

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

СТРУННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

“АДЛЕР – КРАСНАЯ ПОЛЯНА”



Гомель 1998

Автор: А.Э.Юницкий



А.Э.Юницкий - генеральный конструктор Исследовательского центра “Юнитран”. Автор более 80 изобретений, в том числе и принципиальной схемы СТС, 22 из которых использованы в строительстве, машиностроении, электронной и химической промышленности, научных исследованиях в Республике Беларусь, Российской Федерации и других странах СНГ.

© А.Э.Юницкий, 1998

© Компьютерный набор и оформление - Д.А.Юницкий, 1998

Содержание

1. Принципиальная схема СТС	4
2. Линейная схема трассы	4
3. Путевая структура	6
3.1. Рельс-струна	6
3.2. Поддерживающий трос	7
3.3. Жёсткость путевой структуры	7
4. Опоры	9
5. Экипаж	11
6. Вокзалы и станции	12
7. Организация движения пассажиров	13
7.1. Посадка и высадка пассажиров	13
7.2. Движение по линии	13
7.3. Пропускная способность	14
7.4. Время в пути	15
8. Безопасность и надёжность	15
8.1. Безопасность на вокзале	15
8.2. Электробезопасность и электронадёжность транспортной линии	15
8.3. Безопасность движения на линии	16
8.4. Надёжность конструкции СТС и её функционирования	17
9. Эстетическое восприятие	17
10. Техничко-экономические показатели	18
11. Этапы реализации программы	23
Литература	24

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Струнная транспортная система “Адлер - Красная поляна”

1. Принципиальная схема СТС

Струнная транспортная система (СТС) представляет собой струнный рельсовый путь, по которому осуществляют движение электрические колесные экипажи. Отличительной особенностью пути являются струны, находящиеся в теле рельса и натянутые до суммарного усилия 250 тс на один рельс. Струны жестко прикреплены к анкерным опорам, установленным через 500...2000 м, а путевая структура поддерживается промежуточными опорами, размещенными через 25...100 м. Струны размещены в рельсе с прогибом около 5 см, увеличивающимся к середине пролета и уменьшающимся до нуля над опорами. Благодаря этому головка рельса, по которой движется колесо экипажа, в статическом состоянии не имеет прогибов и стыков по всей своей длине. Имея очень высокую ровность и жесткость путевой структуры, СТС позволяет достичь скоростей движения в 300 км/час и выше. Более подробно конструктивные, технологические и иные особенности СТС описаны в монографии [1].

2. Линейная схема трассы.

Линейная схема трассы показана на рис.1.

Оптимальное расстояние между промежуточными опорами - 50 м. При необходимости, на сложных участках, это расстояние может быть уменьшено до 25 м, или наоборот, увеличено до 100 м. При большей длине пролета (современные материалы обеспечивают длину пролета до 5000 м и выше) путевая структура должна поддерживаться с помощью вант или троса (по типу висячих мостов).

Учитывая, что СТС не критична к рельефу местности, трасса может быть проложена по кратчайшему пути - по прямой линии. При необходимости путевая структура может иметь кривизну как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Из соображений комфортности движения (перегрузки на кривых не должны ощущаться пассажирами), радиусы кривизны трассы должны превышать 10000 м. На горных участках угол подъема трассы может достигать 45°, поэтому на всем своем протяжении она может быть выполнена без выемок и тоннелей, т.е. с минимальным объемом земляных работ. Это обеспечивается особой конструкцией ходовой части экипажей и путевой структуры.

