



## Нанотехнологии в СТЮ

Струнный транспорт Юницкого (СТЮ) — транспортная система «второго уровня», в которой путевая структура поднята над землёй на опоры. Ближайшие аналоги: монорельс, поезд на магнитном подвесе, высокоскоростные железные дороги в эстакадном исполнении. Предварительно напряжённая рельсо-струнная путевая структура СТЮ в 5—10 и более раз менее материалоемка традиционных балочных пролётных строений, поэтому во столько же раз СТЮ дешевле аналогов.

Дальнейшее совершенствование СТЮ возможно только за счёт нанотехнологий, так как макротехнологии себя уже исчерпали, достигнув пределов своих возможностей.

### 1. Рельсо-струнная путевая структура и опоры

#### Струна

Несущим элементом в путевой структуре является струна, предварительно натянутая до усилий от несколько десятков до нескольких сотен тонн. Требуемый срок службы струны — более 100 лет. Струна подвержена воздействию температур (размах температур «зима — лето» — до 120 °С), она должна быть коррозионно стойкой, высокопрочной и не подверженной релаксации. В настоящее время разработчик ориентируется на использование в качестве элемента струны высокопрочной стальной оцинкованной проволоки диаметром 3, 4 или 5 мм и прочностью на разрыв около 20000 кгс/см<sup>2</sup>, выпускаемой отечественной промышленностью.

Переход на нанопроволоки, т.е. на монокристаллы, в кристаллической решётке которых практически отсутствуют дефекты (дислокации), в несколько раз повысит прочность, долговечность и надёжность струны. А уменьшение поперечного размера струны приведёт к уменьшению паразитных колебаний температурных усилий (при перепаде температур 120 °С размах температурных усилий в одном рельсо-струне может достигать 100 тонн) и позволит минимизировать размеры рельса-струны, значительно снизив его стоимость.

#### Заполнитель рельса-струны

Важной составляющей рельса-струны является заполнитель, омоноличивающий между собой полый рельс и находящуюся внутри этой полости струну, через каждые 2–3 механически скрепленную с корпусом. Заполнитель подвержен воздействию температур (перепад до 120 °С), растягивающим и сжимающим напряжениям и ударным нагрузкам при каждом проезде колеса. Материал заполнителя должен быть жёстким, что обеспечит повышение изгибной



жёсткости рельса при качении колеса. Это повысит ровность пути и комфортность высокоскоростного движения. При этом на стадии строительства заполнитель должен быть текучим, чтобы можно было инъецировать его под давлением в полость рельса и прокачивать его на расстояние в несколько сотен метров, а то и километров.

Наиболее целесообразно использовать заполнитель на основе цементного связующего, но с добавками наночастиц различных веществ: пластификаторов, ингибиторов коррозии и отвердителей. Кроме того, добавление в цементный раствор рубленых (коротких) нанопроволок увеличит прочность, жёсткость, трещиностойкость и морозоустойчивость заполнителя, увеличив долговечность рельса-струны до требуемых 100 лет.

### Головка рельса

Стальная головка рельса испытывает высокие динамические нагрузки и подвержена интенсивному износу и коррозии. Наноструктурирование рабочей поверхности головки рельса, в том числе алмазными наночастицами, не только в процессе изготовления, но и периодически во время эксплуатации, позволит обеспечить требуемый 100-летний срок службы головки рельса СТЮ. Рельс-струна является сложной и предварительно напряженной композиционной структурой, замена головки рельса в которой предполагает демонтаж всей конструкции «второго уровня», поэтому продление срока службы головки равносильно продлению срока службы всей транспортной системы, имеющей стоимость несколько миллионов долларов за один километр.

### Корпус рельса

Стальной корпус рельса испытывает значительные статические и динамические нагрузки и подвержен коррозии. Традиционные методы защиты от коррозии подобных конструкций достаточно дороги (20 USD/м<sup>2</sup> и более), а защитные покрытия — не долговечны, их срок службы не более 10 лет. Наноструктурирование наружной поверхности корпуса рельса, в том числе алмазными наночастицами, позволит обеспечить требуемый 100-летний срок службы рельса СТЮ. Рельс-струна является сложной и предварительно напряженной композиционной структурой, замена корпуса рельса в которой предполагает демонтаж всей конструкции «второго уровня», поэтому продление срока службы корпуса равносильно продлению срока службы всей транспортной системы, имеющей стоимость миллионы долларов за километр.

