

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ
ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СТРУННАЯ
ТРАНСПОРТНАЯ МАГИСТРАЛЬ

"ГОРОД-КУРОРТ СОЧИ – АДЛЕР –
ГОРНО-КЛИМАТИЧЕСКИЙ КУРОРТ КРАСНАЯ ПОЛЯНА –
ЭНГЕЛЬМАНОВЫ ПОЛЯНЫ"



Москва 1999

Автор: А.Э.Юницкий



А.Э.Юницкий - президент Регионального общественного фонда содействия развитию линейной транспортной системы (Фонд “СТС Юницкого” и 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. Академик Русской Академии и Академии Нового Мышления. Вице-президент Академии Нового Мышления.

© А.Э.Юницкий, 1999

© Компьютерный набор и оформление - Д.А.Юницкий, 1999

Содержание

1. Введение	4
2. Струнная транспортная система	10
2.1. Принципиальная схема СТС	10
2.2. Линейная схема трассы	10
2.3. Путевая структура	12
2.3.1. Рельс-струна	14
2.3.2. Поддерживающий трос	15
2.3.3. Жёсткость путевой структуры	15
2.4. Опоры	17
2.5. Экипаж	21
2.6. Вокзалы, станции и грузовые терминалы	22
2.7. Организация движения пассажиров и грузов	23
2.7.1. Посадка и высадка пассажиров	23
2.7.2. Погрузка и разгрузка грузов	24
2.7.3. Движение по линии	24
2.7.4. Время в пути	25
2.7.5. Пропускная способность трассы	26
2.8. Безопасность и надёжность	27
2.8.1. Безопасность на вокзале	27
2.8.2. Электробезопасность и электронадёжность транспортной линии	27
2.8.3. Безопасность движения на линии	27
2.8.4. Надёжность конструкции СТС и её функционирования	28
2.8.5. Экологическая безопасность	29
2.9. Коммуникационная инфраструктура	31
2.9.1. Автономное энергообеспечение	31
2.9.2. Линейные города	33
2.10. Эстетическое восприятие и комфорт	33
2.11. Технология строительства	35
2.12. Техничко-экономические показатели	37
3. Техничко-экономическое сравнение СТС с другими вариантами высокоскоростной трассы	48
3.1. Общие сведения	48
3.2. Высокоскоростная железная дорога	50
3.3. Анализ возможности применения автотранспорта	51
3.4. Возможность применения транспортных систем на магнитном подвесе	52
4. Этапы реализации программы СТС	53
Литература	55

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Струнная транспортная магистраль

"Сочи - Адлер - Красная Поляна - Энгельмановы Поляны" (92 км)

1. Введение

Город-курорт Сочи – крупнейший курорт, наиболее значительный по масштабам и уникальный по природно-климатическим характеристикам регион на юге Российской Федерации, который протянулся на 145 км вдоль Черноморского побережья Кавказа. Его мировое географическое положение, уникальные природно-климатические факторы, развитая инфраструктура туризма и отдыха, всесторонний транспортный комплекс, интернациональные, культурные и спортивные традиции, многолетний опыт приёма большого контингента людей позволяет считать Сочи одним из крупнейших приморских бальнеоклиматических курортов мира и популярнейшим рекреационным центром России.

Сочи расположен почти на одинаковом расстоянии как от экватора, так и до северного полюса, на пересечении морских, воздушных, железнодорожных и автомобильных путей. Европа здесь смыкается с Азией и гостям Сочи несложно попасть к месту отдыха и лечения через Центральную Европу, страны Балтии, Средней Азии и Средиземноморья. Им не потребуется длительная акклиматизация и физиологическая адаптация из-за резкой смены временных поясов.

Координаты центра города 43°34' северной широты и 39°46' восточной долготы. На одной географической широте с Сочи находятся Варна (Болгария), Сараево (Босния), Флоренция (Италия), Ницца (Франция), Бильбао (Испания), Бостон (США), Торонто (Канада), Саппоро (Япония).

Мягкий субтропический климат, высокие и легкодоступные горы, пышная растительность, тёплое лазурное море в сочетании с широко развитой сетью отелей, пансионатов, возможностями безмедикаментозного лечения природными факторами поставили Сочи в число лучших курортов мира.

Сочи является одним из самых экологически чистых городов России, что является серьезным аргументом в его пользу как признанного центра бальнеотерапевтического укрепления здоровья людей.

Санаторно-курортное хозяйство является основной градообразующей отраслью Сочи, что определяет его место в

межтерриториальном разделении труда, как ведущего рекреационного центра России. Основным продуктом Сочи - здоровье человека.

В Сочи функционируют 220 различного уровня комфорта учреждений лечения и отдыха, отелей, туристических баз, общей вместимостью около 100 тыс. мест.

"Сердцем" курорта называют Мацесту – крупнейшее в стране бальнеофизиотерапевтическое объединение, лечебницу всемирно известных сероводородных вод, использующихся при заболеваниях сердца и сосудов, нервной системы, болезнях суставов и обмена веществ, гинекологических и кожных заболеваний. Помимо этих вод Сочи располагает большими запасами иодобромных, хлоридных, гидрокарбонатных, натриевых и мышьяковистых вод.

Особый интерес представляет источник, обнаруженный недалеко от горно-климатического курорта Красная Поляна. Это Сочинский нарзан с содержанием мышьяка, который применяется для лечения заболеваний сердечно-сосудистой и нервной системы, желудочно-кишечного тракта и опорно-двигательного аппарата.

Соответственно этому, муниципальное здравоохранение располагает системой медицинского обслуживания, способной обслужить в течение суток более 85 тысяч гостей города разнообразными видами медицинских услуг.

Сочинский курорт обслуживают аэропорт, морской пассажирский порт с 10 портопунктами во всех крупных населённых пунктах, 9 железнодорожных станций (Сочи, Adler, Хоста, Дагомыс, Лазаревское, Лоо, Якорная Щель, Чемитоквадзе, Весёлое), многочисленные автотранспортные организации. Через всю территорию г.Сочи проходит государственная транзитная автодорога Новороссийск - Батуми, являющаяся основной автотранспортной артерией побережья.

Сочи связан воздушными линиями и железнодорожным сообщением практически со всеми крупнейшими городами бывшего Советского Союза.

Сочинский аэропорт способен принимать самолёты всех современных типов. В настоящее время возрождается прямое воздушное сообщение с рядом зарубежных стран. Сочинская авиакомпания «Авиаприма» осуществляет полёты в города Турции, Сирии, Израиля, Объединённых Арабских Эмиратов, Румынии, республик бывшей Югославии, ФРГ, Финляндии.

Общее количество отправляемых Сочинским аэропортом пассажиров достигает 0,7 млн. пассажиров в год.

Железнодорожные станции отправляют свыше 3 млн. человек в год.

Морской порт перевозит рейсами дальнего сообщения до 200 тысяч пассажиров ежегодно.

Автобусные станции ежегодно отправляют междугородными рейсами более 100 тысяч пассажиров. Внутригородской объём автоперевозок (в том числе на участке "Сочи - Мацеста - Хоста – Адлер") превышает 150 млн. человек в год.

Регион Сочи является одним из немногих в Российской Федерации и за рубежом мест, где в 35...40 минутах езды друг от друга находятся крупный курортный город, подготовленный к приёму большого контингента людей и перспективный горный курорт. Это экзотический регион самых северных в мире субтропиков на побережье в сочетании с обильными снегами на сравнительно невысоких горных вершинах и большим количеством часов солнечного сияния.

В 40...50 км от Сочинского аэропорта и железнодорожного вокзала Адлер на высоте от 600 до 2400 м над уровнем моря, на склонах гор, спускающихся в долину самой полноводной на северо-западном Кавказе реки Мзымта расположен посёлок городского типа Красная Поляна.

По своим природно-климатическим условиям район Красной Поляны не уступает горным курортам Швейцарии, Франции, Австрии. Температура воздуха в течение трёх зимних месяцев днём выше 0°, ночью - от 5° до 10° мороза. При этом снег глубиной не менее 0,5 метра устойчиво залегает на плато, 2 метра - на высоте 1000 метров, 5 метров и более - на высоте 1500 метров. Это одно из самых снегообильных мест. Многолетние наблюдения подтверждают постоянство залегания снега и его особо плотную структуру, благоприятную для зимних видов спорта и зимнего отдыха.

Вместе с тем, продолжительность солнечного сияния в Красной Поляне достигает 1777 часов в год.

Различная крутизна склонов в сочетании с особым типом горно-умеренного климата Красной Поляны создают необходимые условия для строительства горнолыжных и лыжных трасс, подъёмников, трамплинов, сооружений для фристайла, санно-бобслейного спорта и т.д.

Именно эти обстоятельства легли в основу проекта создания горно-климатического курорта «Красная Поляна».

Местное население г.Сочи составляет 378 тыс. человек, в том числе Посёлок Красная Поляна - 4 тыс. человек. В период летнего курортного сезона численность наличного населения Сочи возрастает в 2...3 раза и составляет около 1 млн. человек.

С учётом перспективного развития Красной Поляны к 2000 г. постоянное население посёлка составит 6 тыс. человек, временно проживающее население (турбазы, отели, частный сектор) - 6 тыс. человек.

Количество гостей, которое смогут принимать ежедневно в Красной Поляне горнолыжные трассы, туристические маршруты, экскурсии – 20 тыс. человек. В период крупных соревнований это количество может возрасти до 30...60 тыс. человек (максимально – до 100 тыс.).

К числу проблем, решение которых должно обеспечить повышение уровня привлекательности курорта и обеспечение функционирования перспективного горно-климатического курорта «Красная Поляна», следует отнести проблему транспорта в тесной связи с вопросами экологии.

Специфические условия Сочи, сохранение уникальных природно-климатических факторов региона и совершенствование развитой инфраструктуры туризма и отдыха требуют экологически чистого, бесшумного, скоростного, с повышенной провозной способностью и высокой степенью безопасности транспорта.

"Ключом" к решению этой проблемы явится строительство высокоскоростной струнной транспортной системы (СТС), которая позволит быстро осуществить доставку пассажиров и грузов к лыжным и горнолыжным трассам, минеральным источникам, кемпинговым, пешеходно-туристским и обзорным местам и поможет превратить город-курорт Сочи в действительно международный центр туризма и спорта в сочетании с круглогодичным эффективно действующим для россиян курортом.

Почему именно СТС при наличии действующей системы автомобильного транспорта?

1. Развитие традиционных транспортных коммуникаций пагубно влияет на экологию уникального района.

2. Строительство горнолыжного курорта в Красной Поляне, проведение в этом городе крупных международных состязаний по зимним видам спорта, создаёт предпосылки образования мощных пассажиро- и грузопотоков, освоение которых в сложных природных и климатических условиях представляет серьёзную техническую проблему.

Автомобильный транспорт в состоянии освоить пассажиропотоки порядка 1500...2000 чел./сутки и грузоперевозки до 300 тыс. тонн в год при условии реконструкции дорожной сети с капиталовложениями около 100 млн. USD. Проектирование и строительство сети современных дорог в регионе под предполагаемую транспортную работу потребует капиталовложений свыше 1 млрд. USD в течение 5...8 лет.

3. Наличие природных памятников и живописных ландшафтов предопределяет необходимость специального экзотического транспорта с хорошим обзором, комфортом, высокой скоростью сообщения и самостоятельной привлекательностью, как объекта туризма.

4. Анализ опыта транспортного обслуживания в крупных туристских и спортивных центрах при проведении Всемирных выставок и Олимпиад показывает наибольшую эффективность скоростных дорог.

5. Перспективное развитие курорта Красная Поляна предполагает на период около 5 лет грузопотоки порядка 2 млн. тонн в год при общем объёме строительства более 2,5 млрд. USD.

6. Гостиничный комплекс горнолыжного центра предполагается на 6000 мест, суммарная мощность горнолыжных комплексов - 20 тыс. человек, что обеспечит к местам отдыха, спортивных соревнований и туризма круглогодичный поток около 20000 пасс. /сутки, с пиковой нагрузкой в 5 тыс. человек в час.

7. Наиболее целесообразным вариантом является грузопассажирская скоростная трасса СТС.

8. Учитывая большое количество осадков в зимнее время до 5 м снега в районе Красной Поляны и горнолыжного центра в Энгельмановой Поляне), а также ливневый характер дождей, целесообразно использовать закрытый рельс-струну путевой структуры СТС высотой 20 см и шириной 10 см, на котором не будет залёживаться снег и застаиваться вода. Следовательно, стоимость эксплуатации СТС будет значительно ниже, чем автомобильной или монорельсовой дороги.

9. СТС лучше чем другие системы приспособляется под грузоперевозки, т.к. может быть оборудована саморазгружающимися грузовыми модулями.

10. Пассажирские экипажи СТС имеют более простую конструкцию, большую вместимость, лучшую обзорность, аэродинамику и дизайн, чем вагоны подвесных дорог.

11. Ориентировочная стоимость строительства высокоскоростной трассы СТС – 2,6 млн. USD/км дороги с учётом инфраструктуры, из которых собственно на трассу (путевая структура и опоры) придётся 1,65 млн. USD/км на морском участке (26 км), а на горных участках – 1,25 млн. USD/км для двухпутного (43 км) и 0,75 млн. USD/км для однопутного (23 км) участков СТС. Протяжённость трассы 92 км, общая стоимость 235 млн. USD, а с учётом подвижного состава – 250 млн. USD.

В комплекс СТС входят: стационарные устройства (вокзалы, станции, депо, грузовые терминалы, гараж-мастерская, подстанции, система управления, сигнализация, связь), что составляет 41,6% от всех затрат (103,9 млн. USD). Доля путевой структуры и опор - 32,4% (81,2 млн. USD). Расходы на проектирование, адаптацию результатов НИОКР и опытный участок трассы - 8,7% (21,7 млн. USD), подвижный состав - 6% (15 млн. USD), прочие затраты - 11,3% (28,2 млн. USD).

Высокоскоростную трассу СТС технически целесообразнее проложить по шельфу Чёрного моря и долине реки Мзымта, которая

характеризуется сложными инженерно-геологическими и геоморфологическими условиями.

