



115487, Москва, ул. Нагатинская, 18/29
тел./факс: (495) 680-52-53, (499) 616-15-48
e-mail: info@unitsky.ru, http: //www.unitsky.ru

Эскизная проработка анкерных и поддерживающих путевых опор, станций, сервисных депо и определение общетехнических показателей будущих трасс СТЮ для условий ХМАО — Югры

Государственный контракт № 7у от 31 мая 2007 г.
на разработку проекта «Генеральная транспортная
стратегия применения и создания трасс струнного
транспорта Юницкого (СТЮ) в Ханты-Мансийском
автономном округе — Югре»

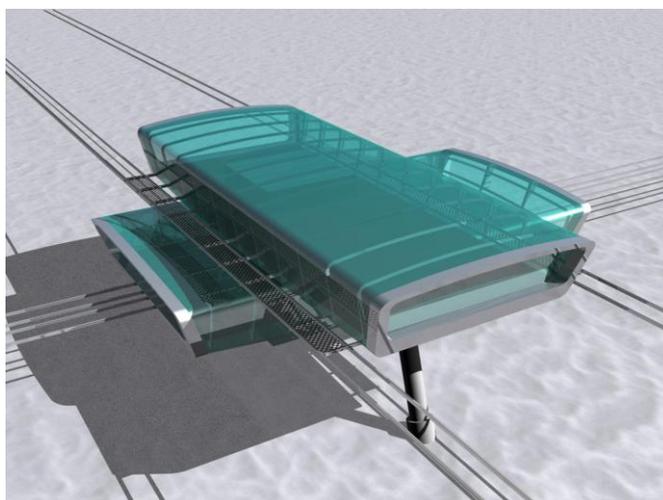
Этап 2. Проведение предпроектных расчетно-конструк-
торских работ

Подэтап 2.3. Эскизная проработка анкерных и поддерживаю-
щих путевых опор

Подэтап 2.4. Эскизная проработка станций и сервисных депо

Подэтап 2.6. Определение общетехнических показателей бу-
дущих трасс СТЮ

Подэтап 2.7. Согласование результатов предпроектных про-
ектно-конструкторских разработок



Исполнитель:
Генеральный директор -
генеральный конструктор
ООО «Струнный транспорт Юницкого»

_____ А.Э. Юницкий
«03» декабря 2007 г.



Список основных исполнителей

Ответственный исполнитель,
главный инженер ООО «СТЮ» _____ А.В. Пархоменко

Исполнительный директор ООО «СТЮ» _____ Д.А. Юницкий

Главный архитектор проекта _____ В.А. Волохин

Начальник конструкторского бюро
«Юнибус» ООО «СТЮ» _____ В.В. Даньщиков

Первый заместитель начальника
конструкторского бюро «Юнибус»
ООО «СТЮ» _____ В.Ю. Акулов

Заместитель начальника конструкторского
бюро «Юнибус» ООО «СТЮ» по
производству и испытаниям _____ В.П. Николаев

Заместитель начальника конструкторского
бюро «Юнибус» ООО «СТЮ» по
перспективному проектированию _____ А.И. Лапцевич

Ведущий конструктор конструкторского
бюро «Юнибус» ООО «СТЮ» _____ В.В. Добровольский

Ведущий конструктор конструкторского
бюро «Юнибус» ООО «СТЮ» _____ А.Н. Синевич



Содержание

Резюме	6
1. Эскизная проработка анкерных и поддерживающих путевых опор	9
1.1. Введение	9
1.2. Анкерные опоры двухрельсового СТЮ	10
1.3. Поддерживающие путевые опоры бирельсового СТЮ	21
1.4. Технология изготовления сварных металлических и железобетон- ных опор	28
1.5. Опоры моноСТЮ	33
1.6. Поддерживающие путевые опоры моноСТЮ	40
1.7. Виды свай, используемых при строительстве анкерных и поддер- живающих опор СТЮ	41
1.7.1. Забивные сваи	41
1.7.2. Буроинъекционные сваи	47
1.7.1. Бурозавинчивающиеся сваи	49
1.8. Контроль состояния свай и фундаментов	51
1.9. Технология монтажа опор бирельсового СТЮ и моноСТЮ	52
1.9.1. Наземный монтаж	52
1.9.2. Воздушный монтаж	54
1.10. Выводы	57
2. Эскизная проработка станций и сервисных депо	58
2.1. Эскизная проработка станций	58
2.1.1. Введение	58
2.1.2. Классификация станций СТЮ	59
2.1.3. Стандарты станций и их специального оборудования	73



2.1.4. Оснащение станций	86
2.1.5. Система контроля управлением доступом пассажиров	96
2.2. Эскизная проработка сервисных депо	97
2.2.1. Введение	97
2.2.2. Виды работ, выполняемых сервисными депо	98
2.2.3. Технологическое оснащение сервисных депо	100
2.2.4. Рабочий персонал сервисных депо	101
3. Определение общетехнических показателей будущих трасс СТЮ для условий ХМАО—Югры	102
3.1. Введение	102
3.2. Краткое описание Струнного транспорта Юницкого	110
3.2.1. Рельс-струна	112
3.2.2. Струна	113
3.2.3. Рельсо-струнная путевая структура	117
3.2.4. Опоры	117
3.2.5. Колесо	118
3.2.6. Транспортный модуль (юнибус)	118
3.2.7. Инфраструктура «второго уровня»	121
3.3. Техничко-экономическое обоснование применения инновационной технологии в ХМАО—Югре	128
3.4. Техничко-экономические показатели трудо-энерго-природосбереже- ния при применении СТЮ в ХМАО—Югре	131
3.5. Новые потребительские свойства транспортной системы «второго уровня»	136
3.6. Стадии и уровень разработки СТЮ	137
3.7. Зависимость общетехнических показателей от трассировки СТЮ	139
3.7.1. Скоростные междугородные трассы	139
3.7.2. Городские грузопассажирские трассы СТЮ	143