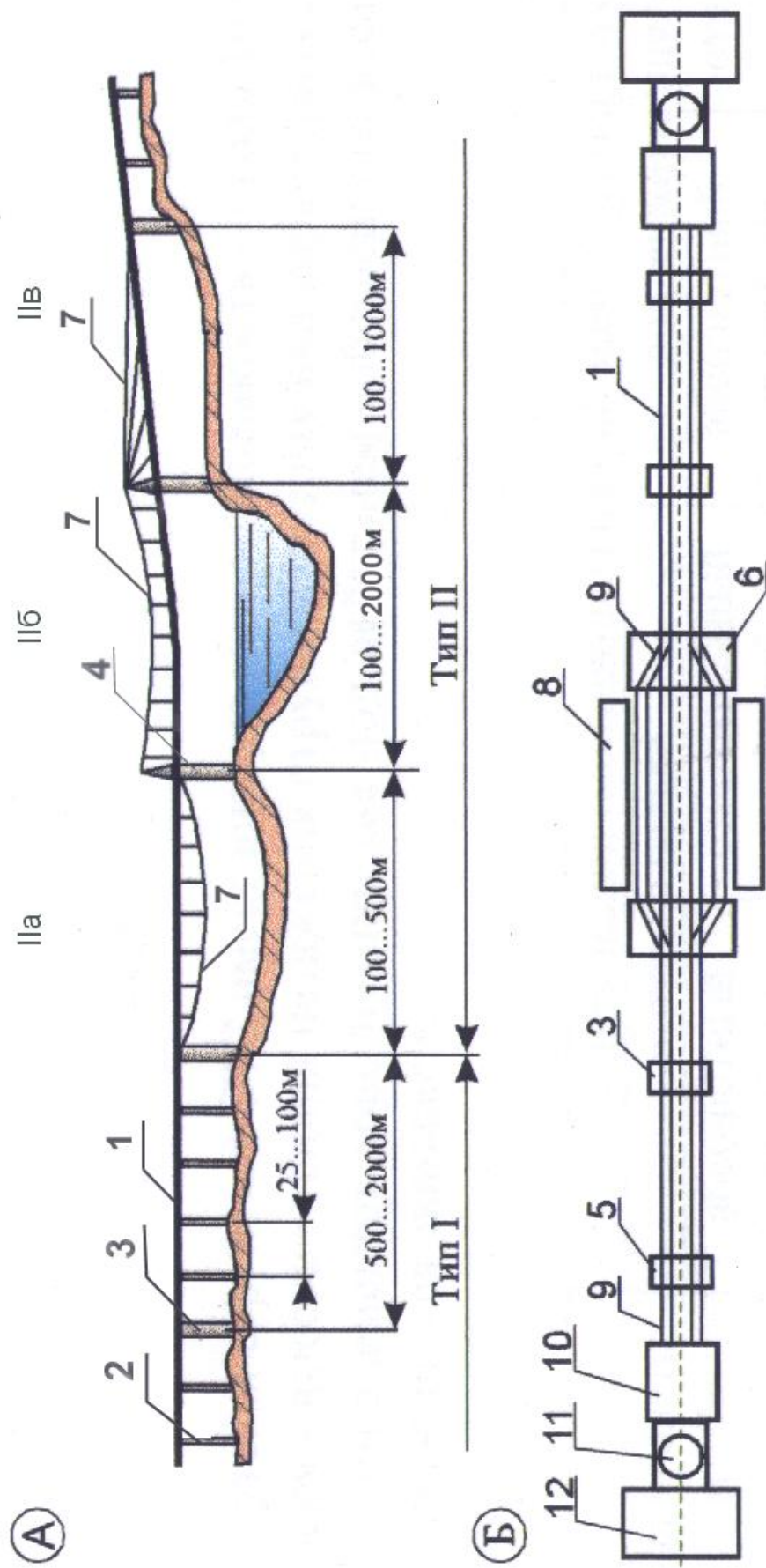


Рис. 1. Линейная схема трассы:

А – вид сбоку; Б – вид сверху; 1 – двухпутная путевая структура; 2 – поддерживающая опора; 3, 4, 5, 6 – анкерные опоры, соответственно: промежуточная, пилон, конечная, со стрелочным переводом; 7 – поддерживающий канат; 8 – промежуточная станция; 9 – участок трассы, выполненный из обычных рельсов (типа железнодорожных); 10 – конечной вокзал; 11 – поворотный круг; 12 – дело.

3. Путьевая структура

В зависимости от длины пролета путьевая структура СТС подразделяется на два характерных типа (рис. 1):

I - обычной конструкции (пролет до 100 м);

II - с дополнительной поддерживающей тросовой конструкцией (пролет более 100 м) с размещением троса: а) снизу; б) сверху - с параболическим прогибом; в) сверху - в виде вант.

3.1. Рельс-струна

Конструкция рельса-струны представлена на рис. 2.

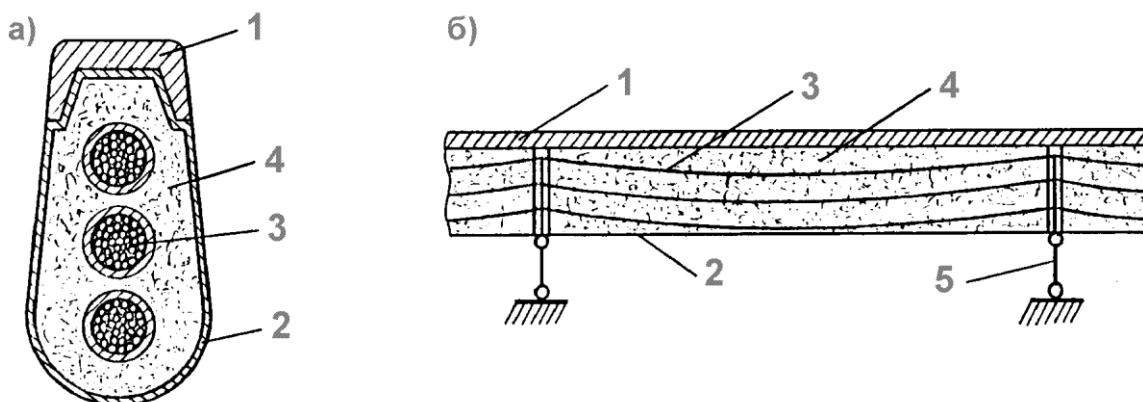


Рис.2. Конструкция рельса-струны:

а) поперечный разрез; б) продольный разрез; 1 - головка; 2 - корпус; 3 - струна; 4 - специальный наполнитель; 5 - поддерживающая опора.

Головка каждого рельса является токонесущей и электроизолирована от поддерживающей конструкции, опор и другого рельса. Каждый рельс имеет три струны, которые набраны из стальных проволок диаметром 1...3 мм и натянуты до суммарного усилия 250 тс для одного рельса или соответственно - 500 тс для путьевой структуры и 1000 тс для двухпутной трассы. В промежутке между опорами проволоки в струне размещены в защитной оболочке и не связаны друг с другом. Жесткое крепление струн осуществляется в анкерных опорах.

Более подробно конструкция рельса описана в приложении [1].

Разработана сборно-разборная конструкция рельса-струны, отличающаяся низкой материалоемкостью и высокой технологичностью изготовления и монтажа.

3.2. Поддерживающий трос

Поддерживающий трос, как и струна в рельсе, набран из проволок, изготовленных из высокопрочной стали. Проволоки помещены в защитный кожух, имеющий гидроизоляцию. Свободный объем троса заполнен антикоррозионным наполнителем. Чем длиннее пролет, тем больше диаметр троса. Например, трос диаметром 100мм, благодаря низкой материалоемкости путевой структуры и малого ее веса, обеспечит поддержание пролета СТС длиной в 1000...1500 метров.

3.3. Жесткость путевой структуры

Путевая структура СТС имеет низкую материалоемкость - около 100 кг/м, и в то же время - высокие усилия натяжения струн. Поэтому она характеризуется малыми прогибами элементов конструкции как под действием собственного веса, так и движущихся экипажей (см. табл.1).

Таблица 1

Прогибы конструкции СТС под действием собственного веса

Длина пролета, м	Статический (монтажный) прогиб элемента конструкции			
	струны в рельсе		поддерживающего каната	
	Абсолютный прогиб, см	Относительный прогиб	Абсолютный прогиб, м	Относительный прогиб
25	1,6	1/1600	-	-
50	6,3	1/800	-	-
75	14,1	1/530	-	-
100	25	1/400	0,25	1/400
250	-	-	1,56	1/160
500	-	-	6,25	1/80
750	-	-	14,1	1/53
1000	-	-	25	1/40

Прогибы, показанные в табл.1, характеризуют строительную высоту пролетов СТС, их ажурность и эстетическое восприятие. В любом случае конструкция СТС будет значительно ажурнее мостовых сооружений, путепроводов, виадуков и других подобных сооружений на автомобильных и железных дорогах, а также балок монорельсовых дорог.