Сейсмическая активность в данном регионе целиком обусловлена процессами, происходящими в мантии и приурочена к региональным разломам земной коры. По временной схеме сейсморайонирования Северного Кавказа данный регион оценивается в 7 баллов по шкале Рихтера.

В этих сложных инженерно-геологических и климатических условиях (снегозаносы, сели, лавины, камнепады) предпочтительнее возведение транспортных сооружений в виде высоких (20... 50 м) струнных эстакад с фундаментами точечного типа на свайных опорах глубокого заложения.

Таким образом, возведение высокоскоростной дороги СТС "Сочи - Адлер - Красная Поляна - Энгельмановы Поляны" является необходимым, технически и экономически обоснованным условием экологически чистого развития уникального региона города-курорта Сочи и горно-климатического курорта Красная Поляна.

2. Струнная транспортная система

2.1. Принципиальная схема СТС

Струнная транспортная система (СТС) представляет собой струнный рельсовый путь, по которому осуществляют движение электрические колёсные экипажи. Отличительной особенностью пути являются струны, находящиеся в теле рельса и натянутые до суммарного усилия 250...500 тс на один рельс. Струны жёстко прикреплены к анкерным опорам, установленным через 500...2000 м, а путевая структура поддерживается промежуточными опорами, размещёнными через 10...100 м. Струны размещены в рельсе с прогибом в несколько сантиметров, увеличивающимся к середине пролёта 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 жёсткость путевой структуры, СТС позволит достичь скоростей движения в 350...400 км/час и выше.

Более подробно конструктивные, технологические и иные особенности СТС описаны в монографии [1].

На принципиальную схему СТС подана международная заявка на изобретение «Линейная транспортная система» № РСТ/IB94/00065 от 08.04.94 г., по которой осуществлены международный патентный поиск, международная экспертиза и получены первые патенты в РФ (№ 2080268, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 27 мая 1997 г.), РБ и ЮАР (патентование осуществляется в 20 странах). Для правовой защиты транспортного модуля и рельса-струны поданы также соответствующие заявки на промышленные образцы.

2.2. 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 10 м, или наоборот, увеличено до 100 м. При большей длине пролёта (современные материалы обеспечивают длину пролёта до 2000 м и выше) путевая структура должна поддерживаться с помощью вант или каната (по типу вантовых или висячих мостов).

Учитывая, что СТС не критична к рельефу местности, трасса может быть проложена между городами по кратчайшему пути - по прямой линии. При необходимости путевая структура может иметь кривизну как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

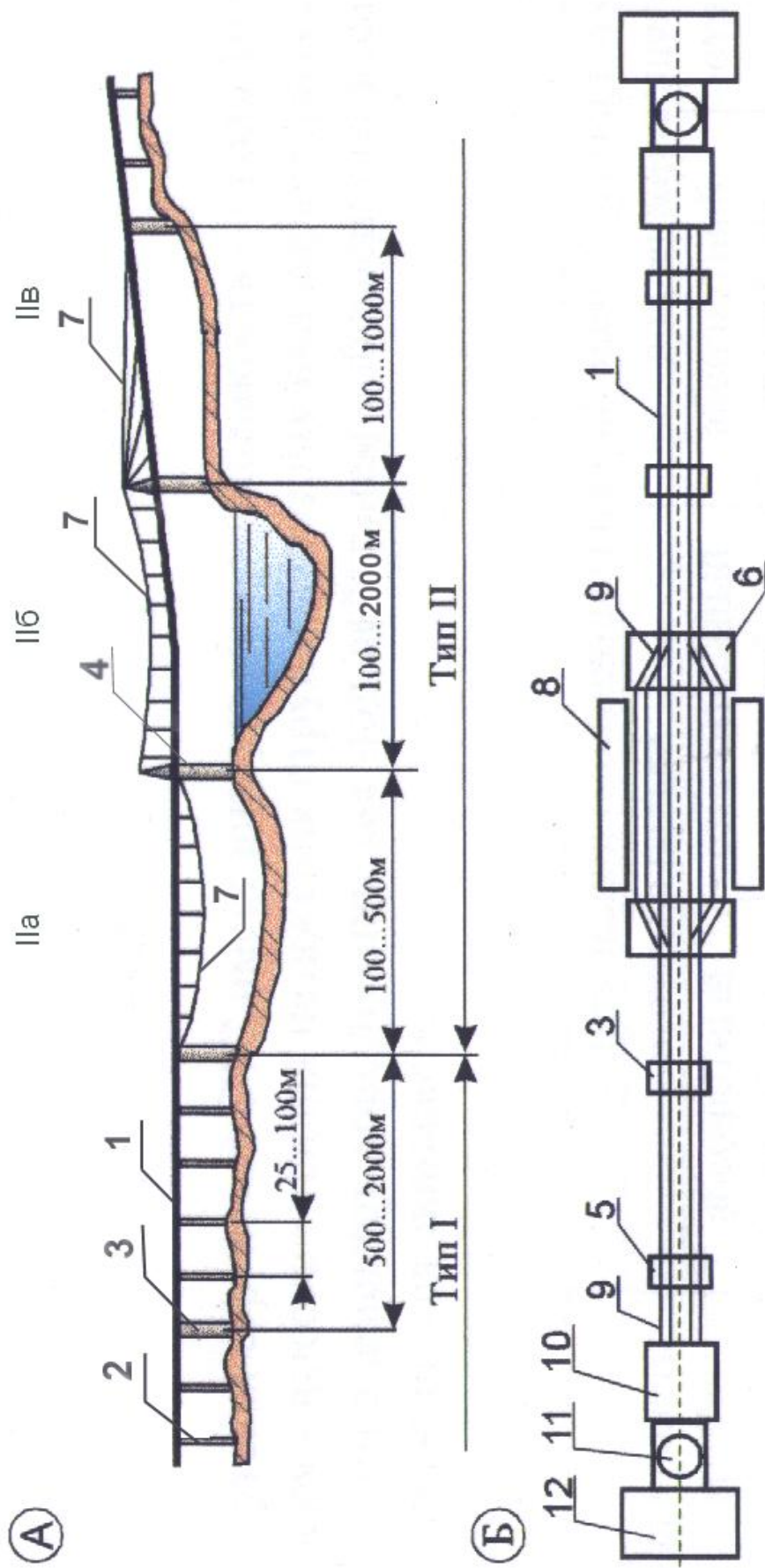


Рис. 1. Линейная схема трассы:

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

Из соображений комфортности движения (перегрузки на кривых не должны ощущаться пассажирами), радиусы кривизны трассы при скорости движения 300 км/час должны быть не менее 8 тыс. м, а при скорости 200 км/час – 3 тыс. м. При меньших радиусах горизонтальных кривых на них должны быть выполнены виражи.

На рис. 2 показаны варианты прокладки трассы СТС.

Вариант А. Двухпутная трасса СТС пройдёт на участке от г.Сочи (от морского порта) до г.Адлера по морю вдоль берега Чёрного моря при его средней глубине 10...15 м (на расстоянии 100...150 м от берега). Затем обогнёт г.Адлер и пойдёт далее по долине реки Мзымта до пос. Красная Поляна. Далее трасса также пойдёт по руслу р.Мзымта до Энгельмановых Полян, но будет однопутной. Протяжённость трассы 92 км, из них двухпутного участка – 69 км, однопутного – 23 км, морского – 26 км.

Вариант Б отличается тем, что морской участок пройдёт до Хосты (протяжённость 14 км), а затем трасса разделится на два направления. Одна из них повернёт влево и через горы (протяжённость горного участка 16 км) войдёт в долину р.Мзымта в районе Красной скалы и пройдёт от Хосты до Адлера (до железнодорожного вокзала), как и в варианте А по морю. Общая протяжённость трассы составит 84 км, а морского участка – 26 км.

В варианте В трасса разделится на два направления возле Мацесты. Протяжённость всей трассы 89 км, а горного участка – 19 км.

Наиболее короткой и, возможно, наиболее дешёвой и целесообразной является трасса по варианту Б. Однако трассирование на горном участке требует работы с крупномасштабными картами, являющимися секретными, и приведёт к необходимости геодезических измерений на местности на особо сложных участках (пересечение хребтов, гор, ущелий, оврагов и т.п.). Поэтому данный вариант, как и вариант В, выходит за рамки данной работы и в ней не рассматриваются.

2.3. Путевая структура

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

I - обычной конструкции (пролёт до 100 м);

II - с дополнительной поддерживающей канатной конструкцией (пролёт более 100 м) с размещением каната:

а) снизу;

б) сверху - с параболическим прогибом;

в) сверху - в виде вант.

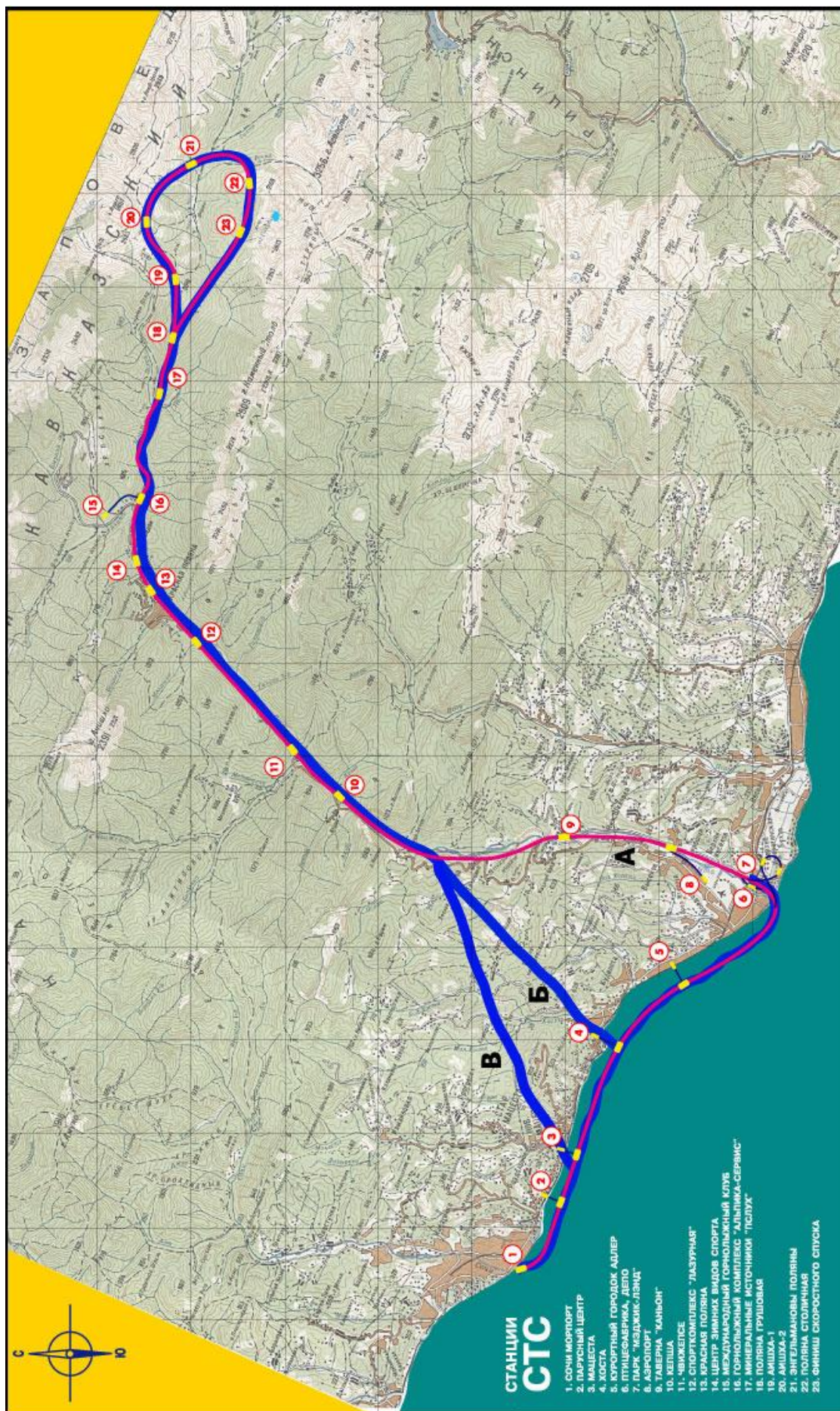


Рис. 2. Варианты прокладки трассы СТС

2.3.1. Рельс-струна

Схематичная конструкция рельса-струны представлена на рис.3.

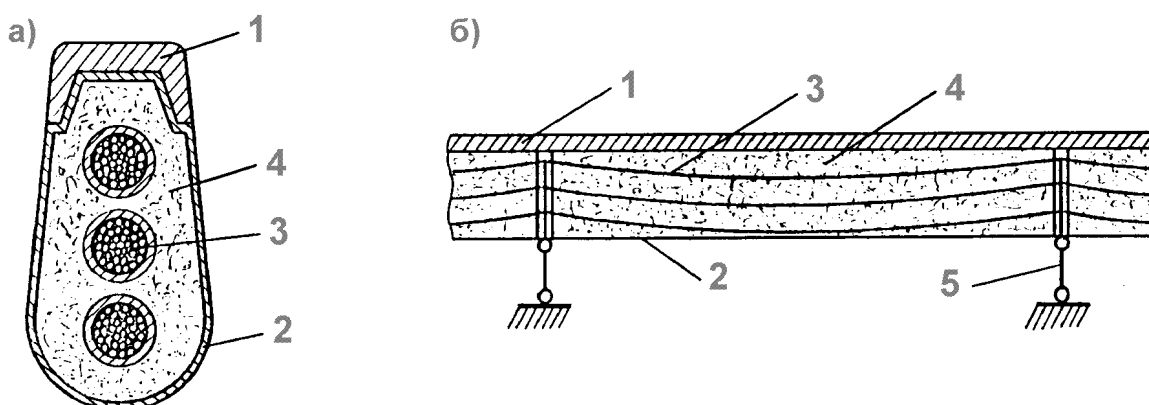


Рис.3. Конструкция рельса-струны:

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...5 мм и натянуты до суммарного усилия не менее 250 тс для одного рельса или соответственно - 500 тс для путевой структуры и 1000 тс для двухпутной трассы. В промежутке между опорами проволоки в струне размещены в защитной оболочке и не связаны друг с другом (они размещены в специальном антикоррозионном составе). Жёсткое крепление струн осуществляется в анкерных опорах.