3.7.3. Городские грузопассажирские трассы моноСТЮ	144
3.7.4. Грузовые трассы бирельсового СТЮ	146
3.7.5. Грузовые трассы моноСТЮ	147
3.8. Влияние пассажиропотока и грузопотока на оснащение трассы юнибусами, грузовыми терминалами и станциями	149
3.9. Оснащение трасс сервисными депо и стандартизированными элементами	150
3.10. Издержки при эксплуатации трасс СТЮ	151
3.11. Технологические приемы монтажа трассы и их влияние на сроки строительства	152
4. Охрана окружающей среды	154
5. Нормативная и справочная литература	157



Резюме

Струнный транспорт Юницкого (СТЮ) лишен основных недостатков железнодорожного и автомобильного транспорта. В то же время он имеет преимущества авиации и надземных дорог, так как транспортный модуль движется над землей по ажурной путевой структуре.

СТЮ представляет собой специальный (рельсовый) автомобиль — юнибус — на стальных колесах, размещенный на рельсах-струнах, установленных на поддерживающих и анкерных опорах.

Рельсо-струнная путевая структура двухрельсового (бирельсового) СТЮ жестко закреплена в анкерных опорах, установленных через 1—5 км и более, и свободно (шарнирно) размещена на промежуточных опорах-стойках с образованием пролетов длиной 30—40 м и более. Натяжение струн в рельсе-струне от 50 тонн (сверхлегкий СТЮ) до 500 тонн (сверхтяжелый СТЮ).

Однорельсовый СТЮ (моноСТЮ) с подвижными моно-юнибусами имеет один рельс-струну на один путь. Натяжение рельса-струны в моноСТЮ составляет от 25 тонн (сверхлегкий моноСТЮ) до 250 тонн (сверхтяжелый моноСТЮ), что позволяет иметь пролеты до 3000 м.

Опоры СТЮ могут быть выполнены из железобетона (сборного или монолитного), стальных сварных конструкций или высокопрочных алюминиевых сплавов. Фундаменты опор, в зависимости от грунтов на трассе, могут быть свайными (забивные, винтовые, буронабивные или буроинъекционные сваи), либо плитными — монолитными или сворными. Опоры и неразрезной рельс-струна образуют рамную конструкцию, поэтому несущая способность опор увеличена, например, в сравнении с монорельсовой дорогой в 8 раз (стоимость опор, соответственно, снижена). Если опоры СТЮ заменить на насыпь такой же высоты, то насыпь будет значительно дороже опор.

Станции СТЮ классифицируются:



- по площади помещений и расчетной вместимости на внеклассовые (более 1000 м², более 100 пасс.); I класса (до 1000 м², 50—100 пасс.); II класса (до 500 м², 20—50 пасс.); III класса (до 200 м², до 20 пасс.);
- по занимаемой площади (территории) станции делят на малые, средние, большие и крупные;
- по расположению относительно путевой структуры станции делят на продольные, торцевые, торцево-боковые и П-образные.

Станции могут быть одно-, двух- или многопутными, одно-, двух- или многоуровневыми, а по расположению на трассе СТЮ — линейными, конечно-разворотными или поворотными. Станции могут размещаться как на уровне земли, так и на определенной высоте (5—20 м и более); могут располагаться отдельно, примыкать или входить в конструкцию торгового, промышленного, развлекательного, жилого или многофункционального комплекса; могут совмещать несколько пересадочных линий на разной высоте и могут комбинироваться между собой с любой классификационной группой.

Все работы по профилактическому обслуживанию, а при необходимости и ремонт юнибусов, будут производиться в сервисном депо СТЮ. Депо, в зависимости от вида станции и наличия свободных площадей, может располагаться как на этаже станции СТЮ, так и в подвальных или технических (чердачных) помещениях здания. Если сервисное депо располагается в подвальных или чердачных помещениях, юнибусы доставляются на его территорию при помощи специальных лифтов или технологическими подъемными устройствами. Работы в сервисном депо производятся по стандартному технологическому процессу, схожему с работой станций технического обслуживания автотранспортного предприятия.

Географическая специфика ХМАО—Югры — высокая заболоченность, преобладание низких температур, вечная мерзлота, наличие большого числа водных преград, горных массивов в западной части — выдвигает повышенные требования к надежности транспорта. Труднодоступные территории Западной Сибири требуют принципиально новых транспортных технологий, экологически чистых и наиболее эффективных для данного региона. Для обеспечения полной конкурентоспособности региона, его транспортные системы должны быть гибкими, надежными,



долговечными и социально ориентированными. Они не должны вступать в противоречие с окружающей природой и социальной средой, быть транспортным мостом межрегионального и геополитического уровня.

СТЮ способен существенно заполнить «белые пятна» транспортной системы Сибири. Этот вид транспорта проработан теоретически, имеет опытный полигон под Москвой (г. Озеры). Для СТЮ проведены серьезные конструкторские проработки подвижного состава, путевой структуры, опор и всех его основных составных элементов, созданы действующие модели системы, осуществлен комплекс лабораторных, стендовых и полигонных испытаний.