### Опоры

Опоры в СТЮ являются одним из наиболее важных конструктивных элементов, обеспечивающих безопасность, надёжность и долговечность транспортной



системы в целом. Опоры подвержены воздействию значительных статических и динамических нагрузок, мороза, грунтовых вод, осадков и др.

Традиционные материалы — обычный бетон, сталь — мало подходят для опор СТЮ. Необходимо использование суперкомпозитов на основе цемента с применением нанонаполнителей и наноармирующих волокон, что обеспечит требуемый 100-летний срок службы опор в любых природно-климатических условиях России — от болот, тундры и вечной мерзлоты Ямала до гор Кавказа.

## 2. Подвижной состав

### Аэродинамика юнибусов

Высокоскоростные рельсовые автомобили СТЮ на стальных колёсах, названные юнибусами, обладают уникальными аэродинамическими характеристиками, оптимизированными в результате многократных продувок в аэродинамической трубе. Это позволило снизить мощность аэродинамического сопротивления при высоких скоростях движения (360 км/час и более), например, в сравнении со спортивными автомобилями «Порше», в 4 раза. Если бы в юнибусе были обводы «Порше», то вместо 300 кВт мощности двигателя потребовалось бы 1200 кВт с соответствующими массо-габаритными характеристиками и расходом топлива. Из указанных 300 кВт мощности примерно 150 кВт расходуется на лобовое сопротивление и 150 кВт — на преодоление трения воздуха по поверхности корпуса. Выполнение поверхности корпуса юнибуса «скользящей», в виде наноповерхности (например, нановорсистой с нановолосками), позволило бы уменьшить мощность аэродинамического сопротивления примерно на 100 кВт. При 20-часовой работе высокоскоростного юнибуса в сутки за свой срок службы (20 лет) он экономит в этом случае более 4 млн. литров топлива стоимостью около 4 млн. USD. Если же, например, на скоростной трассе СТЮ «Москва — С.-Петербург» будет всего 250 таких юнибусов, то они сэкономят топлива на один миллиард USD. И это только на одной трассе.

### Конструктивное исполнение юнибусов

Для выполнения несущего каркаса, оболочки и остекления юнибуса необходимы нанокompозиты с определёнными свойствами. Это позволит повысить экономичность, надёжность, безопасность, экологичность и комфортность высокоскоростного сообщения. Например, на трассе СТЮ «Москва — С.-Петербург» — такими юнибусами, движущимися со скоростью 360 км/час, за два часа будет обеспечена комфортная доставка из центра в центр города как пассажиров, так и грузов.



### 3. Инфраструктура

#### Инфраструктурные здания и сооружения

Для инфраструктуры СТЮ — станций, вокзалов, грузовых терминалов, сервисных гаражей-парков, стрелочных переводов, автоматической системы управления транспортным комплексом «второго уровня» — необходимы наноматериалы и нанокompозиты как для несущих, так и для защитных конструкций.

#### Ограждающие и защитные конструкции

В инфраструктуре СТЮ, не только производственной и офисной, но и жилой, наиболее целесообразно использовать в качестве ограждающих и защитных конструкций зданий и сооружений вакуумное стекло, разработанное в ООО «СТЮ». Например, такое стекло толщиной 12—15 мм заменяет по теплоизоляционным характеристикам кирпичную стену толщиной 1,5—2 м. Но такое стекло должно быть саморегулируемым. Например, летом оно не должно пропускать в помещение тепловой спектр внешнего излучения, а зимой, наоборот, не выпускать тепло из помещения, но впускать весь спектр солнечного излучения вовнутрь. Это, например, позволило бы отапливать помещения зимой только с помощью солнечного света. Такие характеристики достигаются нанесением на поверхность стекла соответствующих плёнок из наночастиц.

#### Электропитание

Для юнибусов необходимы электрические аккумуляторы большой ёмкости. Это позволило бы отказаться от дорогостоящей и ненадёжной контактной сети. Аккумуляторы, пластины которых покрыты наночастицами, способны обеспечить быструю зарядку (порядка 1 мин.) и имеют значительно повышенную электрическую ёмкость.

#### Контактная сеть

Контактная сеть СТЮ — особая, она так же «струнная», т.к. имеет предварительно напряжённую несущую нить. При этом должен быть обеспечен качественный электрический контакт при скоростях движения 100 м/с и более без интенсивного износа медной шины. Если эту шину выполнить из нанофазной меди, в 10 раз более прочной, чем обычная, то контактная сеть прослужит столько же, что и система СТЮ — не менее 100 лет.

Генеральный конструктор  
ООО «СТЮ»

А.Э. Юницкий

г. Москва, 04.06.2009 г.

d17\_001\_ru