Более подробно конструкция рельса описана в монографии [1].

Для сборки струны (в заводских условиях или на месте производства работ) используется проволока из высокопрочной стали, используемая в канатах, тросах (в том числе для сооружения висячих и вантовых мостов), предварительно напряжённых железобетонных конструкциях, стальном корде автомобильных шин. Например, проволока для канатов, выпускаемых сегодня промышленностью, имеет расчётную прочность на разрыв, равную 90...350 кгс/мм² (в зависимости от марки используемой стали и технологии изготовления). Расчётная прочность на разрыв струны, исходя из которой и проектировалась путевая структура СТС, была принята равной 100 кгс/мм², в то время как, например, в висячих и вантовых мостах расчётные напряжения в канатах достигают значений 120 кгс/мм² и выше.

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

2.3.2. Поддерживающий канат

Поддерживающий канат, как и струна в рельсе, набран из проволок, изготовленных из высокопрочной стали. Проволоки помещены в защитный кожух, имеющий гидроизоляцию. Свободный объём каната заполнен специальным антикоррозионным наполнителем. Чем длиннее пролёт, тем больше диаметр каната. Например, канат диаметром всего 100 мм, благодаря низкой материалоемкости путевой структуры и малого её веса, обеспечит поддержание пролёта СТС длиной в 500...1000 метров, т.е. позволит пересечь крупное ущелье или соединить вершины соседних гор одним пролётом (для сравнения: канаты висячих мостов, рассчитанных на аналогичный в сравнении с СТС объём пассажирских и грузовых перевозок, достигают в диаметре 1500 мм, а усилие натяжения каждого каната может превысить 100 тыс. тонн).

2.3.3. Жёсткость 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 (см. табл. 1), так и движущихся экипажей.

Таблица 1

Прогибы конструкции СТС под действием собственного веса

Длина пролёта, 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 пролётов 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 провес, скрытый внутри рельса. Так, при пролёте 25...50 м относительный провес струны по отношению к длине пролёта составит $1/1600...1/800$, а абсолютный - 1,6...6,3 см. Такой провес легко размещается внутри рельса специальной конструкции, имеющего высоту 20...25 см.

В любом случае, описанные провесы 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 конструкции, например, под действием веса неподвижного пассажирского экипажа (2500 кгс), размещённого в середине пролёта, будут в пределах: $1/800$ для рельса и $1/2400$ - для пролёта с поддерживающим канатом. Динамические прогибы конструкции при скоростях движения экипажа свыше 200 км/час будут значительно ниже указанных значений (в пределах $1/10000...1/2000$, или в абсолютном выражении - в пределах 5...15 мм). Приведённые цифры свидетельствуют о том, что СТС является более жёсткой конструкцией (по отношению к подвижному составу), чем рельсовый железнодорожный путь, мосты и путепроводы на железных и автомобильных дорогах, относительный прогиб которых под действием расчётных нагрузок значительно выше.

Исследованы и определены конструктивные особенности путевой структуры и режимы движения экипажей, при которых будут отсутствовать резонансные явления в рельсе-струне. Более того - колебания пути будут возникать и оставаться позади движущегося экипажа, гаснуть за 0,1...0,5 сек, а следующий за ним экипаж будет двигаться по невозмущённому, идеально ровному полотну.

Изменение температурных деформаций рельса-струны компенсируется изменением температурных напряжений в нём и, вследствие этого, - изменением относительного провеса струны (и, соответственно, незначительным искривлением рельса в вертикальной плоскости) при неизменном расстоянии между опорами, что не окажет существенного влияния на общую ровность путевой структуры. 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 провесом и тянутся без стыков на многие километры. Максимальное изменение

температуры на 60 °С, например, от -20 °С (зимой) до +40 °С (летом) приведёт к изменению относительного прогиба пролёта в пределах 1/10000 (или на пролёте 50 м - на 5 мм относительно проектного положения), что практически не отразится на ровности пути. При этом напряжения растяжения в струне (и в головке рельса соответственно) увеличатся зимой примерно на 500 кгс/см², а летом, наоборот, - уменьшатся на те же 500 кгс/см². При меньшем перепаде температур напряженно-деформированное состояние рельса-струны будет изменяться в меньшей степени.

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...1/5000, что не окажет существенного влияния на функционирование транспортной линии.

На ровность пути будет также влиять образование льда на поверхности элементов конструкции СТС при отрицательных температурах воздуха. Однако, учитывая малые поперечные размеры рельса-струны, обтекаемость, наличие высокочастотных и низкочастотных колебаний и др. факторов, затрудняющих образование наледи, её можно вообще избежать. В наиболее опасные зимние периоды времени по трассе периодически будут проходить специальные модули, оснащённые, например, газотурбинными двигателями, которые горячей струёй воздуха будут растапливать и сдувать образовавшуюся плёнку льда.

2.4. Опоры

Несущая конструкция опор подразделяется на два характерных типа (рис. 4):

- а) анкерные опоры, которые воспринимают горизонтальные усилия от струнных и канатных элементов СТС;
- б) поддерживающие опоры, воспринимающие только вертикальную нагрузку от веса путевой структуры СТС и экипажей.

Анкерные опоры, в зависимости от рельефа местности и глубины моря, будут размещены с шагом 0,5...2 км (оптимальное расстояние между ними 1 км). Максимальные горизонтальные нагрузки испытывают только концевые анкерные опоры (на них действует односторонняя нагрузка): 1000 тс для двухпутной и 500 тс для однопутной трассы. Промежуточные анкерные опоры (они составят более 90% от всего количества анкерных опор) не будут испытывать значительных горизонтальных нагрузок в процессе эксплуатации трассы, т.к. усилия, действующие на опору с одной и другой стороны, уравновешивают друг друга.

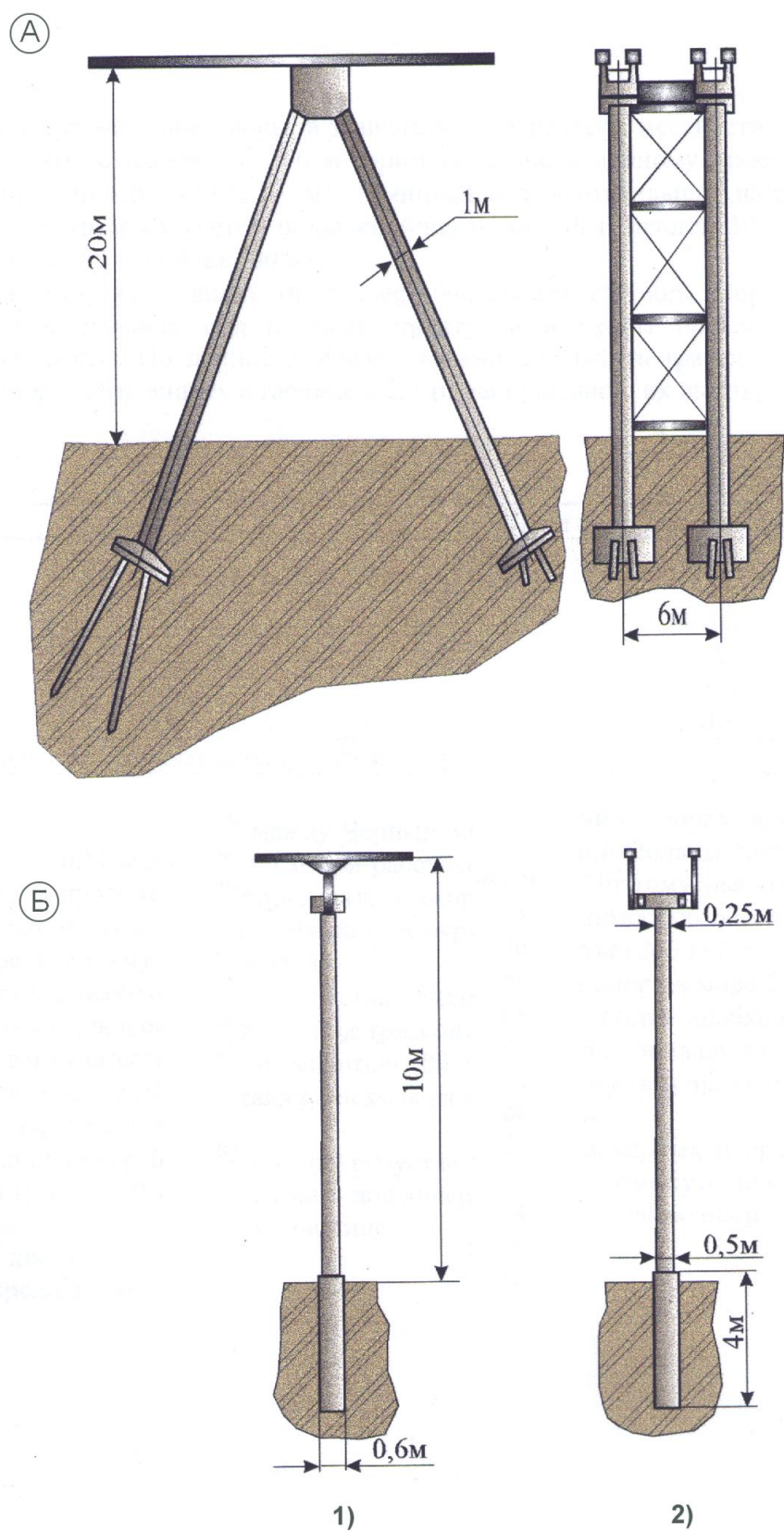


Рис. 3. Конструкция опор:

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

Поддерживающие опоры, в зависимости от рельефа местности, будут установлены с шагом 50...200 м (оптимальное расстояние между ними 50 м). Минимальная вертикальная нагрузка на опору (с учётом подвижной нагрузки) 40 тс (пролёт 50 м), максимальная - 280 тс (пролёт 200 метров).

Высота опор будет зависеть от рельефа местности, глубины моря, минимального требуемого просвета под путевой структурой и схемы прокладки продольного профиля трассы. По долине р.Мзымта можно проложить трассу с распределением высот опор, приведённых в табл.2, что даёт среднюю их высоту в 25 м.

Таблица 2

Определение средней высоты опор

Высота опоры, м	Доля опор в общем количестве, %
10	10
20	45
30	40
40	3
50	1,5
100	0,5
Итого: средняя высота опор - 25 м	100

Русло р.Мзымта имеет практически неизменный и незначительный уклон на всём своём протяжении (например, перепад высот между Чёрным морем и зеркалом реки в районе Красной Поляны составляет около 600 м при расстоянии между ними вдоль реки 43 км). Поэтому высота опор будет определяться скорее не рельефом местности, а необходимостью обеспечения хорошей обзорности окружающих гор из мчащегося со скоростью 200...300 км/час транспортного модуля.

Средняя высота опор на море (35 м) принята исходя из необходимости пропуска под трассой парусников (высота паруса 10...15 м) и плавучего крана грузоподъёмностью 100 т, выполняющего берегозащитную работу (высота крана 20...25 м), а также – исходя из средней глубины моря на трассе в 10 м.

Учитывая чрезвычайно высокую стоимость устройства фундаментов опор на море и в горах (стоимость фундамента и монтажа опоры может в 2...3 раза и более превышать стоимость самой опоры), разработаны специальные фундаменты точечного типа. Их выполнение может быть осуществлено без использования мощных плавучих кранов (стоимость их эксплуатации с сопутствующей технологической оснасткой достигает 1000 USD/час) и без применения мощной буровой и

сваебойной техники. Однако необходима более детальная проработка этих конструкций и технологии работ, что выходит за рамки данной работы и является ноу-хау патентообладателя. Для этих фундаментов потребовалась также разработка конструкции опор принципиально нового типа.

Более подробно опоры описаны в монографии [1].

Варианты выполнения однопутных участков трасс СТС в различных географических условиях показаны на рис. 5-6.



Рис. 5 - 6. Варианты выполнения однопутных участков трассы СТС

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.

2.5. Экипаж

Вместимость пассажирского экипажа (в часы пик) до 10 человек, грузового модуля - до 4000 кг груза. Соответственно, мощность двигателя - 80 и 40 кВт. Это позволит достигать скорости движения 300 км/час. Запитка электрической энергией осуществляется через колёса, которые контактируют с токонесущими головками рельса (левой и правой). Наиболее целесообразно привод выполнить в виде двух мотор-колёс мощностью 40 кВт каждое. 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. В настоящее время получены решения, которые позволят снизить коэффициент аэродинамического сопротивления до значения $C_x=0,05...0,06$.

Для достижения скорости в 400 км/час мощность двигателя пассажирского экипажа необходимо увеличить до 200 кВт, 500 км/час - до 400 кВт. Для достижения указанных скоростей грузовым модулем, достаточно иметь двигатель, мощность которого будет в два раза ниже, чем у пассажирского экипажа (у грузового модуля в два раза меньше площадь лобовой поверхности).

На рис. 7 показан экипаж класса “люкс” дальнего следования (с туалетом).