Технико-экономические и экологические характеристики предлагаемого вида транспорта чрезвычайно привлекательны:

- 1) для прокладки рельсо-струнных трасс потребуется незначительное отчуждение земли (в 150—200 раз меньше, чем для автомобильных и железных дорог);
- 2) отпадает необходимость в устройстве насыпей, выемок, тоннелей, мостов, путепроводов, многоуровневых развязок, в вырубке лесов, сносе строений, поэтому СТЮ легко внедряема в городскую инфраструктуру и реализуема в сложных природных условиях: в зоне вечной мерзлоты, в горах, болотистой местности, в зоне водных препятствий при более низких эксплуатационных издержках;
- 3) повышается устойчивость коммуникационной системы к стихийным бедствиям (землетрясения, оползни, наводнения, ураганы), неблагоприятным климатическим условиям (туман, дождь, гололед, снежные заносы, пыльные бури, сильные жара и холод и т.п.) и увеличивается срок службы системы — до 100 лет;
- 4) благодаря низкой материалоемкости и высокой технологичности трассы СТЮ будут дешевле обычных (в 2—3 раза) и скоростных (в 10—15 раз) железных дорог и автобанов (в 3—4 раза), монорельсовых дорог (20—30 раз), поездов на магнитном подвесе (в 30—40 раз), поэтому проезд по СТЮ будет самым дешевым.

1. Эскизная проработка анкерных и поддерживающих путевых опор

1.1. Введение

Опоры подразделяются на анкерные, воспринимающие горизонтальную нагрузку от струн, и на поддерживающие путевые, воспринимающие вертикальную нагрузку. Для трасс СТЮ могут быть использованы либо спроектированные ранее ООО «СТЮ» типовые опоры высотой от 0,5 до 20 м, выполненные из железобетона (сборного или монолитного) и из стальных или алюминиевых сварных конструкций, либо — дополнительно спроектированные опоры по специальным требованиям Заказчика.

Минимальная высота опор бирельсового (двухрельсового) СТЮ, обусловленная безопасным прохождением под путевой структурой СТЮ сельскохозяйственной техники, диких и домашних животных, составляет 3—4 м, на отдельных участках трассы, при необходимости, рельсо-струнная путевая структура может пройти без опор, на уровне земли, либо ниже поверхности земли — в специально устроенных выемках. Максимальная высота опор ограничена лишь экономической целесообразностью. Оптимальная высота опор на равнинной и слабопересеченной местности — 5—6 м.

Для трасс монорельсового СТЮ (моноСТЮ) высота несущих мачт-опор (в среднем 10—20 м) зависит от рельефа местности и фактической длины пролетов (в среднем 200—500 м). При необходимости, высота опор моноСТЮ может достигать высоты 50—100 м и более.

Все опоры СТЮ являются типовыми и состоят из типовых железобетонных, стальных или алюминиевых конструкций.

1.2. Анкерные опоры двухрельсового СТЮ

Анкерные опоры могут быть железобетонными, стальными или выполненными из алюминиевых сплавов.

Фундаменты опор, в зависимости от грунтов на трассе, могут быть свайными (забивные, винтовые, буронабивные или буроинъекционные сваи), либо плитными — монолитными или сборными. Опоры могут быть установлены на любых грунтах, имеющихся в Ханты-Мансийском автономном округе—Югре — от болот до вечной мерзлоты. При необходимости, специальная шпальная решетка и рельсо-струнная путевая структура могут быть заморожены в лед (для ледовых переправ и зимников).

Опоры и неразрезная балка-струна (рельс-струна) образуют жесткую неразрезную или шарнирную рамную конструкцию.

Опоры, в зависимости от рельефа местности и требований к трассе бирельсового СТЮ, будут установлены с шагом: анкерные — 500—3000 м и более, промежуточные — 30—40 м и более. Максимальный шаг анкерных опор составляет 10 км — по максимальной длине стальных проволок для формирования струны, выпускаемых в настоящее время отечественной промышленностью (10.000 м), т.к. концы этих проволок жестко крепятся в анкерных опорах.

Учитывая, что СТЮ не критичен к рельефу местности, трасса может быть проложена по кратчайшему пути — по прямой линии. Но при необходимости рельсо-струнная путевая структура может иметь кривизну как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Эти кривые (в плане и в профиле) могут быть совмещены с анкерными опорами.

Функции струны в СТЮ выполняют не только высокопрочные стальные проволоки самой струны, но и предварительно натянутые (до меньших напряжений, чем проволоки струны) головка рельса и корпус рельса. При этом усилия растяжения в рельсе-струне колеблются в зависимости от температуры воздуха — они будут наибольшими зимой и наименьшими летом.

Усилие предварительного натяжения в рельсе-струне зависит от многих факторов: от длины пролетов, от типа бирельсового СТЮ (сверхлегкий, легкий, средний, тяжелый и сверхтяжелый) и, соответственно, от его колеи (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 и

2,5 м), от массы расчетной подвижной нагрузки и от скорости движения рельсовых автомобилей — чем выше будет скорость их движения, тем жестче должен быть путь и тем более высоким должно быть натяжение в рельсе-струне. Минимальное усилие в рельсе-струне составит 30—50 тонн для сверхлегкого СТЮ и 300—500 тонн — для сверхтяжелого СТЮ.

Анкерные опоры рассчитаны на восприятие горизонтальной нагрузки от струны — как от предварительного натяжения, так и от температурных усилий. Такие нагрузки испытывают только концевые анкерные опоры (установленные по концам трассы), промежуточные же, т.е. технологические, анкерные опоры (их число превышает 90% от всех анкерных опор на трассе) не будут испытывать горизонтальных нагрузок в процессе эксплуатации транспортной системы, т.к. усилия от струны с одной и с другой стороны опоры будут уравнивать друг друга (см. рис. 1.1—1.3).