Струны будут иметь монтажный прогиб, скрытый внутри рельса. Так, при пролете 25...50 м относительный прогиб струны по отношению к длине пролета составит 1/1600...1/800, а абсолютный - 1,6...6,3 см. Такой прогиб легко размещается внутри рельса специальной конструкции, имеющего высоту 20...25 см.

В любом случае, описанные прогибы являются строительными и не влияют на ровность головки рельса, которая в ненагруженном состоянии является очень прямолинейной. Криволинейность пути в вертикальной плоскости появится при движении подвижной нагрузки, а в горизонтальной плоскости - под действием ветра как на конструкцию СТС, так и на движущиеся экипажи. Максимальные статические прогибы под действием веса неподвижного экипажа (2500 кгс), размещенного в середине пролета, будут в пределах: $1/800$ для рельса и $1/2400$ - для пролета с поддерживающим тросом. Динамические прогибы конструкции при скоростях движения экипажа свыше 200 км/час будут значительно ниже указанных значений. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что СТС является более жесткой конструкцией (по отношению к подвижному составу), чем рельсовый железнодорожный путь, мосты и путепроводы на железных и автомобильных дорогах, относительный прогиб которых под действием расчетных нагрузок выше.

Изменение температурных деформаций рельса-струны компенсируется изменением температурных напряжений и, вследствие этого, изменением относительного прогиба пролета при неизменном расстоянии между опорами, что не оказывает существенного влияния на ровность рельса-струны. Струна при этом, не будет иметь деформационных швов по длине, а ее поведение при изменении температуры аналогично поведению телефонного провода или провода линии электропередач, которые также как и струны в рельсе подвешены к опорам с прогибом и тянутся без стыков на многие километры. Изменение температуры от -50 град. С (зимой) до $+50$ град. С (летом) приведет к изменению относительного прогиба пролета в пределах $1/10000$, что практически не отразится на ровности пути. При этом напряжения растяжения в струне увеличатся зимой примерно на 500 кгс/кв. см, а летом, наоборот, - уменьшатся на те же 500 кгс/кв. см.

Учитывая низкую парусность конструкции СТС и экипажей, относительный прогиб путевой структуры СТС под действием бокового ветра, имеющего скорость 100 км/час, составит величину $1/10000 \dots 1/4000$, что не отразится на функционировании транспортной линии.

На ровность пути будет также влиять образование льда на поверхности элементов конструкции СТС. Однако, учитывая их малые поперечные размеры, обтекаемость, наличие высокочастотных и низкочастотных колебаний и др. факторов, затрудняющих образование наледи, ее можно вообще избежать. В наиболее опасные зимние периоды времени по трассе периодически будут проходить специальные модули, оснащенные, например, газотурбинными двигателями, которые горячей

струей воздуха будут растапливать и сдувать образовавшуюся пленку льда.

4. Опоры

Несущая конструкция опор подразделяется на два характерных типа (рис. 3):

а) анкерные опоры, которые воспринимают горизонтальные усилия от струнных и тросовых элементов СТС;

б) поддерживающие опоры, воспринимающие только вертикальную нагрузку от веса путевой структуры СТС.

Анкерные опоры, в зависимости от рельефа местности, будут размещены с шагом 0,5...2 км (оптимальное расстояние между ними 1 км). Максимальные горизонтальные нагрузки испытывают только концевые анкерные опоры: 1000 тс для двухпутной и 500 тс для однопутной трассы. Промежуточные анкерные опоры (они составляют 96% от всего количества анкерных опор) не испытывают значительных горизонтальных нагрузок в процессе эксплуатации трассы, т.к. усилия, действующие на опору с одной и другой стороны, уравниваются друг друга. Поддерживающие опоры, в зависимости от рельефа местности, будут установлены с шагом 25...100 м (оптимальное расстояние между ними 50 м). Минимальная вертикальная нагрузка на опору (с учетом подвижной нагрузки) 10 тс (пролет 25 м), максимальная - 25 тс (пролет 100 метров).

Высота опор будет зависеть от рельефа местности и схемы прокладки продольного профиля трассы. Практически при любом рельефе можно проложить трассу с распределением высот опор, приведенных в табл. 2, что дает среднюю их высоту в 25 м.

Таблица 2

Определение средней высоты опор

Высота опоры, м	Доля опор в общем количестве, %
5	5
10	10
20	50
30	20
40	8
50	5
100	2
Итого: средняя высота опор - 25 м	100

Более подробно опоры описаны в монографии [1].

