

П.Т. Драчев, В.А. Кноль, А.Н. Никитин

ПРОЕКТ
«Ноосферные
транспортные системы
Сибири
и
Дальнего Востока»
Итоги реализации

Новосибирск
2005

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

П.Т. Драчев, В.А. Кноль, А.Н. Никитин

ПРОЕКТ
«Ноосферные
транспортные системы
Сибири
и
Дальнего Востока»
Итоги реализации

Новосибирск 2005



Юницкий Анатолий Эдуардович, генеральный директор – генеральный конструктор ООО «Струнный транспорт Юницкого» (СТЮ), президент фонда «Юнитран» содействия развитию струнного транспорта (г.Москва). Автор более 120 изобретений, в том числе и принципиальной схемы СТЮ, 30 из которых использованы в строительстве, транспорте, машиностроении, электронной и химической промышленности, научных исследованиях в Российской Федерации, Республике Беларусь, Украине и других странах СНГ.

Действительный член (академик) РАЕН (1999 г.), Русской Академии (1998 г.) и Академии Нового Мышления (1996 г.).

Награжден почетным званием и знаком «Рыцарь науки и искусств» РАЕН, двумя золотыми медалями «Лауреат ВВЦ», медалью «Российская марка» за технологию струнного транспорта, проекты грузового и пассажирского модулей.

Родился в 1949 г. в д.Крюки Брагинского района Гомельской области

(Республика Беларусь). Сегодня это – выселенная и самая загрязненная радионуклидами территория Белоруссии, так как находится в пределах 10 км от Чернобыльской АЭС.

Работы над струнным транспортом осуществляет с 1977 г. За это время создана статическая и динамическая модели СТЮ, основы которой изложены в научной монографии автора «Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе» (1995 г.). Это позволило создать теорию безрезонансного движения колесного транспортного модуля по струнной путевой структуре до скоростей 600 км/ч при обеспечении более высокой ровности и жесткости пути в сравнении с современными балочными эстакадами для монорельсовых дорог и поездов на магнитном подвесе, а также снизить стоимость путевой структуры, опор и подвижного состава в сравнении с последними в 10-15 раз. Разработаны принципиально новые транспортные стандарты на струнную путевую структуру, промежуточные и анкерные опоры, анкерное крепление струны, рельс-струну, двухребордное стальное колесо и его независимую подвеску, автоматическое сцепное устройство, высокоскоростной пассажирский рельсовый автомобиль, стрелочный перевод, станцию, вокзал и грузовой терминал, на технологию строительства и организацию высокоскоростного движения.

В г.Озеры Московской области в 2001 г. построен опытный участок СТЮ, который является первым в мире реализованным полномасштабным фрагментом реальной струнной транспортной системы. Его протяженность 150 м, высота опор до 15 м, максимальный пролет 48 м, натяжение струн 450 тонн, уклон трассы 10 %, масса подвижной нагрузки – до 12 т. На полигоне прошли успешную апробацию методы расчета и выполнения проектно-изыскательских работ, технология натяжения и крепления струн, конструкция рельса-струны и двухребордного стального колеса, анкерных и промежуточных опор, а также – испытания на статическую и динамическую нагрузку и воздействие погодно-климатических факторов. Результаты комплексных испытаний позволяют разработчику приступить, при наличии заказа, к выполнению проектно-изыскательских работ по конкретным грузовым и пассажирским трассам СТЮ и промышленному производству струнной путевой структуры, опор и подвижного состава (пассажирского и грузового).

Научные труды по тематике СТЮ опубликованы автором в 5 монографиях, 28 докладах и статьях, создано 58 изобретений.

4.2.7. Струнный транспорт Юницкого

Транспортом системой, удовлетворяющей требованиям XXI в. станет «Струнный транспорт Юницкого» (СТЮ). СТЮ лишен недостатков железнодорожного и автомобильного транспорта. В то же время, он имеет преимущества авиации и надземных дорог, так как транспортный модуль движется над землей по ажурной путевой структуре.

СТЮ представляет собой специальный автомобиль на стальных колесах, размещенный на двух рельсах-струнах, установленных на опорах. Струнная транспортная система станет самой дешевой, долговечной, экономичной и безопасной системой для перевозок пассажиров и грузов в городе, между городами, странами и континентами, а также для специализированной перевозки сыпучих, жидких, штучных и контейнерных грузов. Преимущества СТЮ перед другими видами транспорта обусловлены комплексом его конструктивных особенностей:

Рельс-струна – это обычная неразрезная (по длине) стальная, железобетонная или сталежелезобетонная балка, оснащенная головкой рельса и дополнительно усиленно армированная предварительно напряженными (растянутыми) струнами. Максимальное натяжение струн на один рельс (в зависимости от длины пролета и массы подвижного состава) – 100-500 т. Сочетает в себе свойства гибкой нити (на большом пролете между опорами) и жесткой балки (на малом пролете – под колесом транспортного модуля и над опорой). Благодаря этому качение колеса модуля будет плавным, безударным, как в середине пролета, так и над опорой. Рельс-струна характеризуется высокой прочностью, жесткостью, ровностью, технологичностью изготовления и монтажа, низкой материалоемкостью, широким диапазоном рабочих температур ($+70...-70^{\circ}\text{C}$). Представляет собой идеально ровный путь для движения колеса, так как по всей своей длине не имеет технологических и температурных швов (головка рельса сварена в одну плеть).