Поэтому расчетное горизонтальное усилие на анкерную опору будет либо аварийным (в случае обрыва всех струн путевой структуры с одной стороны опоры), либо технологическим — в процессе монтажа, когда данная анкерная опора будет концевой, т.к. трасса далее еще не построена. В штатных режимах эксплуатации трассы анкерные опоры (кроме двух концевых, более мощных опор) не будут испытывать никаких горизонтальных усилий.

Поворотные анкерные опоры (см. рис. 1.4—1.6) служат, например, для обхода препятствий, если подъем на большую высоту путевой структуры на этом участке трассы экономически не выгоден, или для корректировки направления движения.

Минимальный радиус кривых — 20 м, при этом на криволинейных участках трассы радиусом менее 100 м рельс будет выполнен без струн (по типу железнодорожных рельсов) и будет поддерживаться балочными или ферменными пролетными строениями, как обычной конструкции, так и струнного типа.

Железобетонные анкерные опоры, изготавливаемые из тяжелого бетона, предназначены для установки на одно-, двух- или многопутной рельсо-струнной путевой структуре СТЮ с колеей 0,5—2,5 м.

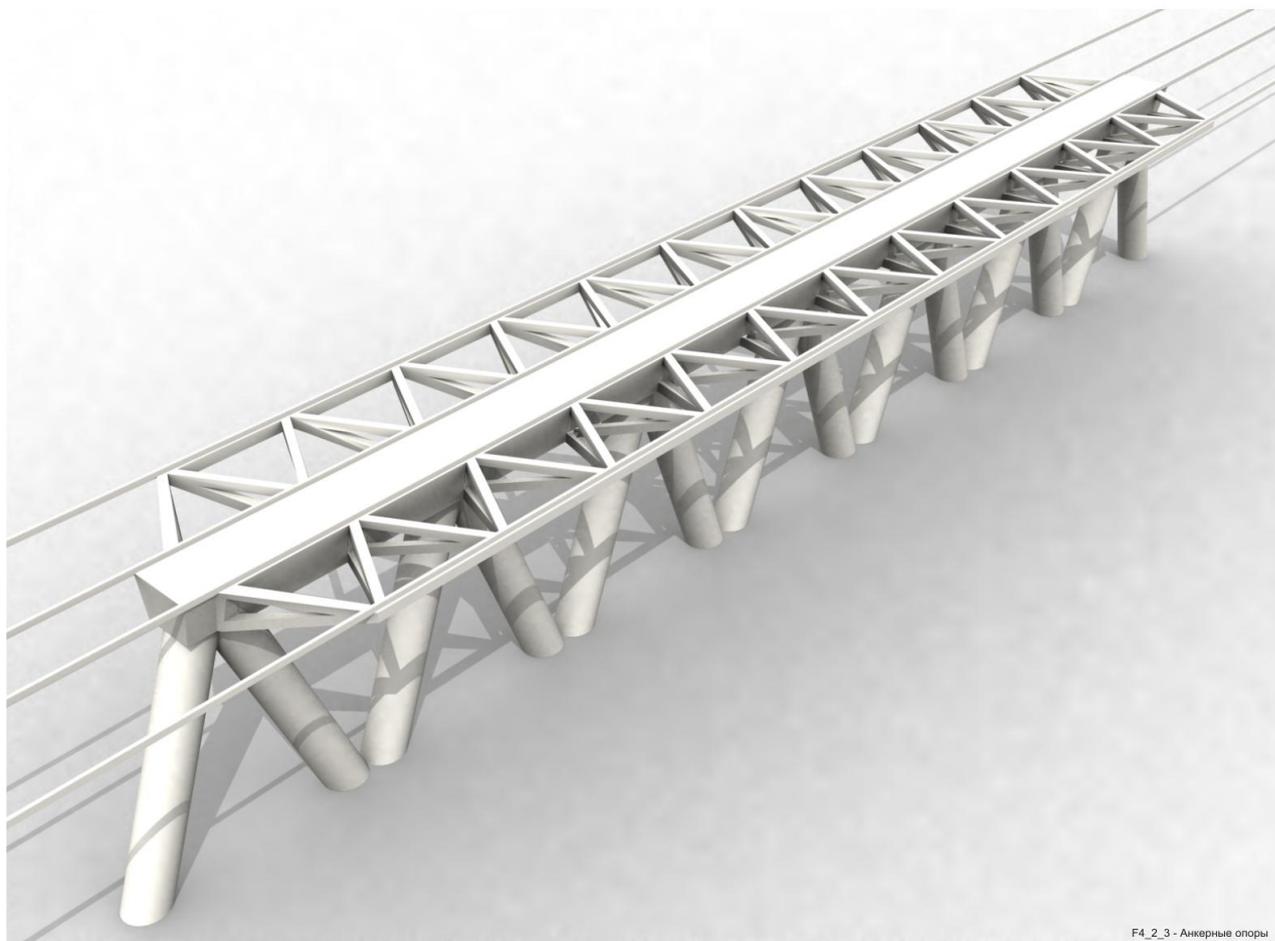
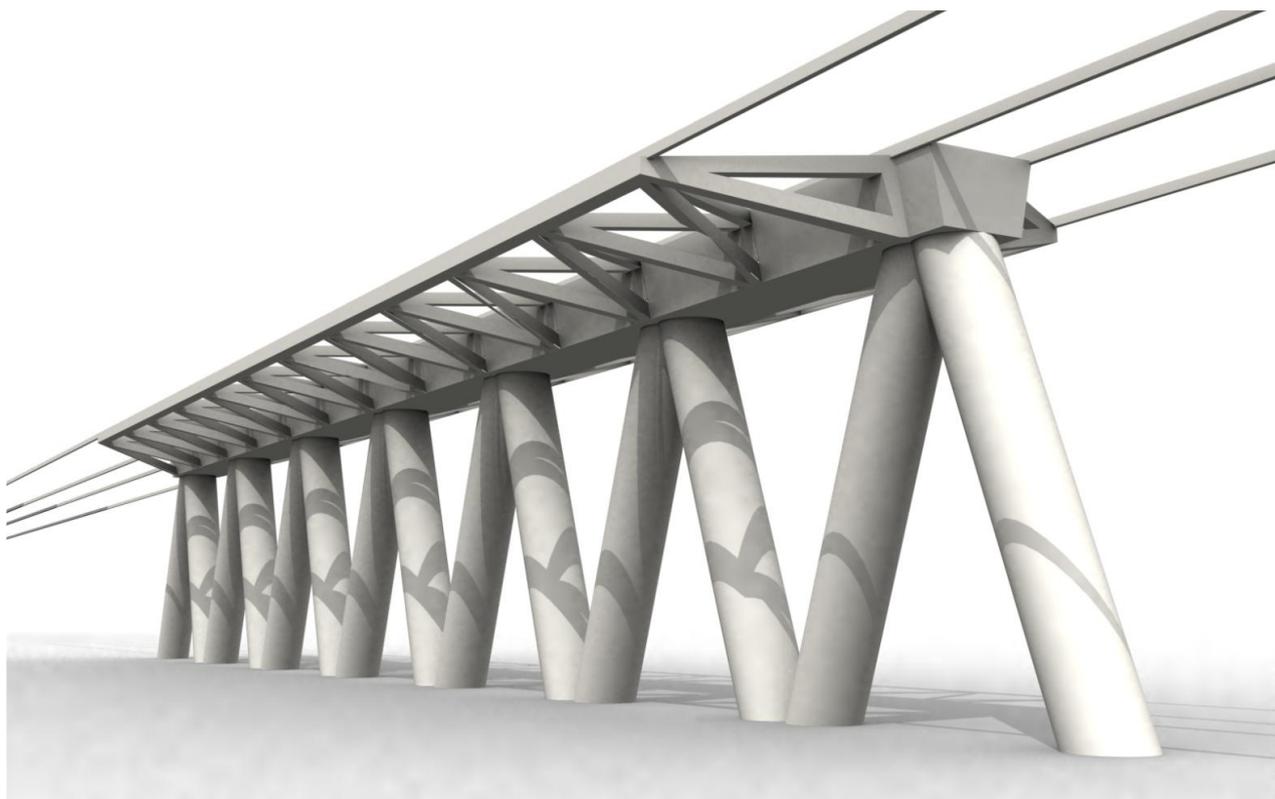