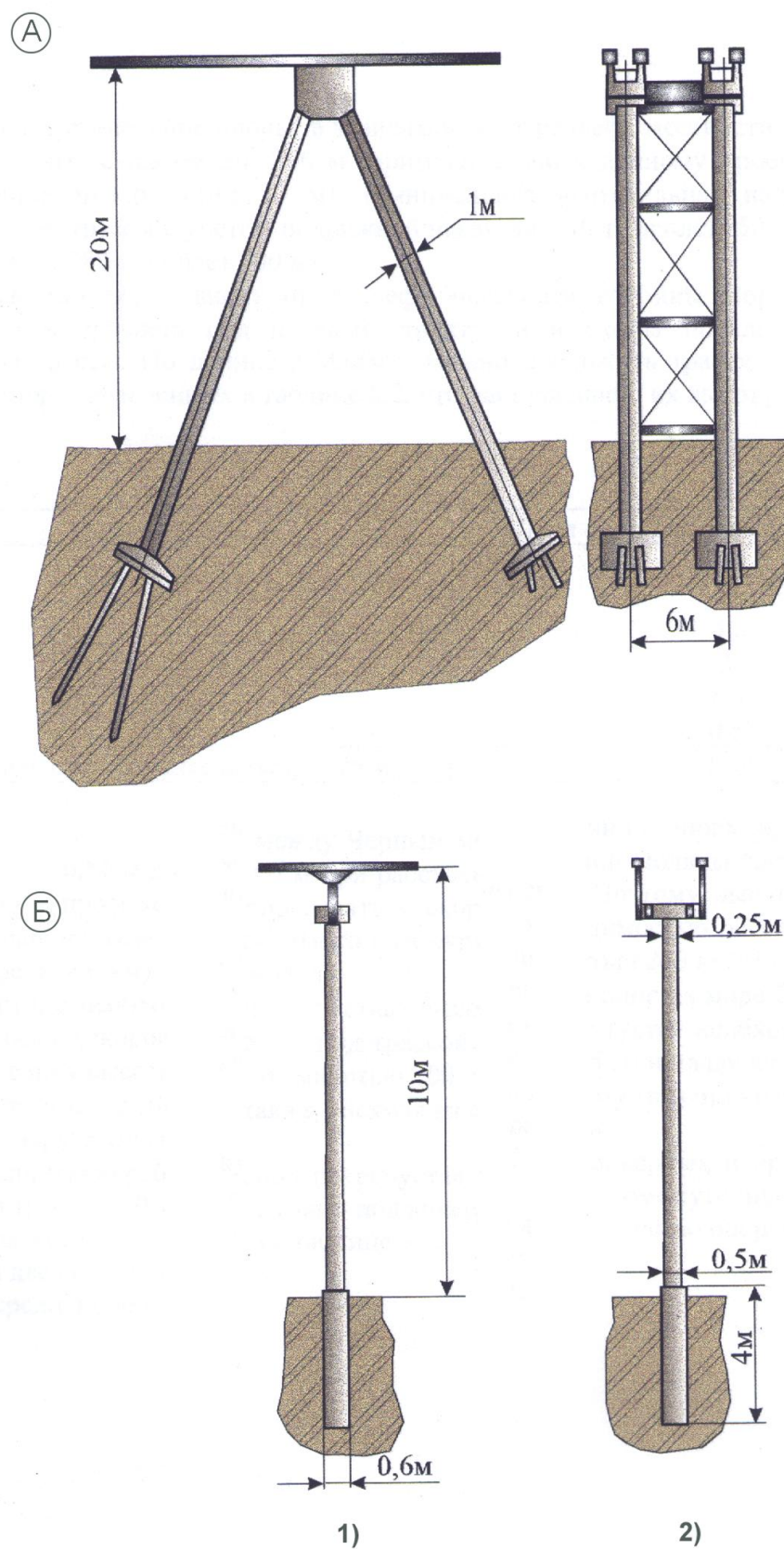


Рис. 3. Конструкция опор:

А - анкерная опора двухпутной трассы СТС; Б - промежуточная опора малой высоты однопутной СТС; 1) вид сбоку; 2) поперечный разрез.

Поддерживающие опоры испытывают невысокие вертикальные, поперечные и продольные нагрузки (продольные усилия, возникающие, например, при торможении экипажей, передаются через рельс-струну на анкерную опору). Поэтому опоры характеризуются малыми поперечными размерами, небольшим фундаментом и, соответственно, - займут небольшие участки земли и потребуют невысоких объёмов земляных работ. Это очень важно, так как приобретение земли под строительство всегда затрагивает чьи-либо имущественные права и является достаточно серьёзной проблемой. Над особо ценными землями трасса СТС может пройти одним пролётом (длиной до 2000 м и более) на высоте 50...100 м и не потребует землеотвода. Поскольку СТС является “прозрачной” конструкцией (почти не будет давать тени), будет экологически чистой и характеризуется низким уровнем шума, она может проходить над жилыми застройками, заповедниками, заказниками и т.п.

Разработаны конструкции унифицированных сборно-разборных опор СТС: низких (5...15 м), средних (15...25 м), высоких (25...50 м) и сверхвысоких (50...100 м), которые отличаются низкой материалоемкостью и высокой технологичностью изготовления и монтажа.

5. Экипаж

Вместимость экипажа (в часы пик) 10 человек или 1500 кг груза, мощность двигателя - 100 кВт. Это позволит достигать скорости движения 200...300 км/час, а на спусках - до 400 км/час. Запитка электрической энергией осуществляется через колеса, которые контактируют с токонесущими головками рельса (левой и правой). Наиболее целесообразно привод выполнить в виде двух мотор-колес мощностью 50 кВт каждый. Определена идеальная форма корпуса экипажа, имеющая коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x=0,075$ (этот результат получен при продувке модели в аэродинамической трубе), что позволит свести аэродинамические потери и шум при высоких скоростях движения к минимуму.

Экипаж рассчитан на работу по принципу такси - без остановок от станции посадки до станции назначения. Он не имеет водителя и управляется бортовым компьютером, который в свою очередь управляется и контролируется линейными и центральными компьютерами.

Более подробно экипаж описан в монографии [1].

6. Вокзалы и станции

Вокзалы будут иметь кольцевую форму с подвижным (вращающимся) перроном (рис. 4) или полом. Диаметр вокзала - около 60 м.

Промежуточные станции со значительным пассажиропотоком имеют стрелочные переводы и навесы, что позволяет организовать движение экипажей на них независимо от расписания движения по трассе (рис.1). Станции, где количество пассажиров невелико, выполнены в виде открытых площадок (платформ) на трассе. Посадка (высадка) пассажиров на них осуществляется торможением одиночных экипажей, имеющих неполную загрузку.