Струна – стальной канат отечественного или зарубежного производства. В зависимости от условий монтажа и эксплуатации могут использоваться обычные канаты, канаты с защитным покрытием или в защитной оболочке, в том числе в защитной смазке.

Путевая структура представляет собой два рельса-струны, образующие колею шириной 2000 мм. Имеет стрелочные переводы, аналогичные трамвайным. Конструкция может быть выполнена сборно-разборной. Колея в СТЮ шире железнодорожной, а центр масс подвижного состава расположен ниже, поэтому движение по такой путевой структуре будет в 2-3 раза более устойчивым.

Опоры – подразделяются на анкерные, воспринимающие горизонтальную нагрузку от струн (устанавливаются через 1-5 км) и поддерживающие, воспринимающие вертикальную нагрузку (устанавливаются через 10-50 м и более). Опоры могут быть выполнены из железобетона (сборного или монолитного), или из стальных сварных конструкций. Фундаменты опор, в зависимости от грунтов на трассе, могут быть свайными (забивные, винтовые, буронабивные или буройнъекционные сваи), либо плитными – монолитными или сборными. Опоры и неразрезной рельс-струна образуют жесткую рамную конструкцию, поэтому несущая способность опор увеличена, например, в сравнении с монорельсовой

дорогой в 8 раз (стоимость опор, соответственно, снижена). Если опоры СТЮ заменить на насыпь такой же высоты, то насыпь будет дороже опор.

Колесо — выполнено из высокопрочной стали. Имеет независимую «автомобильную» подвеску и две реборды высотой 50 мм каждая. Коэффициент сопротивления качению = 0,0005 (ниже, чем у железнодорожного колеса, имеющего коническую поверхность опирания, в 1,5-2 раза). Пробег — до 1 млн. км. Стальное колесо для СТЮ дешевле резинового и в 5-10 раз долговечнее.

Транспортный модуль (юнилёт) представляет собой разновидность автомобиля, установленного на стальных колесах. Как и автомобиль, может иметь привод от дизеля, бензинового двигателя, турбины, либо может иметь комбинированный привод. При необходимости двигатель может работать на экологически чистом источнике энергии: природном газе, водороде, спирте, сжатом воздухе, маховичном накопителе энергии, солнечной, ветровой и др. энергии. Кроме того, СТЮ может быть электрифицирована с использованием внешнего источника электрической энергии, либо может быть использован автономный источник энергии — установленные на борту юнилёта аккумуляторы, накопители энергии конденсаторного типа, топливные батареи и др.

Высокоскоростной юнилёт имеет уникальную форму, обладающую самым низким коэффициентом аэродинамического сопротивления среди всех известных транспортных средств ($C_x = 0,07-0,10$, что лучше, чем у современного спортивного автомобиля в 3-4 раза; эти результаты получены путем многократных продувок в аэродинамической трубе). Юнилёт — самое экономичное транспортное средство из всех известных. Сверхэкономичность особенно проявляется при невысоких, например, традиционных для автомобильного транспорта скоростях движения — 100 км/ч. При установившемся движении на горизонтальном участке пути 50-местному юнилёту весом 10 т при такой скорости необходима мощность двигателя в 9 кВт (из них — 6,6 кВт на аэродинамическое сопротивление, 1,5 кВт — на сопротивление качению стального двухребордного колеса по стальному рельсу, 0,9 кВт — потери в трансмиссии). При этом расход топлива на 100 км пути составит 2 л (или 0,04 л/100 пас.км, или 0,4 л/1000 пасс.км; лучшие легковые автомобили расходуют в 20-30 раз больше горючего — 1,0-1,5 л/100 пасс.км).

При необходимости на путевую структуру СТЮ по требованию заказчика может быть установлен практически любой известный легковой или грузовой автомобиль, микроавтобус или автобус.

Инфраструктура. Включает на рельсе-струне, смонтированном в асфальт станции, вокзалы, погрузочные и разгрузочные терминалы, гаражи, заправочные станции. Благодаря подъему путевой структуры на второй уровень расширяются возможности по устройству станций и терминалов.

Благодаря более благоприятным режимам эксплуатации рельсового автомобиля, уменьшается потребность в гаражах и заправочных станциях в сравнении с традиционным автотранспортом. Компактность юнилёта позволяет уменьшить размер и, соответственно, стоимость вокзалов, станций и длину перрона в 5-10 раз в сравнении с железнодорожными.

Проектные решения. Путевая структура и опоры СТЮ спроектированы как транспортная эстакада в соответствии с требованиями российских нормативов (СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы»), основных положений мостовых норм США и стран ЕС. Основные характеристики СТЮ представлены в табл. 4.9.