Рис. 1.1. Вариант промежуточной анкерной опоры двухпутного бирельсового СТЮ с круглыми опорными раскосами

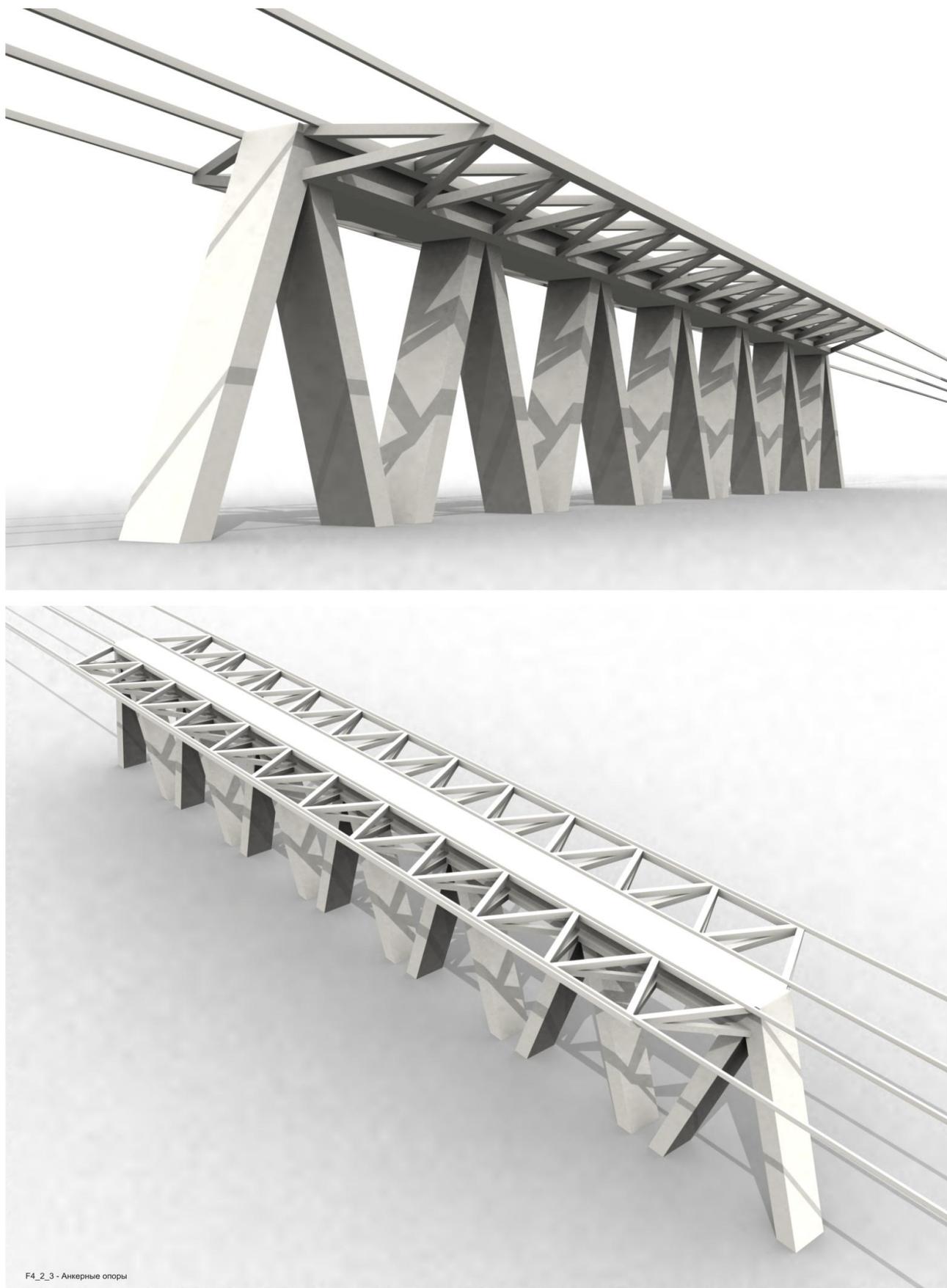


Рис. 1.2. Вариант промежуточной анкерной опоры двухпутного бирельсового СТЮ с прямоугольными опорными раскосами

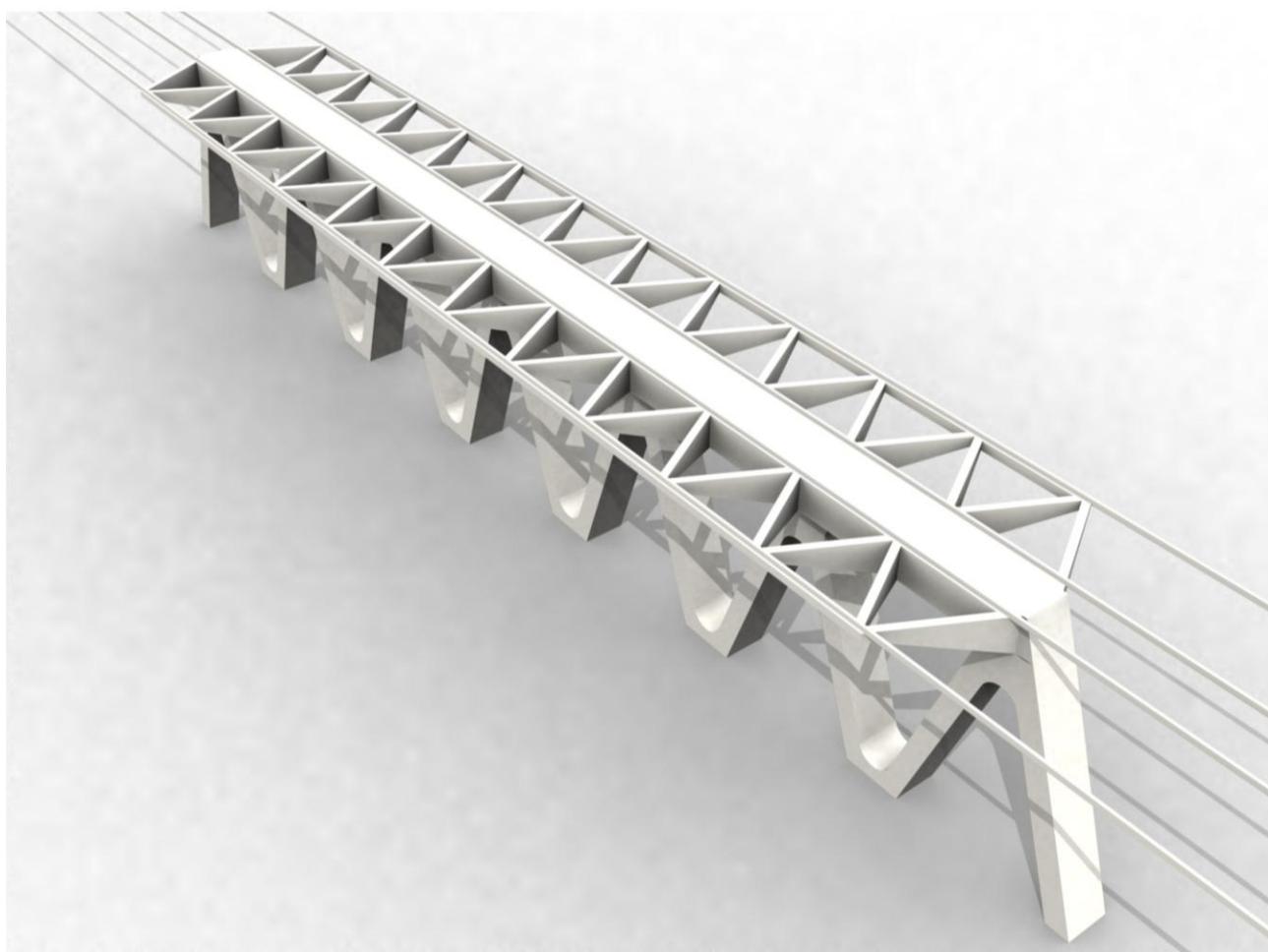


Рис. 1.3. Вариант промежуточной анкерной опоры двухпутного бирельсового СТЮ с прямоугольными опорными и несущими раскосами