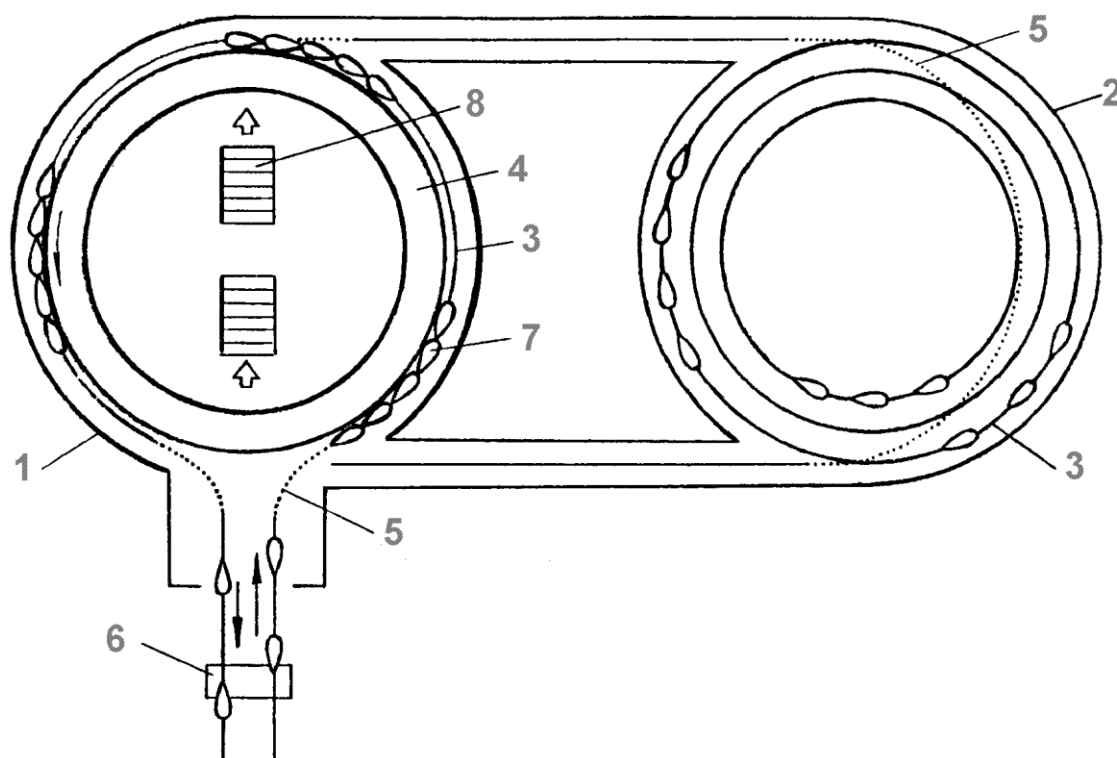


Рис. 4. Вокзал:

1 - здание вокзала; 2 - здание депо; 3 - кольцевой путь; 4 - кольцевой подвижный перрон; 5 - стрелочный перевод; 6 - концевая анкерная опора; 7 - экипаж; 8 - вход (выход) в вокзал.

7. Организация движения пассажиров

7.1. Посадка и высадка пассажиров

Войдя в зал вокзала, пассажир обращает внимание на светящиеся табло, которые сопровождают каждый экипаж (табло находятся на экипаже, либо на стене зала в виде движущейся строки), на которых высвечивается название станции назначения, например, “конечная”. Не найдя нужной станции назначения пассажир может сесть в свободный экипаж и нажать кнопку "конечная" на пульте управления (внутри экипажа). При скорости движения подвижного перрона 0,5 м/с (с “пристыкованным” к нему экипажем) и диаметре кольцевого пути 50 метров у пассажиров будет 0,5...2,5 мин. времени на посадку. После закрывания салона (автоматически или вручную) экипаж “отстыковывается” от подвижного перрона и переключением стрелочного перевода выводится на линию. Если по каким-либо причинам салон не был закрыт, либо в экипаж никто не сел, он возвращается на второй круг. Аналогично, только в обратной последовательности, осуществляется высадка пассажиров на станции назначения. В общем виде эта схема напоминает схему получения багажа на кольцевых транспортерах современных аэропортов. Некоторые экипажи, при необходимости, направляются в гараж-мастерскую, находящуюся в отдельном здании, либо на другом этаже вокзала.

7.2. Движение по линии

На трассе экипажи группируются с помощью электронной сцепки в эшелоны по 5 экипажей в каждом на расстоянии 100 м друг от друга. На всем пути следования система управления, подобно водителям автомобилей в транспортном потоке, поддерживает одинаковой скорость в группе экипажей и расстояние между ними. Для обеспечения пассажиропотока в 1000 пас./час с вокзала каждые 3 минуты должен выходить один эшелон из 5 экипажей. При среднеходовой скорости движения 200км/час среднее расстояние между эшелонами на трассе составит 10 км. Этого расстояния достаточно для выполнения маневров по посадке (высадке) пассажиров на промежуточных станциях. Подвижной состав будет формироваться как на станции посадки, так и путем присоединения к нему экипажей с промежуточных станций (спереди или сзади). Поэтому система управления будет не только выпускать экипаж на линию, но и регулировать нахождение подвижного состава на ней, согласовывая таким образом их “стыковку” во времени.

Для этих целей некоторые станции на выпускающих участках могут иметь специальные накопители. Скорость подвижного состава будет регулироваться от 100 км/час (на крутых подъемах) до 300 км/час на горизонтальных участках и пологих спусках. Управление движением осуществляется с помощью линейных и центрального компьютеров, в которые стекается информация о месте нахождения, скорости движения, станции назначения и состояния всех основных узлов (в первую очередь ходовой части и привода) каждого экипажа. Современные программы управления позволяют эффективно формировать транспортный поток при обеспечении стопроцентной безопасности, т.к. в управлении движением экипажей в СТС человек отсутствует.

Для управления экипажами на линии может, например, использоваться система, подобная разработанной в Японии для самоуправяемого автомобиля “Мицубиси”. В каждом экипаже совместно будут работать три бортовые системы: телевизионная, инфракрасная и ультразвуковая. Принимая и анализируя специальный сигнал от экипажа, идущего впереди, бортовой компьютер следующей позади машины устанавливает для себя подходящую скорость и расстояние между ними. Кроме этого экипажи будут обмениваться друг с другом, с линейной и центральной компьютерными системами информацией о месте нахождения, скорости движения, состоянии путевой структуры, опор, стрелочных переводов, наличии неровностей, дефектов пути и т.п. Бортовая компьютерная система будет собирать данные от встроенных чувствительных датчиков, теле- и инфракрасных камер, механических устройств, обрабатывать эти данные с помощью нескольких микрокомпьютеров. А затем посылать соответствующие команды в различные исполнительные механизмы. Исполнительные операции, связанные с манёврами, которые могут повлиять на движение транспортного потока на линии, автоматически согласовываются с линейной компьютерной системой, размещенной по трассе.

7.3. Пропускная способность

При формировании подвижного состава из десяти десятиместных экипажей, скорости движения 200 км/час, интервале движения составов 30 секунд, пропускная способность одной линии в час пик составит 12000 пасс./час, а трассы (двух разнонаправленных линий) - 24000 пасс./час.