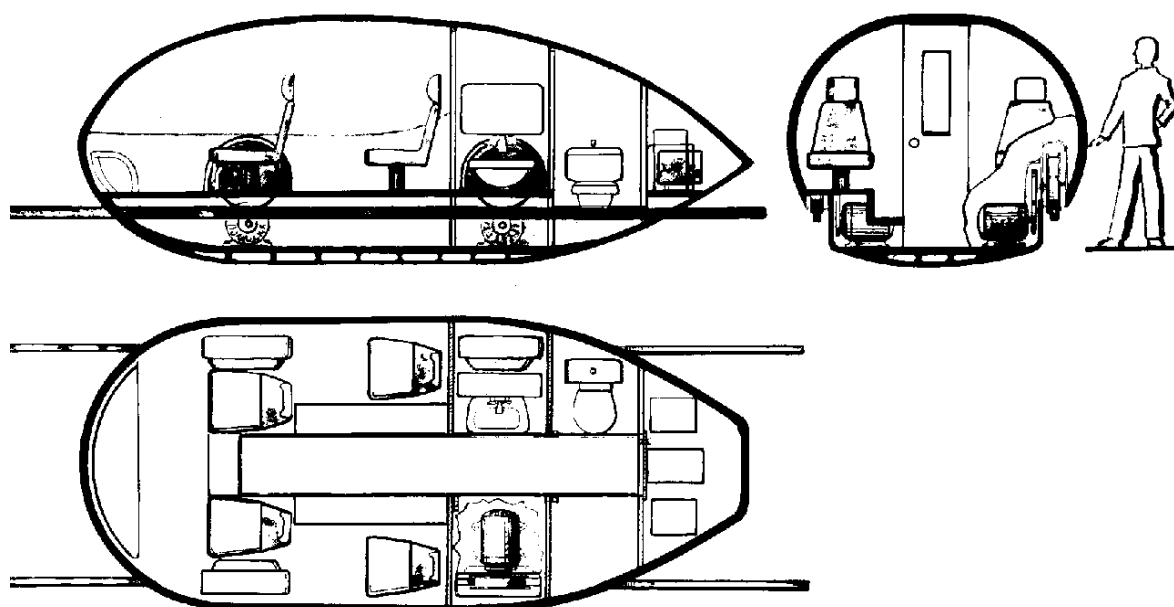


Рис.7. Четырёхместный экипаж дальнего следования

Экипаж рассчитан на работу по принципу маршрутного 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].

2.6. Вокзалы, станции и грузовые терминалы

Вокзалы будут иметь кольцевую форму с подвижным (вращающимся) перроном (рис. 8) или полом. Диаметр вокзала - около 60 м. При высоких пассажиропотоках (свыше 100 тыс. пассажиров в сутки) диаметр вокзала может быть увеличен до 100 метров и более.

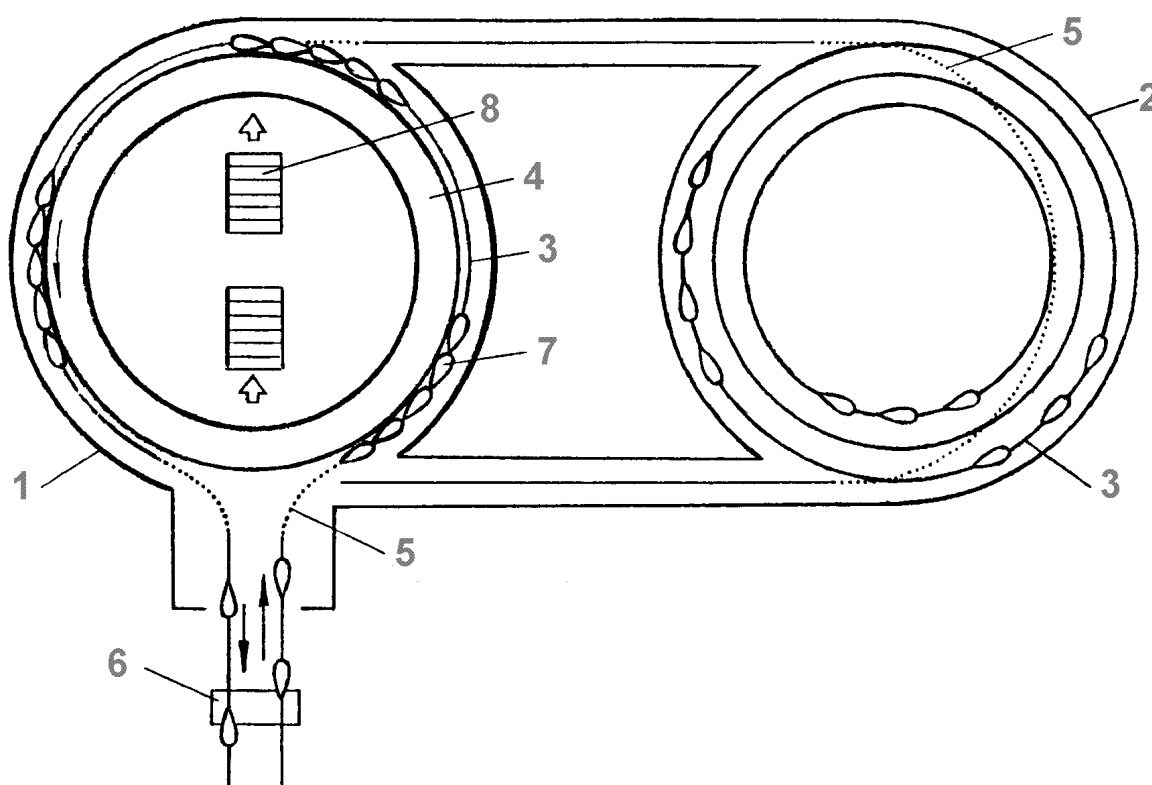


Рис. 8. Вокзал.

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.

Промежуточные станции со значительным пассажиропотоком будут иметь стрелочные переводы и навесы, что позволит организовать движение экипажей на них независимо от расписания движения по трассе (см. рис. 1б). 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.

На трассе предусмотрено 4 вокзала (Сочи, Адлер, Красная Поляна и Энгельманова Поляна), 6 станций (Быхта, Мацеста, Хоста, Аэропорт, Каньон, Горнолыжная база), депо (Адлер) и 3 грузовых терминала (Адлер, Красная Поляна и Энгельмановы Поляны).

Грузовые терминалы, в которых будет осуществляться автоматизированная загрузка и разгрузка грузовых модулей, также будут иметь кольцевую форму. Они будут отличаться компактностью и высокой пропускной способностью благодаря оригинальной технологии погрузочно-разгрузочных работ и конструкции специальных контейнеров для жидких, сыпучих и штучных грузов.

Отдельные грузы, например, легковые автомобили, могут перевозиться на открытых платформах, хотя это и потребует увеличения мощности двигателя грузового модуля в 2...3 раза. Это позволит пассажирам легкового автомобиля, не выходя из него, преодолеть, например, расстояние между Сочи и Адлером в часы пик на автомобильных дорогах или при неблагоприятных погодных условиях (гололёд, и т.д.).

2.7. Организация движения пассажиров и грузов

2.7.1. Посадка и высадка пассажиров

Войдя в зал вокзала, например, в Сочи, 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, «Адлер». Не найдя нужной станции назначения пассажир может сесть в свободный экипаж и нажать кнопку «Адлер» 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 транспортёрах современных аэропортов. Некоторые экипажи, при необходимости, направляются в депо, находящееся в отдельном здании, либо на другом этаже вокзала.

2.7.2. Погрузка и разгрузка грузов

Погрузочно-разгрузочные работы осуществляются в автоматическом режиме на грузовых терминалах. Доставка грузов к терминалу, а оттуда - грузополучателю производятся другими видами транспорта, например, для нефтепродуктов - по нефтепроводу. Крупные получатели и отправители грузов, такие как нефтеперерабатывающий завод, порт, будут иметь собственные терминалы.

Заполненные контейнеры устанавливаются в грузовые модули, которые затем формируются в составы и выводятся на транспортную линию. В месте назначения контейнер изымается из модуля и отправляется на выгрузку, а на его место устанавливается опорожненный контейнер или контейнер с другим грузом. Вместимость контейнера 1000...4000 кг. Каждый контейнер будет сопровождать электронная карта, откуда бортовой компьютер модуля будет считывать информацию о характере груза, его массе, требованиях к режимам транспортировки, станции назначения, грузополучателе и т.п.

Пассажиры легкового автомобиля могут продолжить путешествие по СТС не выходя из него, на открытой специальной грузовой платформе, либо могут отправить автомобиль впереди (или позади) себя в крытом грузовом модуле, а сами - сесть в пассажирский экипаж.

2.7.3. Движение по линии

На трассе пассажирские экипажи группируются с помощью электронной сцепки в эшелоны, например, по 5 экипажей в каждом на расстоянии 100 м друг от друга. На всём пути следования система управления, подобно водителям автомобилей в транспортном потоке, поддерживает одинаковую скорость в группе экипажей и расстояние между ними. Для обеспечения на одной линии пассажиропотока в 1000 пас./час с вокзала каждые 3 минуты должен выходить один эшелон из 5 экипажей. При среднеходовой скорости движения 300 км/час среднее расстояние между эшелонами на трассе составит 14 км. Этого расстояния достаточно для выполнения манёвров 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 200 км/час (на подъёмах) до 300...350 км/час на горизонтальных участках и спусках. Управление движением осуществляется с помощью линейных и центрального компьютеров, в которые стекается информация о месте

нахождения, скорости движения, станции назначения и состоянии 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 самоуправляемого 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.

2.7.4. Время в пути

Таблица 3

Время, затрачиваемое пассажиром на дорогу
из центра г.Сочи в Энгельмановы Поляны (92 км)

№ п/п	Наименование транспортного процесса	Время, мин, при скорости движения		
		200 км/час	300 км/час	400 км/час
1	Ожидание экипажа	1	1	1
2	Посадка пассажиров	0,5	0,5	0,5
3	Ожидание поездки	0,5	0,5	0,5
4	Включение экипажа в транспортный поток	0,5	0,5	0,5
5	Разгон до расчётной скорости	1	2	3
6	Движение по трассе	27	16,5	11
7	Торможение экипажа	1	2	3
8	Въезд в вокзал	0,5	0,5	0,5
9	Высадка пассажиров	1,5	1,5	1,5
10	Непредвиденные затраты времени	2,5	3	2,5
Всего:		36	28	24

Анализ данных, приведённых в табл. 3, показывает, что увеличение скорости движения до 400 км/час не даст существенного уменьшения времени в пути, но потребует значительного увеличения мощности двигателя модуля (до 200 кВт) и приведёт к удорожанию систем, обеспечивающих безопасность движения.

Время, затрачиваемое пассажиром на дорогу до других населённых пунктов, представлено в табл.4.

Таблица 4

Время, затрачиваемое пассажиром на дорогу из г.Сочи
при скорости движения 300 км/час

Станция	Расстояние между станциями, км	Время в пути с нарастающим итогом, час
Сочи	26	10 мин
Адлер	43	20 мин
Красная Поляна	23	28 мин
Энгельмановы Поляны		
Итого	92	28 мин

2.7.5. Пропускная способность трассы

При формировании подвижного состава из десяти десятиместных экипажей, скорости движения 300 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 (576 тыс. пасс./сутки или 210 млн. пасс./год). При этом у трассы будет резерв увеличения пропускной способности без строительства дополнительных линий.

Минимальное расстояние между грузовыми модулями на линии составляет 50 м (50...100 м - минимальный путь экстремального гашения скорости модуля путём выброса тормозного парашюта), поэтому предельная пропускная способность одной линии при скорости 300 км/час составит 24 тыс. т/час или 576 тыс. т/сутки (210 млн. т/год). Для двухпутной трассы максимальная пропускная способность соответственно составит 48 тыс. т/час, 1150 тыс. т/сутки, 420 млн. т/год.

Реальный объём грузо- и пассажироперевозок будет на порядок ниже, поэтому трасса будет эксплуатироваться с 10 %-ной загрузкой, что, в конечном итоге, повысит надёжность и безопасность эксплуатации транспортной системы.

2.8. Безопасность и надёжность

2.8.1. Безопасность на вокзале

Безопасность пассажиров обеспечивается за счёт синхронизации скорости движения экипажа и подвижного кольцевого перрона, например, путём их механического скрепления друг с другом. Для обеспечения пассажиропотока в 2000 пасс./час скорость движения перрона должна быть 0,4 м/с, при этом полный оборот перрон сделает за 6,5 мин. (при его внешнем диаметре 50 м). Электробезопасность обеспечивается за счёт 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.

2.8.2. Электробезопасность и электронадёжность транспортной линии

Электробезопасность обеспечивается относительно невысоким электрическим напряжением, используемым на линии (порядка 1000 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 произойдёт короткое замыкание между головками рельсов.

При пассажиропотоке 1000 пасс./час (24 тыс. пасс./сутки) и грузопотоке 2 тыс. т/час (17,5 млн. т/год), на участке линии протяженностью 100 км одновременно будет находиться 35 пассажирских экипажей и 170 грузовых модулей, имеющих суммарную мощность двигателей 9600 кВт. Поэтому не потребуются дополнительные линии электропередач и электростанции для запитки СТС и её инфраструктуры, т.к. рельс-струна обеспечит передачу электрической мощности порядка 10 тыс. кВт. (а при специальном исполнении - до 100 тыс. кВт). Трассу СТС достаточно будет подключить к существующей электрической сети в одном месте, например, к высоковольтной линии передач (220 кВ), пересекающей р.Мзымту на расстоянии 8 км от Адлера, т.е. практически в середине трассы.

2.8.3. Безопасность движения на линии

Безопасность движения обеспечивается безотказностью функционирования всех систем, задействованных в обеспечении штатного режима движения экипажей: программных средств управления, надёжности электронных систем, линий связи и

контрольно-измерительной аппаратуры, исполнительных механизмов стрелочных переводов и систем управления приводом и тормозной системой экипажей, надёжностью 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 исключают 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, имеющейся на каждой анкерной опоре, т.е. через каждые 1...2 км. При необходимости обесточенные участки трассы могут быть преодолены с использованием только аккумуляторных батарей экипажей, зарядка которых будет осуществляться в процессе движения на необесточенных участках СТС.

2.8.4. Надёжность конструкции СТС и её функционирования

Наиболее напряжёнными в СТС являются канатные 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 составит десятки и даже сотни лет. Тем более, что подвижная нагрузка изменяет напряжённо-деформированное состояние указанных элементов всего на 1% (см. [1], стр.8), поэтому можно считать, что они находятся весь период эксплуатации в практически неизменном напряжённом состоянии, что исключает накопление

усталостных повреждений и в результате повышается срок службы и снижаются эксплуатационные расходы. Поскольку струнные элементы рассредоточены в разных местах, удалённых 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, наводнение, оползень, военные действия и т.п. При частичном же обрыве несущих проволок, даже если их число составит 90%, не произойдёт 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 террористической акции. Падение опоры, которая связана с путевой структурой с помощью специального отстегивающегося механизма, приведёт лишь к увеличению пролёта рельса-струны и, соответственно, его прогиба. Это не нарушит целостность пути, даже если будут разрушены несколько опор подряд.