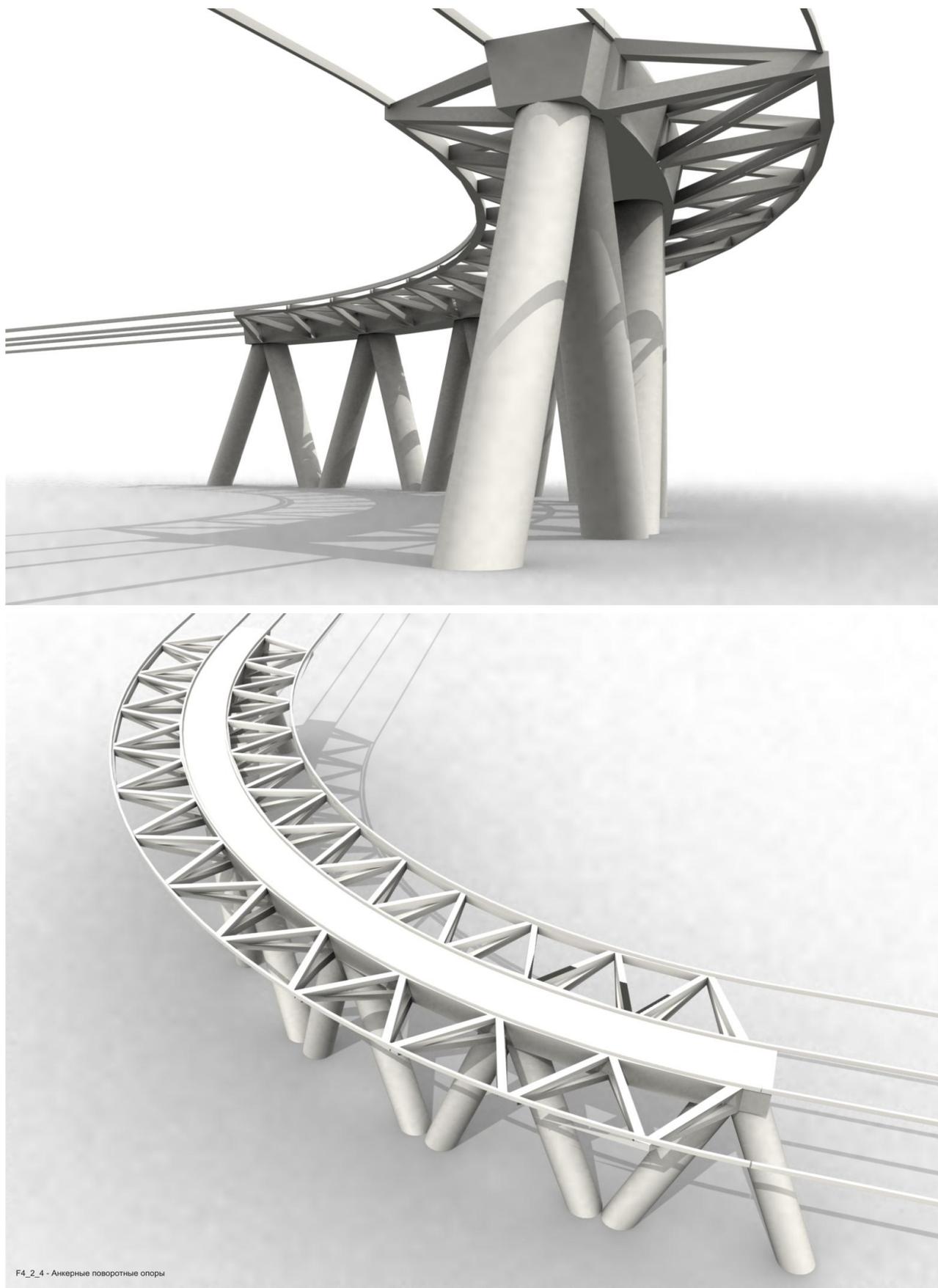


Рис. 1.4. Вариант промежуточной поворотной анкерной опоры двухпутного бирельсового СТЮ с круглыми опорными раскосами

