальных затрат на строительство дороги по сравнению со всеми известными альтернативами (земляная насыпь, тоннель, обычная балочная эстакада), но и с точки зрения минимизации аэродинамического сопротивления, являющегося одной из основных проблем при высокоскоростном движении.

Транспортное средство, передвигающееся по струнной эстакаде, – это рельсовый автомобиль на стальных колесах с автоматизированной системой управления. Высокоскоростной вариант такого агрегата (скорость до 500 км/ч) по результатам продувок имеет коэффициент аэродинамического сопротивления 0,05 (например, у самого дорогого и самого скоростного автомобиля – «Бугатти» – этот коэффициент равен 0,38), что приближается к теоретическому пределу, равному 0,04. Такие исключительные показатели достигаются в основном за счет устранения экранного эффекта, как минимум вдвое ухудшающего аэродинамику транспортного средства, движущегося с высокой скоростью.

Экранный эффект состоит в резком увеличении аэродинамического сопротивления вблизи экранирующей поверхности (земли, воды, дорожного полотна) из-за динамического нагнетания воздуха под днище транспортного средства. Транспортным системам SkyWay не грозит подобная проблема, так как в них отсутствует сплошное дорожное полотно (экран). Его заменяют собой тонкие струнные рельсы.

Проблема преодоления сопротивления качению колеса, на которое расходуется порядка 1/10 энергии при высокоскоростном движении (9/10 уходит на аэродинамику),

решена в струнном транспорте за счет использования системы «стальное колесо – стальной рельс». У такой системы коэффициент полезного действия равен 99,8%, так как усилием в два килограмма можно двигать по горизонтальному рельсовому пути тележку весом в одну тонну. Потери здесь на порядок меньше, чем у системы «пневматическая шина – асфальтобетонное полотно». И в разы меньше в сравнении с другими системами – воздушной и магнитной подушкой, в том числе из-за наличия у последних эффекта экрана.

Существует и вариант путевой структуры SkyWay с провисающими рельсами и высотными опорами. В такой конфигурации длина пролетов может достигать 3 км, а за счет того, что путевая структура будет провисать, можно компенсировать значительную часть энергетических затрат на движение транспортного средства. На участке спуска транспортному средству не нужен двигатель – его разгоняет гравитация. На участке подъема отпадает необходимость в тормозе, так как и эту функцию может выполнять гравитация. Происходит рекуперация энергии с КПД 100% без использования рекуператора. Привод в такой системе необходим только для компенсации энергетических потерь на преодоление сопротивления воздуха и сопротивления качению стальных колес по стальному рельсу (суммарно порядка 10 кВт для 50-местного транспортного средства).

Низкая по сравнению с другими транспортными системами стоимость строительства и эксплуатации SkyWay, высокая

скорость движения и исключительная энергоэффективность – это далеко не полный перечень преимуществ данной транспортной инновации. Принципиально важно то, что подобные транспортные системы можно без особых сложностей строить и эксплуатировать в самых различных климатических условиях и на самых разных рельефах: в горах, на территориях вечной мерзлоты, в болотистых местностях и т. д.

Кроме того, за счет переноса пространства движения транспортного средства в отдельную плоскость на высоту от 3 и более метров над землей система позволяет полностью исключить возможность столкновения одного транспортного средства с другим, например, с автомобилем или поездом, а также ничем не угрожает пешеходам и животным. Следовательно, обеспечивается беспрецедентный уровень безопасности.

Экологическая составляющая струнного транспорта также очень существенна. Поднятые над землей дороги не нарушают естественных ландшафтов и гидрологии, позволяют сохранить значительные территории нетронутыми или использовать их в хозяйственных нуждах, дают возможность увеличить площади зеленых насаждений и пешеходных зон в городах. Уровень эмиссии вредных веществ в атмосферу минимален благодаря высокой энергоэффективности. Тестируемый в настоящий момент промышленный образец двухместного транспортного средства, названного юнибайк, может развивать скорость 150 км/ч при расходе энергии всего 2,2 литра на 100 км в топливном эквиваленте, а при скорости 100 км/ч – 0,7 л/100 км.



Над спецвыпуском работали:
Юрий Бурылин – главный редактор
Вячеслав Лобов – специальный корреспондент

Сергей Лебедин – верстка
Редакция газеты «Транспорт России» –
rustransport@mail.ru, goldasn@mail.ru

Служба рекламы, маркетинга
и выставочной деятельности
АО «Издательство Дороги»
Тел. (495) 748-36-84
E-mail: reklama.dorogi@yandex.ru