7.4. Время в пути

Таблица 3

Время, затрачиваемое пассажиром на дорогу

№ п/п	Наименование транспортного процесса	Время, мин
1	Ожидание экипажа	1
2	Посадка пассажиров	1
3	Ожидание поездки	0,5
4	Включение экипажа в транспортный поток	0,5
5	Разгон до скорости 200 км/час	1
6	Движение по трассе	14
7	Торможение экипажа	0,5
8	Въезд в вокзал	0,5
9	Высадка пассажиров	0,5
10	Непредвиденные затраты времени	0,5
Всего:		20

8. Безопасность и надежность

8.1. Безопасность на вокзале

Безопасность пассажиров обеспечивается за счет синхронизации скорости движения экипажа и подвижного кольцевого перрона, например, путем их механического скрепления друг с другом. Для обеспечения пассажиропотока в 2000 пасс./час скорость движения перрона должна быть 0,3 м/с, при этом полный оборот перрон сделает за 8,7 мин. (при его внешнем диаметре 50 м).

Электробезопасность обеспечивается за счет использования на вокзале и станциях безопасного электрического напряжения (12 или 24 Вольт), либо посредством задействования аккумуляторов экипажей, либо запиткой кольцевого рельсового пути электрическим током с вышеуказанным напряжением.

8.2. Электробезопасность и электронадежность транспортной линии

Электробезопасность обеспечивается относительно невысоким электрическим напряжением, используемым на линии (в пределах 600 Вольт), электроизоляцией токонесущих головок рельсов друг от друга и опор, а также благодаря неэлектропроводному корпусу экипажа, изготовленному из композиционных материалов. Поэтому даже в результате схода экипажа с рельсового пути не произойдет короткого замыкания между головками рельсов.

При пассажиропотоке 1000 пасс./час на линии одновременно будет

находится 20 экипажей, имеющих суммарную мощность двигателей 2000 кВт. Поэтому не потребуются дополнительные линии электропередач и электростанции для запитки СТС и ее инфраструктуры в горах, т.к. головки рельсов обеспечат передачу электрической мощности в 5000 кВт. СТС может быть подключена непосредственно к городской электрической сети.

8.3. Безопасность движения на линии

Безопасность движения обеспечивается безотказностью функционирования всех систем, задействованных в обеспечении штатного режима движения экипажей: программных средств управления, надежности электронных систем, линий связи и контрольно-измерительной аппаратуры, исполнительных механизмов стрелочных переводов и систем управления приводом и тормозной системой экипажей, надежностью механических элементов путевой структуры, опор СТС и т.п. О том, что может быть обеспечена стопроцентная безопасность указанных транспортных процессов свидетельствует история эксплуатации скоростных железных дорог в мире. Например, более чем за двадцатилетний период эксплуатации скоростных железных дорог в Японии, по которым перевезено около 5 млрд. пассажиров, не произошло ни одного крушения, приведшего к человеческим жертвам.

В СТС будет предусмотрено 4 режима торможения экипажей: служебное (ускорение 1 м/с^2 , тормозной путь 3500 м), экстренное ($2,5 \text{ м/с}^2$, тормозной путь 1400 м), аварийное (10 м/с^2 , 350 м) и экстремальное (50 м/с^2 , 70 м). Аварийное и экстремальное торможение осуществляется с использованием всех тормозных систем, в том числе парашютов и электромагнитных тормозных систем, которыми снабжён каждый экипаж. При этом, одновременно со срабатыванием пиропатрона, который выбрасывает парашют, в пассажирском салоне срабатывают воздушные подушки безопасности, которые исключат смертельное травмирование пассажиров при указанных перегрузках (максимальные перегрузки будут примерно равны тем, которые испытывают пассажиры легкового автомобиля при ударе в неподвижное препятствие на скорости 25 км/час).

Для обеспечения безопасности пассажиров в случае обесточивания рельсового пути, каждый экипаж имеет аккумуляторную батарею и аварийно-стартовый двигатель, который доставит экипаж на сниженной скорости до одной из станций или площадок для аварийной остановки (на каждой анкерной опоре).

8.4. Надежность конструкции СТС и ее функционирования

Наиболее напряженными в СТС являются тросовые и струнные элементы рельсов и поддерживающих конструкций. Поскольку они находятся в антикоррозионной среде и защищены от внешних воздействий специальной оболочкой и механически прочным корпусом, срок их службы может составить сотни лет. Тем более, что подвижная нагрузка изменяет напряженно-деформированное состояние указанных элементов всего на 1% (см. [1], стр. 8), поэтому можно считать, что они находятся весь период эксплуатации в практически неизменном напряженном состоянии, что исключает накопление усталостных повреждений и в результате повышается срок службы и снижаются эксплуатационные расходы. Поскольку струнные элементы рассредоточены в разных местах, удаленных друг от друга (изолированные друг от друга проволоки в струнах левого и правого рельсов, прямой и обратной линии, верхней и нижней струн и др.), вероятность одновременного их обрыва во всех указанных элементах близка к нулю даже в случае катастроф, таких как землетрясение, военные действия и т.п. При частичном же обрыве несущих проволок, даже если их число составит 90%, не произойдет обрушения конструкций, чего, например, не скажешь о других типах строительных сооружений, таких как мосты, путепроводы, виадуки, современные каркасные здания и т.п.

Путевая структура СТС имеет очень высокую живучесть и в случае обрушения опор - например, из-за снежной лавины. Падение опоры, которая связана с путевой структурой с помощью специального отстегивающегося механизма, приведет лишь к увеличению пролета рельса-струны. Это не нарушит целостность пути, даже если будут разрушены все промежуточные опоры, размещенные между соседними анкерными опорами (двадцать опор подряд).

Результаты продувки корпуса экипажа СТС в аэродинамической трубе при скорости 250 км/час показали, что при самых неблагоприятных направлениях бокового ветра, имеющего скорость 100 км/час, возникают боковые опрокидывающие усилия в пределах 100 кгс. Это не отразится на функционировании транспортной системы и, тем более, не приведет к сходу экипажа с рельсов.