Результаты продувки модели корпуса экипажа СТС в аэродинамической трубе Центрального НИИ им. академика А.Н.Крылова (г.С.-Петербург) 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...200 кгс. Это не отразится существенно на функционировании транспортной системы и, тем более, не приведёт к сходу экипажа с рельсов.

2.8.5. Экологическая безопасность

Транспортная система СТС имеет высокую экологическую безопасность, как на стадии строительства, так и в период эксплуатации.

СТС может быть построена с помощью специального технологического оборудования (технологических платформ и строительных комбайнов) без использования подъездных дорог, т.к. необходимые для строительства материалы и элементы конструкций будут подвозиться к месту строительства по уже готовым участкам трассы. Кроме этого, при строительстве могут вообще отсутствовать земляные работы, нарушающие почвенный слой, гумус в котором накапливался в течение миллионов лет, т.к. опоры будут иметь свайный фундамент. Указанные особенности СТС чрезвычайно важны при прохождении трассы по особо ценным землям.

В период эксплуатации СТС будет потреблять электрическую энергию, которая является экологически самой чистой. Пассажирские

экипажи и транспортные модули будут герметичными и смогут остановиться только на специальных станциях, поэтому исключается загрязнение трасс бытовыми отбросами путешественников и различными технологическими веществами. Конструкция контейнеров исключает протекание жидких грузов (в них не будет насосов, затворов, прокладок и т.п. соединений, в которых может образоваться течь) и просыпание сыпучих грузов. Крушение же на трассе может привести к сходу с путевой структуры лишь одного модуля (экстремальный тормозной путь следующего модуля будет меньше расстояния между ними), при этом сработает парашют, который погасит скорость контейнера и он не будет разрушен при ударе о землю.

Для СТС не нужны насыпи, выемки, тоннели, мосты и путепроводы. Одна поддерживающая опора отнимет лишь около 1 м² земли, анкерная - 10 м². На километре трассы СТС площадь отчуждения земли, таким образом, будет менее 100 м², т.е. 0,01 га, а ширина условной полосы отчуждения будет в пределах 10 сантиметров. Это значительно меньше, чем отчуждение земли пешеходной дорожкой и даже - тропинкой.

СТС не критична к длине пролёта, поэтому не только лес, но и отдельно стоящие деревья, которые попадают под опоры, могут не вырубаться, т.к. любая опора может быть смещена в ту или иную сторону прямо по ходу строительства.

Трасса СТС не будет препятствовать миграции почвенных и поверхностных вод, животных, пресмыкающихся, ведению сельскохозяйственных и др. работ и т.п.

СТС будет низковольтной трассой, поэтому она не создаст электромагнитных загрязнений и сможет проходить на большой высоте (до 100 метров) над жилыми постройками, сельхозугодиями, заповедникам и заказникам. Отсутствие скользящих электроконтактов в паре “экипаж - контактная сеть”, невысокие (в сравнении с железной дорогой) электрические мощности экипажей исключают загрязнение окружающей среды радиопомехами.

СТС отличается крайне низким расходом материалов на свое сооружение, поэтому она будет и самой экологически чистой с технологической точки зрения. Например, однопутную трассу СТС такой же протяжённости, что и железная дорога, можно построить из материалов всего одного железнодорожного рельса и каждой третьей шпалы (у железной дороги остаются еще второй рельс и 2/3 шпал, контактная сеть с медным проводом и поддерживающими опорами, мощная щебеночная подушка, земляная насыпь, мосты, путепроводы, виадуки и др.). Поэтому для строительства СТС не потребуется такое количество домен, руды и рудников (без которых нельзя получить сталь и медь), цементных заводов и заводов железобетонных изделий,

грунтовых, песчаных и щебеночных карьеров, такого количества автомобильных и железнодорожных перевозок строительных материалов, подъездных путей и т.п., что создало бы значительный дополнительный, иногда необратимый экологический гнёт на природу.

Экипаж СТС не имеет выступающих частей, кроме узких колёс, выдвинутых на 10 сантиметров из корпуса. Ему не нужны даже стеклоочистители и фары (т.к. водитель отсутствует), которые при высоких скоростях движения также были бы источниками шума. Колёса могут быть выполнены из лёгких сплавов (нагрузка на одно колесо 500...1500 кгс), поэтому масса их будет в пределах 10...20 кг. Таким образом, масса экипажа СТС будет, например, в сотни раз меньше массы поезда, длина экипажа - короче в десятки раз, масса неподрессоренной части - меньше в сотни раз, а ровность пути движения - значительно выше (что может быть ровнее сильно натянутой струны?). Поэтому в сравнении с высокоскоростным поездом экипаж СТС будет в сотни раз более слабым источником шума и вибрации почвы.

2.9. Коммуникационная инфраструктура

СТС будет не только высокоскоростной экологически чистой транспортной системой, обеспечивающей комфортную, дешёвую и быструю доставку пассажиров и грузов. Она также станет важным демографообразующим фактором и мощной коммуникационной системой, обеспечивающей другие виды транспорта - энергии и информации, т.к. с СТС легко совмещаются линии электропередач, электростанции на возобновляемых экологически чистых источниках энергии и линии связи (проводные и оптоволоконные).

2.9.1. Автономное энергообеспечение

Наиболее сильное негативное воздействие на природу сегодня оказывают электростанции. Поэтому целесообразно в СТС использовать также автономное энергообеспечение, основанное на возобновляемых источниках энергии - ветре и солнце. С точки зрения прямого влияния на окружающую среду, ветроэнергетика является одним из самых чистых источников энергии. Она не выбрасывает вредные вещества в атмосферу и в водные бассейны, не истощает ограниченные запасы невозобновляемых минеральных ресурсов, не меняет режима водоисточников.

Разработаны принципиальные схемы ветро- и гелиоэнергетических установок с вертикальной осью вращения, совмещаемые с опорами и путевой структурой СТС. Благодаря этому резко снижаются капитальные затраты на их сооружение. Например, в предлагаемой аэроустановке при её серийном производстве капитальные

затраты будут в пределах 1000 USD на 1 кВт установленной мощности, в то время, как, например, капитальные затраты для АЭС возросли с 300 USD/кВт в 1960 г. до 4000...5000 USD/кВт в настоящее время. Такой рост цен в атомной энергетике обусловлен, в основном, повышением требований к безопасности и экологии. Поскольку таким требованиям ветроустановки отвечают изначально, то они в будущем станут ещё более предпочтительными, чем традиционные источники электрической энергии.

Предлагаемые ветроустановки смогут работать при скорости ветра свыше 2 м/с и будут иметь расчётную мощность 5 кВт при ветре 5 м/с, 50 кВт - при 10 м/с и 150 кВт - при 15 м/с. Они будут легко запускаться, т.к. будут иметь высокий крутящий момент, обеспечат бесшумную работу и не представляют опасности для птиц из-за низкой скорости вращения. Размещённые на высоте, ветроэлектростанции не потребуют дополнительного землеотвода и позволят вести под ними сельскохозяйственные и др. работы.

Для обеспечения собственных нужд СТС достаточно иметь источник энергии мощностью 100...200 кВт/км, или по две ветроустановки мощностью 50...100 кВт каждая на каждом километре трассы. Максимально возможное число установок соответствует числу опор, т.е. 5...20 шт./км, а их суммарная мощность может составить 250...2000 кВт/км. Таким образом общая мощность ветроэлектростанций на трассе СТС «Сочи – Энгельмановы Поляны» может достичь 20...180 тыс. кВт (при средней скорости ветра 10 м/с), а себестоимость выработки электрической энергии на них будет в пределах 0,02 USD/кВт при сроке окупаемости 6 лет. Поэтому СТС, кроме автономного энергообеспечения, может стать мощной электростанцией, обеспечивающей нужды в энергии прилегающих районов. При этом не потребуются дорогостоящие и экологически опасные высоковольтные линии электропередач, т.к. необходимые электрические мощности будут переданы по СТС непосредственно к потребителям.

Если для создания эквивалентного энергетического потенциала, например, с помощью ядерной энергетике, потребуются крупные централизованные вложения, в миллиарды USD, то проблему ветроэнергетики в СТС можно будет решить методом народной стройки с небольшими локальными вложениями, заинтересовав в этом индивидуальных инвесторов, жителей отдалённых сёл, небольших населённых пунктов и т.д.

Таким же образом может быть решена потребность в электрической энергии в процессе строительства СТС, особенно в малоосвоенных и труднодоступных районах, где отсутствуют промышленные линии электропередач, например, при продлении трассы в перспективе через Кавказский хребет на север, до Майкопа.

Рассредоточенность ветроустановок вдоль СТС сыграет положительную роль, т.к., наряду с безветрием, всегда будут участки с сильными ветрами, за счёт которых, собственно, и будет обеспечиваться электроэнергией вся трасса.

2.9.2. Линейные города

Трассы СТС позволят также решать демографические проблемы. Вдоль них, в пределах пешеходной доступности, благодаря экологической чистоте транспортной инфраструктуры и бесшумности движения экипажей, могут быть построены линейные города, гармонично вписанные в окружающую горную природную среду. При этом не понадобится вырубать лес, строить автомобильные дороги и тому подобным образом нарушать биогеоценоз в зоне застройки. Здесь легко будет развить также сельское хозяйство и экологически чистую промышленность. Это будут очаги рационально организованного общества. Создание такого линейного города потребует меньших капитальных вложений, чем при традиционной застройке. Это окажется просто выгодным, ибо жизнь в нормальных природных и социальных условиях станет для человека более важной, чем обладание той или другой вещью. Так будут заложены зародыши будущей жизни общества, жизни в единении с природой, а не в противопоставлении ей.

Линейный город может быть продлён и на море (рис. 9), т.к. каждая анкерная опора СТС легко может быть совмещена с необычным и архитектурно выразительным зданием морского отеля, ресторана, спортивно-оздоровительного комплекса, отсыпанного вокруг неё в виде острова, пляжа и т.п., которые будут соединены друг с другом и берегом высокоскоростной трассой. Это обеспечит особую популярность таких мест отдыха и развлечений не только у отдыхающих и туристов, но и у местных жителей. Благодаря такому оригинальному и экзотическому решению в значительной степени увеличатся пассажиро- и грузопотоки по трассе СТС, повысится прибыльность её эксплуатации и снизится срок окупаемости основных капиталовложений.

Проблема создания инфраструктурных элементов линейного города может быть решена за счёт других инвесторов, которым будет продано право строительства указанных зданий и сооружений.

2.10. Эстетическое восприятие и комфорт

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.

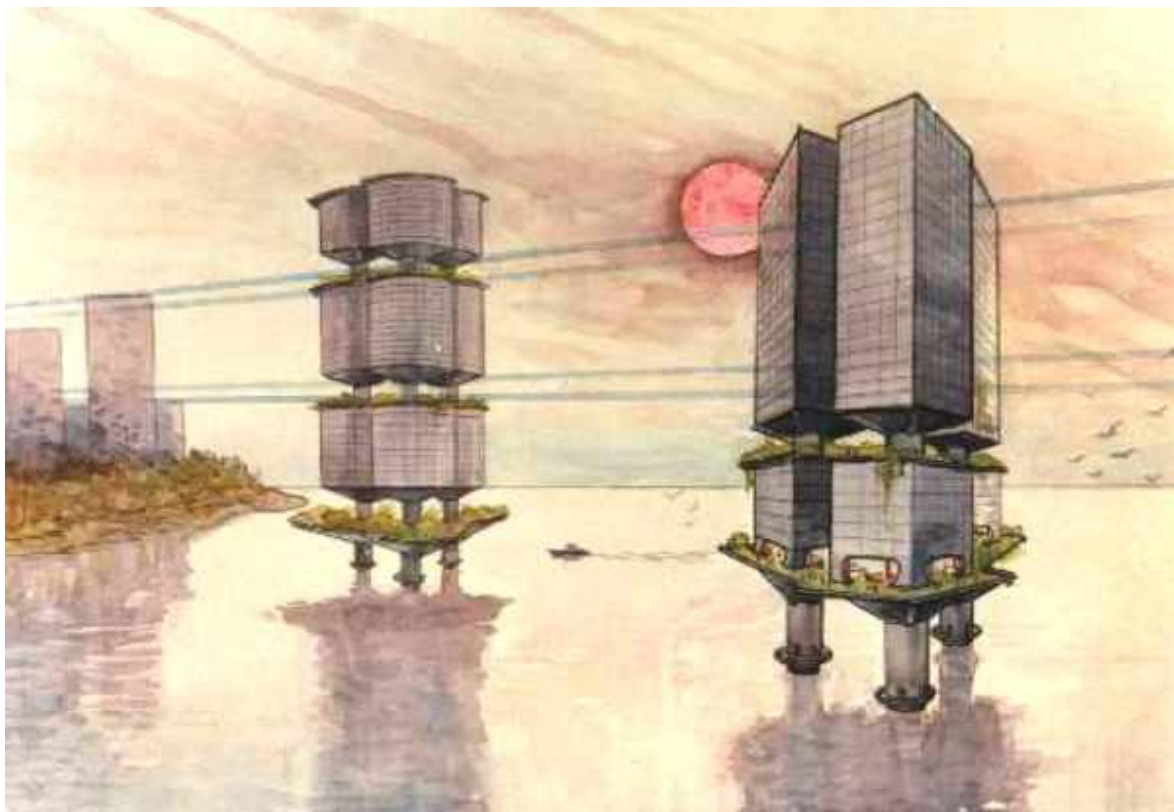


Рис. 9. Линейный город по трассе СТС на шельфе моря

СТС даст человеку возможность наряду с комфортным решением основной функциональной задачи - быстрой доставкой пассажира в пункт назначения - решать эстетические функции. Большая площадь остекления, комфортные сидения, мягкий бархатный путь превратят обычную дорогу в наслаждение окружающей природой с высоты птичьего полёта.