Таблица 4.9
Основные характеристики СТЮ

Характеристика	Единица измерения	Кол-во.
Пропускная способность:		
– однопутная трасса:		
пассажирская	млн. пас./год	до 10
грузовая	млн. т/год	до 2
– двухпутная трасса:		
пассажирская	млн. пас./год	до 50
грузовая	млн. т/год	до 20
Минимальный радиус кривых	м	20
Расход топлива (при уклоне затяжных подъемов до 20 % и скорости 100 км/ч):		
пассажирские перевозки	л/100 пас. км	0,04...0,08
грузовые перевозки	л/100 ткм	0,1...0,2
Себестоимость перевозок:		
пассажирские перевозки	долл. США/100 пас. км	0,3...0,8
грузовые перевозки	долл. США /100 ткм	0,5...0,8
5. Себестоимость строительства усредненной двухпутной среднескоростной трассы (без инфраструктуры)*		
на равнине	тыс. долл. США/км	400...500
на слабопересеченной местности	тыс. долл. США/км	500...600
на сильнопересеченной местности	тыс. долл. США/км	600...700
в горах	тыс. долл. США/км	700...900

* – для сравнения: стоимость высокоскоростной железной дороги – 10-20 млн. долл. США/км, монорельсовой дороги – 5-15 млн. долл. США/км, поезда на магнитном подвесе – 20-50 млн. долл. США/км, метро – 50-100 млн. долл. США/км, обычной железной дороги – 1-2 млн. долл. США/км, современной многополосной автомагистрали (автобана) – 5-10 млн. долл. США/км, канатной дороги – 0,5-1,5 млн. долл. США/км.

При малых объемах перевозок (до 200 тыс. пасс./год и 200 тыс. т/год)

могут быть использованы облегченный подвижной состав (с нагрузкой на колесо до 1 т) и облегченная путевая структура, что снизит стоимость СТЮ в 1,5-2 раза.

Эксплуатация СТЮ. Благодаря более низким контактным напряжениям в паре «колесо-рельс» (50-60 кгс/мм² против 100-120 кгс/мм² на железной дороге), износ головки рельса будет менее интенсивным, чем на железнодорожном транспорте. Толщину головки рельса закладывают на весь срок службы СТЮ (50-100 лет) – например, для обеспечения объема перевозок 500 млн. т достаточно толщины головки в 20...25 мм.

Трассы являются всепогодными. Не требуют в зимнее время при отрицательной температуре воздуха очистки от снега и льда, если высота опор превышает высоту снежного покрова.

Эксплуатационные издержки по трассе сводятся лишь к периодической защите металлоконструкций от коррозии (раз в 10-20 лет). При изготовлении корпуса рельса-струны из нержавеющей стали, а опор – из железобетона, эксплуатационные издержки по дороге будут заключаться в сезонном осмотре конструкции (для выявления строительных дефектов).

Апробация. Технология строительства путевой структуры и опор, а также основные узлы и элементы СТЮ в 2001-2004 гг. прошли успешную апробацию на однопутном испытательном стенде, построенном в России (г.Озёры Московской области). Основные характеристики стенда: протяженность – 150 м, суммарное натяжение струн – 450 тс (при +20°С), высота опор – до 15 м, максимальный пролет – 48 м, максимальная масса подвижной нагрузки – 12 т, относительная жесткость наибольшего пролета под нагрузкой – 1/1500, металлоемкость путевой структуры – 120 кг/м, уклон трассы – 100 ‰. В зимнее время модифицированный грузовой автомобиль ЗИЛ-131 (рис. 4.9), установленный на стальные колеса, отвечающие стандартам СТЮ, уверенно идет на подъем при толщине льда 50 мм (лед намораживали специально, т.к. он не удерживается на рельсе и после первого же прохода колеса разрушается и сбрасывается им с рельса). На стенде испытывались:

- различные струны (витые канаты диаметром 27 мм из проволоки диаметром 3 мм и диаметром 15,2 мм из проволоки диаметром 5 мм);
- анкеровка струн;
- релаксация предварительно напряженных струн (релаксация каната К-7 диаметром 15,2 мм, расчетные напряжения в котором составляют 10400 кгс/см², в течение 3-х лет не зафиксирована);
- свайные буро-инъекционные и плитные фундаменты промежуточных и анкерных опор;
- специальный высокопрочный бетон для рельса-струны;
- двухребордное стальное колесо, задемпфированное резиновой прослойкой между ободом и ступицей (показало надежность и устойчивость

движения — за 3 года эксплуатации не произошло ни одного касания ребордой головки рельса, так как штатный режим движения обеспечивает тороидальная опорная поверхность колеса);

— сцепление колеса с рельсом (минимальный коэффициент трения в паре «колесо-рельс» во время дождя и оледенения — 0,15-0,20, что позволяет проектировать высокоскоростные трассы СТЮ с затяжными уклонами до 150-200 %);

— правильность расчетов прочности и жесткости опор, путевой структуры и струн под воздействием нагрузок от подвижного состава, сезонного изменения температур, ветра, оледенения и др.



Рис. 4.9. Однопутный испытательный стенд, построенный в России (г.Озеры Московской области).

Таким образом, сегодня имеются все возможности для проектирования и строительства недорогих, надежных, долговечных, быстровозводимых и быстро окупаемых струнных дорог.