9. Эстетическое восприятие

Большинство людей проводит свое активное время в замкнутом и тесном пространстве. Из обычных видов транспорта, в силу их эргономики, видны лишь поверхность земли, проезжая часть дороги и т.д.

СТС даст человеку возможность наряду с комфортным решением основных функциональных задач - быстрой доставкой пассажира в горно-климатический курорт - решать эстетические функции. Большая площадь остекления, комфортные сидения, мягкий бархатный путь превратят обычную дорогу в наслаждение окружающей природой с высоты птичьего полета.

Эстетика ажурных конструкций пути, опор и станций хорошо впишется в ландшафт пересеченной местности без нарушения ее экологии и без разрушения даже мелких ее природных элементов.

10. Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели участка двухпутной трассы протяженностью 1 км представлены в табл. 4, а стоимость транспортной системы - в табл.5.

При определении стоимости конструкций использовались следующие укрупненные цены: металлоконструкции, в зависимости от сложности и марки используемой стали - 1500...2500 USD/т; конструкции из алюминия - 5000 USD/т; железобетонные конструкции - 500 USD/куб. м; бетонные конструкции - 250 USD/куб. м. Предусмотрено 10 промежуточных станций стоимостью 500 тыс. USD каждая. Стоимость вокзала и технологических помещений определялась из расчета - 3000 USD за кв.м. площади вокзала (общестроительные работы плюс инженерное и технологическое оборудование) и 1500 USD за кв.м. площади гаражей (мастерских).

Стоимость двухпутной трассы составит 1,1 млн. USD/км, а всей транспортной системы, с учетом инфраструктуры - 95 млн.USD.

Основные технико-экономические показатели представлены в табл.6, а затраты на перевозки по транспортной линии (себестоимость проезда одного пассажира и перевозки одной тонны груза) - в табл.7. При расчетах использовались следующие данные, не приведенные в таблицах: стоимость электроэнергии - 0,02 USD/кВтчас; время эксплуатации трассы - 16 часов в сутки для пассажирских перевозок и 6 часов в сутки - для грузовых. Окупаемость транспортной системы: на 70% за счет пассажирских перевозок и на 30% - за счет грузовых.

Себестоимость проезда пассажира при пассажиропотоке 20 тыс.пасс./сутки составит 0,81 USD, одной тонны груза (при 5000 тонн в сутки) - 2,23 USD. При этом транспортная система будет давать прибыль 6,4 млн.USD/год.

Таблица 4

Расход материалов и стоимость 1 км двухпутной трассы

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объем, куб.м.	
1. Рельс-струна, всего				330
В том числе:				
1.1. Головка	Сталь	60	-	120
1.2. Корпус	Алюминиевый лист	5	-	25
1.3. Струна	Стальная проволока	80	-	120
1.4. Заполнитель	Композит	-	40	20
1.5. Клеевая мастика	Композит	1	-	5
1.6. Защитная оболочка струны	Полимер	4	-	20
1.7. Гидроизоляция струны	Полимер	1	-	5
1.8. Прочее		-	-	15
2. Поперечные планки		-	-	20
3. Промежуточные опоры, всего		-	-	160
В том числе:				
3.1. Столбы	Железобетон		160	80
3.2. Перемычки, раскосы	Сталь	20	-	30
3.3. Верхнее строение опор	Сталь	10	-	20
3.4. Фундамент	Бетон	-	80	20
3.5. Прочее		-	-	10
4. Анкерные опоры, всего		-	-	60
В том числе:				
4.1. Тело опоры	Железобетон	-	60	30
4.2. Основание	Бетон	-	40	10
4.3. Металлоконструкции	Сталь	3	-	5
4.4. Анкерное крепление	Сталь	2	-	5
4.5. Прочее		-	-	10
5. Земляные работы		-	-	20
6. Система электрозапитки рельса		-	-	50
7. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры		-	-	10
8. Система контроля за движением транспортного потока		-	-	10
9. Система аварийного электропитания		-	-	10
10. Система управления движением транспортного потока		-	-	40
11. Промежуточные станции и площадки для аварийной остановки		-	-	100
12. Проектно-изыскательские работы		-	-	40
13. Стоимость отвода земли и ее				

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объем, куб.м.	
подготовки для строительства		-	-	20
14. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы		-	-	100
15. Опытный участок однопутной трассы		-	-	100
16. Прочие работы		-	-	10
17. Непредвиденные расходы		-	-	20
ВСЕГО:				1100

Таблица 5

Стоимость двухпутной транспортной линии

№ п/п	Наименование элементов трассы	Кол-во (объем работ)	Стоимость единицы объема работ, тыс.USD	Общая стоимость, млн.USD
1	Путевая структура	50 км	350	17,5
2	Опоры	50 км	220	11
3	Вокзалы	2 шт.	10000	20
4	Гараж-мастерская:			
	- нижний	1 шт.	7500	7,5
	- верхний (в горах)	1 шт.	2000	2
5	Земляные работы	50 км	20	1
6	Система электрозапитки рельса	50 км	50	2,5
7	Система контроля за состоянием путевой структуры	50 км	10	0,5
8	Система контроля за движением транспортного потока	50 км	10	0,5
9	Система аварийного электропитания	50 км	10	0,5
10	Система управления движением транспортного потока	50 км	40	2
11	Промежуточные станции и площадки для аварийной остановки	10 шт.	500	5
12	Проектно-изыскательские работы	50 км	40	2
13	Стоимость отвода земли и ее подготовки для строительства	50 км	20	1
14	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	-	-	5
15	Опытный (однопутный) участок трассы	5 км	1000	5
16	Другие элементы транспортной инфраструктуры трассы	-	-	5
17	Прочие работы	-	-	2
18	Непредвиденные расходы	-	-	5
ВСЕГО:				95