Эстетика ажурных конструкций пути, опор и станций хорошо впишется в ландшафт местности без нарушения её экологии и без разрушения даже мелких её природных элементов, а также - в исторический стиль городов и посёлков по трассе, дополнив их вкраплениями современных архитектурных форм.

Каждый экипаж будет снабжён системой кондиционирования воздуха, пассажирам будет предоставлен широкий набор дополнительных услуг: многоканальное музыкальное и телевизионное вещание, междугородная телефонная связь, специальные услуги для бизнесменов, пассажиров с детьми и инвалидов. Экипажи СТС герметичны, будут оснащены системой вакуумных или химических туалетов, исключающих сброс на путь отходов.

По желанию пассажиров, экипаж может остановиться на любой из промежуточных станций, т.е. через каждые 5...10 минут пути.

2.11. Технология строительства

Заранее изготовленную струну растягивают с помощью технологического оборудования до заданного значения (в качестве контрольного параметра используют усилие натяжения или удлинение струны при растяжении) и жёстко прикрепляют её концы, например, сваркой, к анкерным опорам. Промежуточные опоры устанавливают предварительно, либо в процессе натяжения струны, либо после натяжения. После установки промежуточных опор и натяжения струн по ним пускают технологическую платформу, которая может самостоятельно перемещаться и жёстко фиксировать своё положение относительно опор. С помощью платформы последовательно, пролёт за пролётом, устанавливают полый корпус рельса, фиксируют его в проектном положении, заполняют заполнителем, устанавливают головку рельса, поперечные планки и выполняют другие работы, необходимые по устройству путевой структуры. Все эти работы легко поддаются механизации и автоматизации и могут выполняться круглосуточно в любую погоду. Благодаря этому будет обеспечена высокая скорость поточного строительства СТС (порядка 1000 м в сутки), его низкая трудоёмкость и себестоимость. Для устранения микронеровностей и микроволнистости рабочих поверхностей смонтированной головки рельса и её поперечных беззазорных стыков возможна их сошлифовка по всей длине транспортной системы.

Технология строительства СТС показана на рис.10.

Строительство СТС может осуществляться также с помощью специального строительного комбайна, когда струна и другие нагружаемые элементы рельса натягиваются не на анкерную опору, а на комбайн. Комбайн, двигаясь вдоль трассы с помощью шагающих ног-опор, оставит после себя смонтированные промежуточные опоры с готовым рельсовым путём, который при достижении анкерных опор прочно соединит с ними. Такую технологию будет легко реализовать на морском участке СТС, т.к. создание строительного комбайна может быть дешевле выполнения морских работ традиционными методами (например, только стоимость аренды плавучих кранов, сваебойной и другой специальной техники для сооружения опор на морском участке трассы может достичь 15...20 млн. USD). Однако это требует дополнительных исследований.

На протяжении 16 км, между Адлером и пос. Красная Поляна, переходя с одного на другой берег р.Мзымта, проходит высоковольтная линия электропередач (110 кВ), которая в значительной степени усложнит технологию строительства СТС. В частности, ограничит, а на отдельных участках – исключит возможность использования подъёмных кранов. Для таких участков трассы разработаны специальные

самоцентрирующиеся и самофиксирующиеся опоры СТС, которые могут быть в сжатые сроки установлены с помощью вертолѐта. Это позволит удешевить строительно-монтажные работы, т.к., например, стоимость эксплуатации вертолѐта МИ-8 составляет в настоящее время около 900 USD/час.

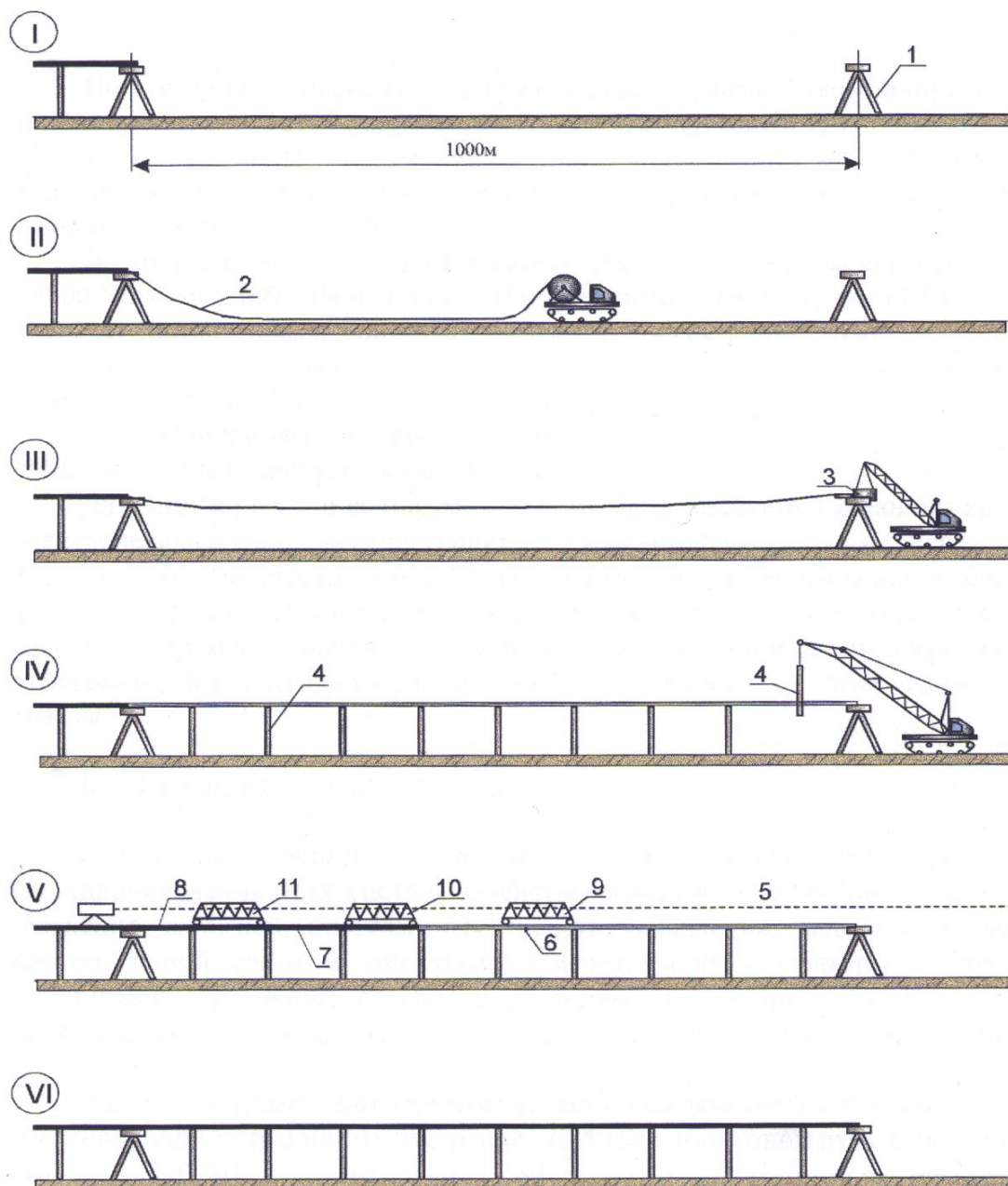


Рис. 11. Технология строительства трассы СТС:

1 - анкерная опора; 2 - канат (элемент струны); 3 - механизм натяжения каната; 4 - промежуточная опора; 5 - визирная линия; 6 - поперечная планка; 7 - корпус рельса; 8 - головка рельса; 9, 10, 11 - технологические платформы для установки, соответственно: поперечных планок, корпуса рельса и головки рельса;

I - строительство анкерной опоры; II - раскладка канатов струны вдоль трассы; III - натяжение и анкеровка струны; IV - установка промежуточных опор; V - монтаж элементов рельса и путевой структуры; VI - готовый участок трассы.

2.12. Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели участка двухпутной трассы протяжённостью 1 км каждая представлены в табл. 5-7, а их общая стоимость - в табл. 8-10.

При определении стоимости конструкций использовались следующие укрупнённые цены: металлоконструкции, в зависимости от сложности и марки используемой стали - 1500...5000 USD/т; конструкции из алюминия - 5000 USD/т; железобетонные конструкции - 500...750 USD/м³ для сборного железобетона, 500 USD/м³ - для монолитного железобетона и 200 USD/м³ - для бетона. Предусмотрено 6 промежуточных станций стоимостью 2,5 млн. USD каждая. Стоимость вокзалов (4 шт.) и технологических помещений определялась из расчета - 2000 USD/м² площади вокзала (общестроительные работы плюс инженерное и технологическое оборудование), 1000 USD/м² площади депо и гаражей (мастерских) и 500 USD/м² обустроенной территории грузовых терминалов (3 шт.).

Стоимость двухпутной трассы в среднем составит 1,65 млн. USD/км на морском участке и 1,25 млн. USD/км на сухопутном участке, а однопутной – 0,75 млн. USD/км. Стоимость всей транспортной системы, имеющей протяженность 92 км, с учётом инфраструктуры - 235 млн. USD, а с учётом стоимости подвижного состава – 250 млн. USD.

Основные технико-экономические показатели трассы представлены в табл. 11, а затраты на перевозки по ней (себестоимость проезда одного пассажира и перевозки одной тонны груза) - в табл. 12. При расчётах использовались следующие данные, не приведённые в таблицах: стоимость электроэнергии - 0,081 USD/кВт·час; окупаемость транспортной системы: на 70% за счет пассажирских перевозок и на 30% - за счет грузовых.

Себестоимость проезда пассажира, например, из Сочи в Энгельмановы Поляны (92 км) при усреднённом пассажиропотоке 20 тыс. пасс./сутки составит 2,70 USD, одной тонны груза (при 10 тыс. тонн/сутки) – 2,42 USD. При этом транспортная система будет давать нормативную прибыль 12,3 млн. USD/год. Прибыль от эксплуатации трассы может быть значительно увеличена, если повысить стоимость пассажирских билетов, например, до 8 USD/пасс. Это даст дополнительную прибыль по трассе (при 20 тыс. пасс./сутки) в 38,7 млн. USD/год. При этом СТС окупит себя за 4,6 года. При цене билета 10 USD/пасс. Трасса окупится за 3,6 года, а при пассажиропотоке 30 тыс. пасс./сутки – за 2,4 года.

Себестоимость проезда пассажира (при пассажиропотоке 20 тыс. пасс./сутки) на участке «Сочи – Адлер» (26 км) составит 0,76 USD, на

участке «Адлер – Красная Поляна» – 1,26 USD и «Красная Поляна – Энгельмановы Поляны» – 0,68 USD. Соответственно себестоимость перевозки тонны груза составит 0,68; 1,13 и 0,61 USD (при грузопотоке 10 тыс. тонн/сутки).

Низкая себестоимость перевозок по транспортной системе СТС обусловлена невысокой стоимостью трассы и небольшими удельными энергозатратами на тягу (например, экипаж СТС при прочих равных условиях экономичнее высокоскоростного легкового автомобиля, в пересчёте на одного пассажира, в 12 раз, из них: в 3 раза - за счёт улучшения аэродинамики при высоких скоростях движения, в 2 раза - за счёт более высокого коэффициента полезного действия двигателя и в 2 раза - за счёт увеличения вместимости), т.к. для достижения скорости 300 км/час десятиместному экипажу достаточно иметь двигатель мощностью всего 80 кВт. Себестоимость перевозок может быть ещё более снижена, если по трассе СТС будут размещены собственные электростанции, стоимость выработки электроэнергии на которых может быть ниже заложенных в проект 0,081 USD/кВт·час (такова стоимость электрической энергии, отпускаемой в г.Сочи промышленным предприятиям).

Для того, чтобы максимально увеличить пассажиро- и грузопотоки целесообразнее всего ввести дифференцированную стоимость проезда пассажиров, чтобы при внутригородских перевозках СТС могла конкурировать с автобусами и маршрутными такси. Поскольку г.Сочи вытянут вдоль побережья Чёрного моря, то и внутригородское сообщение осуществляется преимущественно вдоль него, т.е. – вдоль будущей трассы СТС. При цене билета, одинаковой с проездом на внутригородском автобусе (на участке «Сочи – Адлер» около 1 USD/пасс.), до 10...20% внутригородских перевозок перешли бы к СТС. А это может составить 50...100 тыс. пасс./сутки и даст дополнительную прибыль 4,4...8,8 млн. USD/год. Отдыхающие же туристы, проезжающие Адлер транзитом, например, в Красную Поляну, будут платить за проезд 8 USD/пасс. Такой подход повысит окупаемость СТС и снизит финансовые риски для инвестора, который вложит свои средства в строительство высокоскоростной магистрали.

Таблица 5

Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км двухпутной трассы СТС
на морском участке («Сочи – Адлер»)

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объём, куб. м.	
1. Рельс-струна, всего				400
В том числе:				
1.1. Головка	Сталь	96	-	144
1.2. Корпус	Алюминиевый лист	5	-	25
1.3. Струна	Стальная проволока	79	-	120
1.4. Заполнитель	Композит	-	45	20
1.5. Клеевая мастика	Композит	1	-	5
1.6. Защитная оболочка струны	Полимер	4	-	20
1.7. Гидроизоляция струны	Полимер	2	-	10
1.8. Прочее		-	-	40
2. Поперечные планки		-	-	40
3. Поддерживающий канат	Стальная проволока	79	-	160
4. Поддерживающая конструкция	Сталь	32	-	50
5. Промежуточные опоры (высота 35 м), всего		-	-	380
В том числе:				
5.1. Столбы	Железобетон	-	94	47
5.2. Перемычки, раскосы	Сталь	34	-	51
5.3. Верхнее строение опор	Сталь	8	-	16
5.4. Подводная часть опоры и фундамент	Железобетон	-	175	88
	Бетон	-	259	52
	Сталь	24	-	36
5.5. Гидроизоляция подводной части опор	Композит	5	-	15
5.6. Окраска надводных конструкций	Краска	4	-	12
5.7. Электроизоляторы	Композит	-	-	26
5.8. Прочее		-	-	37
6. Анкерные опоры (высота 35 м), всего		-	-	270
В том числе:				
6.1. Тело опоры	Железобетон	-	102	51
6.2. Подводная часть опоры и фундамент	Железобетон	-	92	46
	Бетон	-	204	41
	Сталь	26	-	39

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объём, куб. м.	
6.3. Гидроизоляция и окраска конструкций	Композит	3	-	9
6.4. Металлоконструкции	Сталь	12	-	18
6.5. Анкерное крепление	Сталь	4	-	20
6.6. Электроизоляторы	Композит	-	-	18
6.7. Прочее		-	-	28
7. Земляные работы		-	-	20
8. Система электрозапитки рельса		-	-	40
9. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры		-	-	20
10. Система контроля за движением транспортного потока		-	-	20
11. Система аварийного электропитания		-	-	20
12. Система управления движением транспортного потока		-	-	30
13. Площадки для аварийной остановки		-	-	20
14. Проектно-изыскательские работы		-	-	50
15. Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства		-	-	10
16. Прочие работы		-	-	50
15. Непредвиденные расходы		-	-	70
ВСЕГО:				1650

Таблица 6

Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км двухпутной трассы СТС
на участке «Адлер – Красная Поляна»

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объём, куб. м	
1. Рельс-струна, всего				400
В том числе:				
1.1. Головка	Сталь	96	-	144
1.2. Корпус	Алюминиевый лист	5	-	25
1.3. Струна	Стальная проволока	79	-	120
1.4. Заполнитель	Композит	-	45	20
1.5. Клеевая мастика	Композит	1	-	5

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объём, куб. м	
1.6. Защитная оболочка струны	Полимер	4	-	20
1.7. Гидроизоляция струны	Полимер	2	-	10
1.8. Прочее		-	-	40
2. Поперечные планки		-	-	40
3. Поддерживающий канат	Стальная проволока	31	-	62
4. Поддерживающая конструкция	Сталь	16	-	28
5. Промежуточные опоры (высота 25 м), всего		-	-	170
В том числе:				
5.1. Столбы	Железобетон	-	96	48
5.2. Перемычки, раскосы	Железобетон	-	46	23
5.3. Верхнее строение опор	Сталь	8	-	20
5.4. Фундамент	Железобетон	-	48	36
5.5. Электроизоляторы	Композит	-	-	26
5.6. Прочее		-	-	17
6. Анкерные опоры (высота 25 м), всего		-	-	160
В том числе:				
6.1. Тело опоры	Железобетон	-	71	53
6.2. Фундамент	Железобетон	-	36	27
6.3. Металлоконструкции	Сталь	8	-	12
6.4. Анкерное крепление	Сталь	4	-	20
6.5. Электроизоляторы	Композит	-	-	18
6.6.Прочее		-	-	21
7. Земляные работы		-	-	60
8. Система электрозапитки рельса		-	-	40
9. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры		-	-	20
10. Система контроля за движением транспортного потока		-	-	20
11. Система аварийного электропитания		-	-	20
12. Система управления движением транспортного потока		-	-	30
13. Площадки для аварийной остановки		-	-	20
14. Проектно-изыскательские работы		-	-	50
15. Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства		-	-	20
16. Прочие работы		-	-	50
15. Непредвиденные расходы		-	-	60

ВСЕГО:

1250

Таблица 7

Усреднённый расход материалов и стоимость 1 км однопутной трассы СТС
на участке «Красная Поляна – Энгельмановы Поляны»

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объём, куб. м.	
1. Рельс-струна, всего				2100
В том числе:				
1.1. Головка	Сталь	48	-	72
1.2. Корпус	Алюминиевый лист	3	-	15
1.3. Струна	Стальная проволока	39	-	59
1.4. Заполнитель	Композит	-	25	15
1.5. Клеевая мастика	Композит	1	-	10
1.6. Защитная оболочка струны	Полимер	2	-	10
1.7. Гидроизоляция струны	Полимер	1	-	5
1.8. Прочее		-	-	24
2. Поперечные планки		-	-	20
3. Поддерживающий канат	Стальная проволока	16	-	32
4. Поддерживающая конструкция	Сталь	8	-	13
5. Промежуточные опоры (высота 25 м), всего		-	-	110
В том числе:				
5.1. Столбы	Железобетон	-	60	30
5.2. Перемычки, раскосы	Железобетон	-	22	11
5.3. Верхнее строение опор	Сталь	8	-	20
5.4. Фундамент	Железобетон	-	32	24
5.5. Прочее		-	-	25
6. Анкерные опоры (высота 25 м), всего		-	-	70
В том числе:				
6.1. Тело опоры	Железобетон	-	35	18
6.2. Фундамент	Железобетон	-	24	18
6.3. Металлоконструкции	Сталь	4	-	6
6.4. Анкерное крепление	Сталь	2	-	10
6.5. Электроизоляторы	Композит	-	-	9
6.6. Прочее		-	-	18
7. Земляные работы		-	-	40
8. Система электрозапитки рельса		-	-	20
9. Система контроля за состоянием опор и путевой структуры		-	-	10
10. Система контроля за движением транспортного потока		-	-	10
11. Система аварийного электропитания		-	-	10

Конструктивный элемент	Материал	Расход материалов на 1 км трассы		Ориентировочная стоимость, тыс. USD/км
		масса, тонн	объём, куб. м.	
12. Система управления движением транспортного потока		-	-	20
13. Площадки для аварийной остановки		-	-	10
14. Проектно-изыскательские работы		-	-	50
15. Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства		-	-	20
16. Прочие работы		-	-	50
15. Непредвиденные расходы		-	-	55
ВСЕГО:				750

Таблица 8

Стоимость двухпутной транспортной линии СТС
на участке «Сочи – Адлер» (26 км)

№ п/п	Наименование элементов трассы	Количество (объём работ)	Стоимость единицы объёма работ, тыс. USD	Общая стоимость, млн. USD
1	Путевая структура	26 км	650	16,9
2	Опоры	26 км	650	16,9
3	Вокзалы	2 шт.	10000	20
4	Промежуточные станции	4 шт.	2500	10
5	Депо	1 шт.	5000	5
6	Земляные работы	26 км	20	0,5
7	Система электрозапитки рельса	26 км	40	1
8	Система контроля за состоянием опор и путевой структуры	26 км	20	0,5
9	Система контроля за движением транспортного потока	26 км	20	0,5
10	Система аварийного электропитания	26 км	20	0,5
11	Система управления движением транспортного потока	26 км	30	0,8
12	Площадки для аварийной остановки	26 км	20	0,5
13	Проектно-изыскательские работы	26 км	50	1,3
14	Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства	26 км	10	0,3
15	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по адаптации	-	-	5
16	Другие элементы транспортной инфраструктуры трассы	-	-	2
17	Грузовые терминалы	1 шт.	3000	3
18	Прочие работы	-	-	5
19	Непредвиденные расходы	-	-	5,3
ВСЕГО:				95

Таблица 9

Стоимость двухпутной транспортной линии СТС
на участке «Адлер – Красная Поляна» (43 км)

№ п/п	Наименование элементов трассы	Количество (объём работ)	Стоимость единицы объёма работ, тыс. USD	Общая стоимость, млн. USD
1	Путевая структура	43 км	530	22,8
2	Опоры	43 км	330	14,2
3	Вокзалы	1 шт.	10000	10
4	Промежуточные станции	1 шт.	2500	2,5
5	Гараж-мастерская	1 шт.	2000	2
6	Земляные работы	43 км	60	2,6
7	Система электрозапитки рельса	43 км	40	1,7
8	Система контроля за состоянием опор и путевой структуры	43 км	20	0,9
9	Система контроля за движением транспортного потока	43 км	20	0,9
10	Система аварийного электропитания	43 км	20	0,9
11	Система управления движением транспортного потока	43 км	30	1,3
12	Площадки для аварийной остановки	43 км	20	0,9
13	Проектно-изыскательские работы	43 км	50	2,2
14	Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства	43 км	20	0,9
15	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по адаптации	-	-	5
16	Опытный (однопутный) участок трассы СТС	5 км	1000	5
17	Приобретение лицензии (на патент)	-	-	10
18	Другие элементы транспортной инфраструктуры трассы	-	-	2
19	Грузовые терминалы	1 шт.	3000	3
20	Прочие работы	-	-	5
21	Непредвиденные расходы	-	-	6,2
ВСЕГО:				100

Таблица 10

Стоимость однопутной транспортной линии СТС
на участке «Красная Поляна – Энгельмановы Поляны» (23 км)

№ п/п	Наименование элементов трассы	Количество (объём работ)	Стоимость единицы объёма работ, тыс. USD	Общая стоимость, млн. USD
1	Путевая структура	23 км	275	6,3
2	Опоры	23 км	180	4,1
3	Вокзалы	1 шт.	10000	10
4	Промежуточные станции	1 шт.	2500	2,5
5	Земляные работы	23 км	40	0,9
6	Система электрозапитки рельса	23 км	20	0,5
7	Система контроля за состоянием опор и путевой структуры	23 км	10	0,2
8	Система контроля за движением транспортного потока	23 км	10	0,2
9	Система аварийного электропитания	23 км	10	0,2
10	Система управления движением транспортного потока	23 км	20	0,5
11	Площадки для аварийной остановки	23 км	10	0,2
12	Проектно-изыскательские работы	23 км	50	1,2
13	Стоимость отвода земли и её подготовки для строительства	23 км	20	0,5
14	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по адаптации	-	-	2
15	Другие элементы транспортной инфраструктуры трассы	-	-	1
16	Грузовые терминалы	1 шт.	3000	3
17	Прочие работы	-	-	3
18	Непредвиденные расходы	-	-	3,7

ВСЕГО:

40

Таблица 11

Технико-экономические показатели транспортной линии СТС
«Сочи – Адлер – Красная Поляна – Энгельмановы Поляны»

Показатель	Величина
1. Характеристики транспортной линии	
1.1. Общая стоимость, млн. USD	250
В том числе:	
- трассы СТС	235
- подвижного состава	15
1.2. Амортизационные отчисления, %	5
1.3. Годовые эксплуатационные издержки и затраты по содержанию и текущему ремонту, тыс. USD/км	10
1.4. Нормативный срок окупаемости, лет	20
1.5. Протяжённость трассы, км	92
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. Грузоподъёмность, кг:	
- пассажирский	2000
- грузовой	4000
2.4. Масса транспортного модуля (нетто), кг	1500
2.5. Коэффициент использования на линии	0,75
2.6. Резерв парка подвижного состава, %	20
2.7. Среднеходовая скорость, км/час	300
2.8. Мощность двигателя, кВт:	
- пассажирский	80
- грузовой	40
2.9. Годовой пробег одного экипажа на плече 92 км, тыс. км:	
- пассажирский	1007
- грузовой	1007
2.10. Годовой объём перевозок одним транспортным модулем (на плече 92 км):	
- пассажиров, тыс. чел.	109
- грузов, тыс. тонн	44
2.11. Удельные энергозатраты на тягу:	
- пассажирский, кВт·час/пасс.·км	0,027
- грузовой, кВт·час/т·км	0,033
2.12. Амортизационные отчисления, %	10
2.13. Годовые эксплуатационные издержки, % от стоимости экипажа	10
2.14. Срок окупаемости, лет	10

Таблица 12

Затраты на перевозки по транспортной линии СТС
«Сочи – Адлер – Красная Поляна – Энгельмановы Поляны» (92 км)

Показатель	Объём перевозок (в обе стороны)					
	пассажирские, тыс. пасс./сутки			грузовые, тыс. т/сутки		
	20	50	100	50	100	200
1. Приведённые затраты (плечо 92 км):						
- USD/пасс.	5,03	2,80	1,29	-	-	-
- USD/тонну груза	-	-	-	2,42	1,40	0,80
В том числе:						
1.1. Издержки по транспортной линии, всего	4,68	2,35	0,94	2,02	1,00	0,40
в том числе:						
- амортизационные отчисления	2,25	1,13	0,45	0,97	0,48	0,19
- эксплуатационные издержки	0,18	0,09	0,04	0,08	0,04	0,02
- отчисления на прибыль	2,25	1,13	0,45	0,97	0,48	0,19
1.2. Издержки по подвижному составу, всего	0,35	0,35	0,35	0,40	0,40	0,40
в том числе:						
- амортизационные отчисления	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- эксплуатационные издержки	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- отчисления на прибыль	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- стоимость электроэнергии	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25
2. Количество экипажей, обслуживающих всю линию (при средней дальности перевозок 92 км), шт.	40	80	200	90	180	450
3. Стоимость подвижного состава, млн. USD	2	4	10	1,8	3,6	9
4. Средний интервал между соседними экипажами в транспортном потоке (одиночные экипажи на одной линии):						
- во времени, сек	17,3	86,4	34,6	69,1	34,6	13,8
- в расстоянии, км	14,4	7,2	2,9	5,8	2,9	1,2

3. Технико-экономическое сравнение СТС с другими вариантами высокоскоростной трассы

3.1. Общие сведения

Технико-экономическое сравнение СТС целесообразно вести в сравнении с железнодорожным, автомобильным, воздушным транспортом и поездами с магнитным подвесом. Главными конкурентами СТС будут автомобильный и традиционный железнодорожный транспорт.

Во всех случаях технико-экономических сравнений большое значение должно придаваться удельному расходу электроэнергии на перевозки. Транспортные модули СТС имеют сравнительно низкий удельный расход энергии при движении. Например, при скорости 300 км/час: 0,027 кВт·час/пасс·км для пассажирских и 0,033 кВт·час/т·км для грузовых перевозок. Высокий КПД двигателя, низкие потери энергии на движение (высокие аэродинамические качества и низкие механические потери при движении жёсткого колеса по ровному жёсткому пути) сделают транспорт СТС самым экономичным из всех существующих видов скоростного транспорта, имеющих такую же скорость движения. Это снизит потребление электроэнергии по сравнению со скоростными железными дорогами в том же измерении в 5 раз, в 10 раз в сравнении с поездами на магнитном подвесе и в 20 раз в сравнении с реактивными самолётами.