Таблица 6

Технико-экономические показатели трассы

Показатель	Величина
1. Характеристики транспортной линии	
1.1. Общая стоимость, млн. USD	95
1.2. Амортизационные отчисления, %	5
1.3. Коэффициент развития линии	1,02
1.4. Годовые эксплуатационные издержки и затраты по содержанию и текущему ремонту, тыс. USD/км	50
1.5. Срок окупаемости, лет	20
2. Характеристики экипажа	
2.1 Стоимость, тыс. USD:	
- пассажирский	50
- грузовой	20
2.2. Вместимость, чел.:	
- бизнес-класс	10
- первый класс	5
- класс "люкс"	1
2.3. Грузоподъемность, кг:	
- пассажирский	1000
- грузовой	2000
2.4. Масса транспортного модуля (нетто), кг	1500
2.5. Коэффициент использования на линии	0,5
2.6. Резерв парка подвижного состава, %	20
2.7. Среднеходовая скорость, км/час	200
2.8. Мощность двигателя, кВт	100
2.9. Годовой пробег одного экипажа, тыс. км:	
- пассажирский	465
- грузовой	155
2.10. Годовой объем перевозок одним транспортным модулем:	
- пассажиров, тыс. чел.	91,2
- грузов, тыс. тонн	6,08
2.11. Удельные энергозатраты на тягу:	
- пассажирский, кВт · час/пасс. · км	0,05
- грузовой, кВт · час/т · км	0,25
2.12. Амортизационные отчисления, %	10
2.13. Годовые эксплуатационные издержки, % от стоимости экипажа	10
2.14. Срок окупаемости, лет	10

Таблица 7

Затраты на перевозки по транспортной линии

Показатель	Объем перевозок (в одну сторону)			
	пассажирские, тыс. пасс./сутки		грузовые, тыс. т/сутки	
	20	50	1	5
1. Приведенные затраты:				
- USD/пасс.	0,81	0,46	-	-
- USD/тонну груза	-	-	6,17	2,23
В том числе:				
1.1. Издержки по транспортной линии, всего	0,58	0,23	4,93	0,99
в том числе:				
- амортизационные отчисления	0,23	0,09	1,95	0,39
- эксплуатационные издержки	0,12	0,05	1,03	0,21
- отчисления на прибыль	0,23	0,05	1,95	0,39
1.2. Издержки по подвижному составу, всего	0,23	0,23	1,24	1,24
в том числе:				
- амортизационные отчисления	0,06	0,06	0,33	0,33
- эксплуатационные издержки	0,06	0,06	0,33	0,33
- отчисления на прибыль	0,06	0,06	0,33	0,33
- стоимость электроэнергии	0,05	0,05	0,25	0,25
2. Количество экипажей, обслуживающих линию, шт.	160	400	120	600
3. Стоимость подвижного состава, млн. USD	8	20	2,4	12
4. Средний интервал между соседними экипажами в транспортном потоке (одиночные экипажи на одной линии):				
- во времени, сек	28,8	11,5	43,2	8,64
- в расстоянии, км	1,6	0,64	2,4	0,48

11. Этапы реализации программы

В первую очередь должен быть выполнен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (5 млн. USD) по подбору, оптимизации и привязке к рельефу местности и условиям эксплуатации конструкторских, технологических, инженерных и др. решений, ноу-хау, полученных в предыдущие 15 лет автором. Для этого разработана программа выполнения работ по транспортной линии и экипажу (по всем их элементам) с учетом заработной платы конструкторов и других работников, стоимости материалов и комплектующих, оборудования, затрат на привлечение сторонних специализированных организаций и др. Программа составлена для условий Республики Беларусь, но с помощью поправочных коэффициентов она может быть легко переработана для условий любой другой страны.

Для выполнения указанных работ необходимо создание специального конструкторского бюро. При наличии соответствующего финансирования и 40...60 конструкторов в СКБ работы могут быть выполнены в течение 2-х лет. Параллельно с НИОКР начнется проектирование опытного участка СТС протяженностью 5...10 километров.

Затем необходимо построить опытный участок трассы и опытный образец экипажа. При наличии соответствующего финансирования (5 млн. USD) эта работа может быть выполнена в течение 1-го года. Опытный участок может быть построен в той стране, где по мнению инвестора его инвестиции будут защищены, а по мнению автора, являющегося главным конструктором проекта, - будут соответствующим образом защищены интеллектуальная собственность и авторские права. Соответственно в той же стране должно быть создано специальное конструкторское бюро.

Одновременно со строительством опытного участка могут быть начаты проектно-изыскательские работы по трассе, а также по другим транспортным линиям, если за это время на их проектирование поступят заявки. Это позволит занять к 2001 году лидирующие позиции на мировом транспортном рынке в области сверхскоростных дорог.

Литература:

1. “Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе”./А.Э.Юницкий.- Гомель, 1995. - 337с.:ил.
2. Юницкий А.Э. Линейная транспортная система. Патент Российской Федерации № 2080268 МПК В61В 5/02, В61В 13/00 Е01В 25/22. Приоритет 08.04.94 г., зарегистрирован 27.05.97 г.
3. Юницкий А.Э. Транспортное средство для струнных транспортных систем (2 варианта). Патент Российской Федерации по заявке № 97500229/49(005129) от 18.10.96 г. МКПО 12-03. Патентообладатель Юницкий А.Э.
4. Юницкий А.Э. Рельс для струнных транспортных систем. Патент Российской Федерации по заявке № 97500230/49(005130) от 18.10.96 г. МКПО 12-03, 25-01. Патентообладатель Юницкий А.Э.
5. Юницкий А.Э. Транспортное средство для струнных транспортных систем. Патент Республики Беларусь по заявке № 960075 от 18.10.96 г. МКПО 12-03, 12-13. Патентообладатель Юницкий А.Э.
6. Юницкий А.Э. Рельс для струнных транспортных систем. Патент Республики Беларусь по заявке № 960076 от 18.10.96 г. МКПО 12-03, 25-01. Патентообладатель Юницкий А.Э.
7. Юницкий А.Э. Рельс для струнных транспортных систем. Патент Казахстана по заявке № 970007.3 от 22.10.96 г. МКПО 25-01. Патентообладатель Юницкий А.Э.
8. Юницкий А.Э. Транспортное средство для струнных транспортных систем. Патент Украины по заявке № 97040152 от 18.10.96 г. МПКО 25-01. Патентообладатель Юницкий А.Э.
9. Anatoly E. Yunitsky. Linear transport system. Letters patent Republic of South Africa № 95/2888, 07.04.1995. International classification B65G.