Трасса СТС имеет низкую материалоемкость и, соответственно, стоимость. Например, для строительства опорной части СТС потребуется небольшое количество железобетона - 280 м³/км для двухпутной трассы с высотой опор 15 м. А с учётом его расхода на станции и сопутствующие системы, количество железобетона составит около 500 м³/км. Для сравнения: расход железобетона только на ограждение скоростных железных дорог и трасс поездов на магнитном подвесе достигает 750 м³/км.

Затраты на выполнение земляных работ и, соответственно, их объём также невелики. Трасса СТС может пройти без насыпей и выемок по любой местности. Земляные работы будут иметь локальный характер (бурение посадочных скважин под опоры в объёме 100 - 200 м³/км), либо будут отсутствовать полностью в случае устройства свайного фундамента опор. Для сравнения: объём перемещаемого грунта при строительстве километра современной автострады и железной дороги составляет 10000...50000 м³, а в пересечённой и горной местности превышает 100000 м³.

Столь же невелико и использование других конструкционных материалов для путевой структуры и опор СТС, в качестве которых

будут использоваться недорогие и доступные материалы, выпускаемые промышленностью.

Стоимость подвижного состава в СТС можно оценить в сравнении с легковыми автомобилями, которые наиболее близки как по габаритам, так и конструктивно.

Серийно выпускаемые для СТС электродвигатели мощностью 25...50 кВт будут в 1,5...2 раза дешевле двигателя внутреннего сгорания такой же мощности, а также - надёжнее, долговечнее и проще в эксплуатации и обслуживании.

Корпус транспортного модуля СТС будет дешевле корпуса автомобиля такого же размера благодаря более простой конструкции (отсутствие радиатора, дверей, багажника, капота, фар, габаритных, тормозных и других фонарей, стеклоочистителя, механизмов подъёма стекол и т.д.).

Ходовая часть и подвеска экипажа СТС будет также проще и дешевле, чем у автомобиля (отсутствие ненадёжных и дорогих резиновых шин, механизмов поворота колёс, упрощение подвода вращающего момента к неповоротным колёсам, отсутствие требований к проходимости по плохим дорогам и т.д.).

Система управления оборотами двигателя и вращающим моментом на колесе в обоих транспортных средствах примерно равны по стоимости и сложности (в СТС это блок управления оборотами электродвигателя, в автомобиле - коробка передач, сцепление, система управления подачей топлива в двигатель и др.).

Система управления движением экипажа будет значительно проще и дешевле, чем у автомобиля, т.к. управляемых параметров будет немного: скорость движения, расстояние до ближайших экипажей и местонахождение (координата) экипажа на линии. О сложности управления автомобилем говорит хотя бы тот факт, что, несмотря на прогресс в компьютерной технике, на сегодняшний день с этой задачей может справиться только мозг водителя (фактор водителя необходимо учитывать в системе управления автомобилем и в определении её стоимости: сегодня во всём мире ежедневно отдают управлению автомобилем несколько часов - и это при нехватке времени у людей - миллионы человек). Поэтому с задачей управления экипажем СТС справится недорогой контроллер с защитой в него программой управления, который будет контролироваться и управляться линейными компьютерами, объединёнными в сеть. В систему же управления автомобилем кроме водителя и исполнительных механизмов (руль, рулевая колонка, механизм поворота колёс, педали газа, тормоза и сцепления, механизм переключения скоростей и др.) входит и целая система визуализации информации, необходимой для управления, которая отсутствует в СТС: стеклоочиститель на лобовом стекле с

механизмами приведения в движение и подачи моющей жидкости (обеспечивают чистоту стекла и, соответственно, видимость дороги), фары, подфарники, габаритные огни, приборная панель, зеркала, звуковой сигнал и т.п.

Интерьер и экстерьер салона экипажа СТС и автомобиля будут примерно одинаковы и будут изменяться в широких пределах в зависимости от вкусов заказчика.

Кроме этого, в экипаже СТС и в самой транспортной системе отсутствуют такие элементы, как: бак для горючего (и, соответственно, цепочка сопутствующих элементов: заправочные станции по трассе, нефтеперерабатывающие заводы, выпускающие бензин и дизельное топливо, нефтепроводы, нефтяные скважины); система подачи топлива в двигатель; система отвода, глушения и дожигания выхлопных газов (например, ужесточение в ряде стран экологических требований к автомобилю в последнее время привело к значительному его удорожанию).

С учётом приведенных аргументов можно спрогнозировать, что при серийном производстве экипаж СТС будет в 1,5...2 раза дешевле легкового автомобиля или микроавтобуса такой же вместимости и комфортности и, таким образом, - доступнее для личного пользования (в перспективе, благодаря преимуществам СТС перед другими видами транспорта, может быть создана такая же обширная струнная транспортная сеть, что и нынешняя сеть автомобильных дорог).

3.2. Высокоскоростная железная дорога

Высокоскоростные железнодорожные магистрали (ВСМ), рассчитанные на скорость движения поездов 250...300 км/час, находят все большее применение во всем мире. Их развитие признано приоритетным в транспорте и, например, Совет Министров Европейского Сообщества планирует вложить в их строительство около 300 млрд. экю (до 2010 г.).

Обычный железнодорожный транспорт не подходит для ВСМ. Более того, осадка земляного полотна под ВСМ не должна превышать 1 мм, поэтому при строительстве дороги придется вынимать слабые грунты на глубину в несколько метров. Слабые грунты, как правило, размещены в низинах, поймах рек, заболоченных участках и представляют естественную гидросистему, которая накапливает и распределяет влагу между реками. Засыпка грунта (и его уплотнение) в таких объёмах нарушит естественный водоток, что будет иметь серьёзные последствия: обезвоживание одних территорий, заболачивание других, потеря лесных массивов, пахотных земель и т.п. По сути дела насыпь высокоскоростной магистрали станет дамбой

(плотиной) для грунтовых и поверхностных вод. Кроме того ВСМ требует специального ограждения (с обеих сторон) и шумозащитных экранов, что является непреодолимым препятствием для диких и домашних животных, сельхозтехники и т.п. В общей сложности для ВСМ требуется отчуждение земли в размере 3,2 гектара/км (данные по Германии), а для всей трассы «Сочи – Энгельмановы Поляны» потребуется изъять у землепользователя 220 гектаров достаточно дорогой земли.

Высокоскоростной поезд является достаточно сильным источником шума и вибрации почвы. Это и неудивительно. Ведь его масса - сотни тонн, длина - сотни метров, мощность двигателя - тысячи киловатт. Поезд имеет большое количество выступающих частей, разъемов, стыков, каждый из которых является источником шума. Одна колесная пара весит около тонны и она не может не стучать даже на микронеровностях пути, не говоря уже о макронеровностях, например, рельсовых стыках.

Главный недостаток ВСМ - дороговизна. Например, эксперты Европейского банка реконструкции и развития осуществляли экспертизу трассы ВСМ «С.Петербург – Москва» (660 км). По их мнению строительство ВСМ обойдется в 10...15 млрд. USD, стоимость проезда пассажира по ней - в 123 USD (примерно такие же данные и по западноевропейским ВСМ). Поэтому трасса ВСМ «Сочи – Энгельмановы Поляны» может быть оценена в 1,5...2 млрд. USD, а стоимость проезда пассажира на плече 92 км – 17 USD. Эти цифры почти в десять раз выше, чем у СТС.

Средств, необходимых для строительства ВСМ «Сочи – Энгельмановы Поляны» было бы достаточно для строительства обустроенных трасс СТС общей протяженностью около тысячи километров.

3.3. Анализ возможности применения автотранспорта

Как известно, автомобильный транспорт на расстояниях свыше 200...400 км по отношению к железнодорожному и воздушному является не конкурирующим, а дополняющим инфраструктуру единой транспортной системы.

Неконкурентность автомобильного транспорта, как основного, для освоения пассажиро- и грузопотока по трассе ВСМ «Сочи – Энгельмановы Поляны» очевидна, поскольку:

- даже при условии строительства новой многополосной автострады реальная скорость и комфортность передвижения автомобильным транспортом будет гораздо ниже, чем у пассажиров СТС. Средняя скорость легкового автомобиля на горных участках

трассы не превысит 60...80 км/ч, а у автобусов будет еще ниже. Это означает, что время в пути, например, из Сочи в Энгельмановы Поляны составит 1,5 час, в то время как экипаж СТС преодолет это расстояние в три раза быстрее;

- под строительство скоростной автострады (с учётом необходимости устройства разделительных полос движения, многочисленных развязок в разных уровнях типа “клеверный лист”, полос разгона и замедления, стоянок для отдыха и т.д.) необходимо отвести полосу в 2,5...3 раза шире, чем под ВСМ, рассчитанную на такой же пассажиропоток и в 750...900 раз (!) шире, чем под СТС;

- выбросы вредных веществ в атмосферу на СТС будут ниже, чем на ВСМ, где они равны примерно 0,6 грамм на пассажиро-километр, в то время как на автотранспорте они составляют более 10 грамм на пассажиро-километр;

- экипажи СТС будут герметичны, что исключит сброс в окружающую среду вне специальных пунктов сбора в депо продуктов жизнедеятельности пассажиров и бытового мусора. В то же время, как показывает опыт, полоса вдоль автострады подвергается сильнейшему загрязнению бытовыми отбросами автопутешественников;

- сооружение новой многополосной автострады обойдётся чрезвычайно дорого, в 800...1000 млн. USD, в то время как СТС будет стоить всего 235 млн. USD.

3.4. Возможность применения транспортных систем на магнитном подвесе и монорельсовой дороги

Создание транспорта на магнитном подвесе (ТМП) требует решения крупных научно-технических проблем. Фактически ТМП, несмотря на строительство в ряде стран отдельных коротких участков, не вышел за пределы экспериментов. Рассмотрены варианты использования системы “Трансрапид” (ФРГ) с электромагнитным подвешиванием на высоту 10...15 мм и японской системы с электродинамическим подвешиванием и линейным синхронным двигателем, требующим использования эффекта сверхпроводимости. Объем капиталовложений в ТМП в 4...5 раз больше, чем в ВСМ и в 30...50 раз больше, чем в СТС. Например, стоимость запланированного строительства трассы “Трансрапид” “Берлин - Гамбург” (Германия) протяжённостью около 300 км оценивается в 19 млрд. DM. Поэтому стоимость ТМП “Сочи – Энгельмановы Поляны”, учитывая более сложные условия её прокладки, может быть оценена в 4...5 млрд. USD.

За указанные средства трассу СТС можно было бы продлить до г.С.-Петербурга.

Монорельсовые дороги значительно дешевле трасс ТМП (6...10 млн. USD/км), но они также значительно уступают по своим характеристикам СТС. В частности, они имеют ограниченную скорость движения, которая обусловлена особенностями динамики подвеса вагона к монорельсу и находится в пределах 100...200 км/час. Поэтому монорельсовая дорога протяжённостью 92 км при стоимости, превышающей стоимость СТС в 2...3 раза (600...800 млн. USD), потребует от пассажира в 2 раза больше времени на проезд (при более высокой стоимости билета).

4. Этапы реализации программы СТС

В первую очередь должен быть осуществлён комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (12 млн. USD) по адаптации, подбору, оптимизации и привязке к конкретному рельефу местности и конкретным условиям эксплуатации конструкторских, технологических, инженерных и других решений, в том числе патентов и ноу-хау, полученных в предыдущие 15 лет автором (по заключению Института независимой экспертизы инвестиционных и кредитных проектов, г.Минск, стоимость нематериальных активов по СТС превышает 14 млрд. USD). 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 в г.Сочи специального конструкторского бюро, несколько научных лабораторий (динамики движения; систем управления, связи и безопасности; электропривода и энергообеспечения; прочности и надежности конструкций) и основных служб (генерального конструктора, главного экономиста, главного технолога, главного инженера, главного строителя, главного энергетика, главного связиста). При наличии соответствующего финансирования и 50...60 конструкторов в СКБ указанные работы могут быть выполнены в течение 2...2,5 лет. Параллельно с НИОКР начнётся проектирование опытного участка СТС протяжённостью 5 километров.

Параллельно с НИОКР необходимо построить опытный участок однопутной трассы (5 млн. USD) и изготовить опытные образцы экипажа (2 млн. USD). При наличии соответствующего финансирования эта работа может быть выполнена в течение 1...2 лет. Опытный участок

может быть построен в той стране, где по мнению инвестора его инвестиции будут защищены, а по мнению разработчика - будут соответствующим образом защищены интеллектуальная собственность и авторские права. Наиболее целесообразно опытный участок построить между Адлером и Красной Поляной, например, в районе аэропорта (на левом берегу р.Мзымта). Это наиболее важный и ответственный этап реализации проекта (при относительно невысокой его стоимости), т.к. он позволит оптимизировать инженерные, конструкторские и технологические решения, снизить технические, эксплуатационные и другие риски, а также – уменьшить стоимость строительства трассы на 30...40 млн. USD.

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 началу 21-го столетия лидирующие позиции на мировом транспортном рынке в области сверхскоростных дорог.

СТС благодаря своей высокой конкурентноспособности быстро сможет завоевать рынок высокоскоростного сообщения. Она создаст новую экономическую нишу, потеснив высокоскоростную железную дорогу, поезда на магнитном подвесе и авиационный транспорт.

Литература

1. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе. / Гомель: “Инфотрибо”. 1995. - 337 с.
2. Юницкий А.Э. Линейная транспортная система. Международная заявка на изобретение РСТ/IB94/00065 от 08.04.94. Заявитель “NTL Neue Transportlinien GmbH” (Германия) и Юницкий А.Э.
3. 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.
4. Юницкий А.Э. Высокоскоростной наземный транспорт НТЛ / Тезисы докладов международной научно-практической конференции “Ресурсо- и энергосберегающие технологии на транспорте и строительном комплексе”, Гомель, 1995, с. 69-70.
5. Юницкий А.Э. Создание струнной транспортной системы (СТС) “Париж - Москва” / Материалы международной конференции по развитию коммуникационной системы Париж – Берлин – Варшава – Минск – Москва. Минск, 1998, с.81-84
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Anatoly E. Yunitsky. Linear transport system. Letters patent Republic of South Africa № 95/2888, 07.04.1995. International classification В65G.