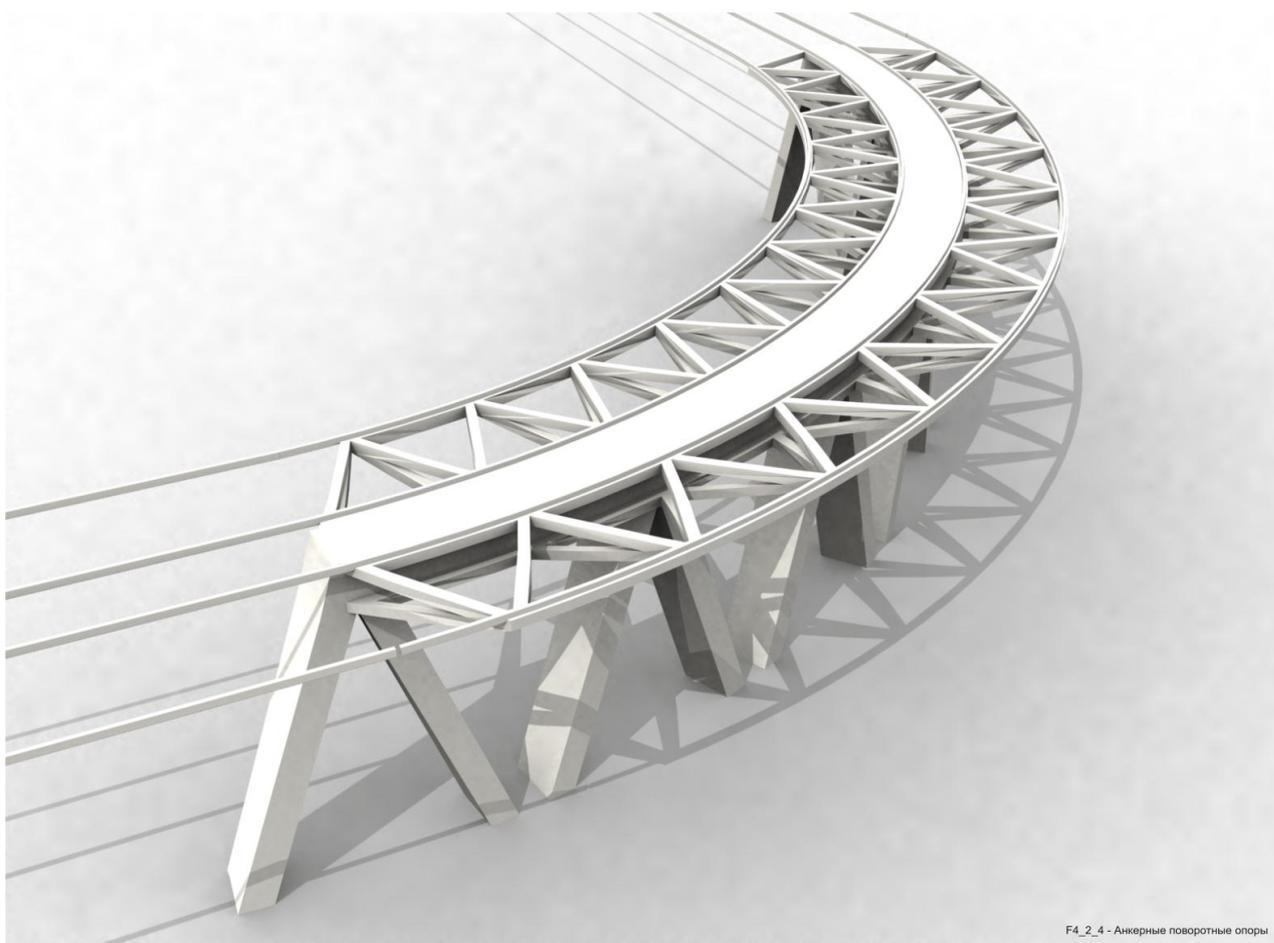
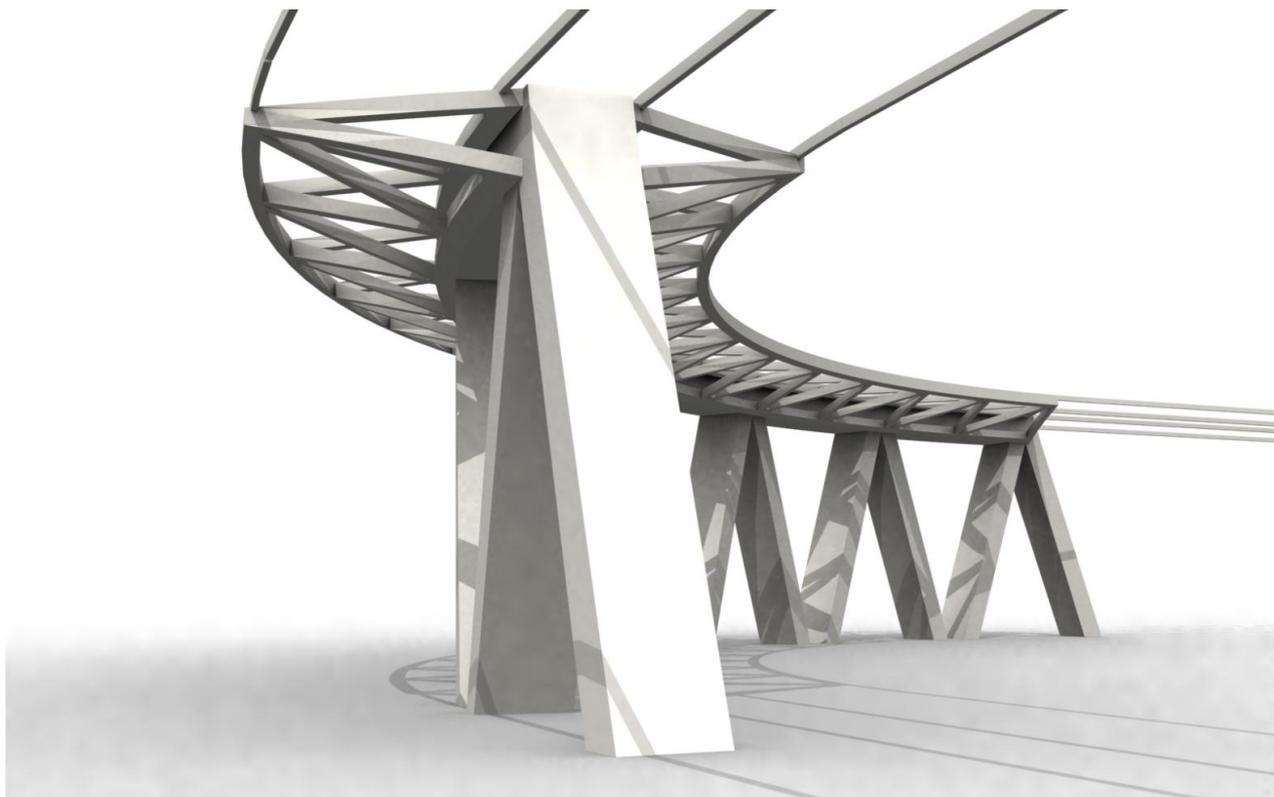
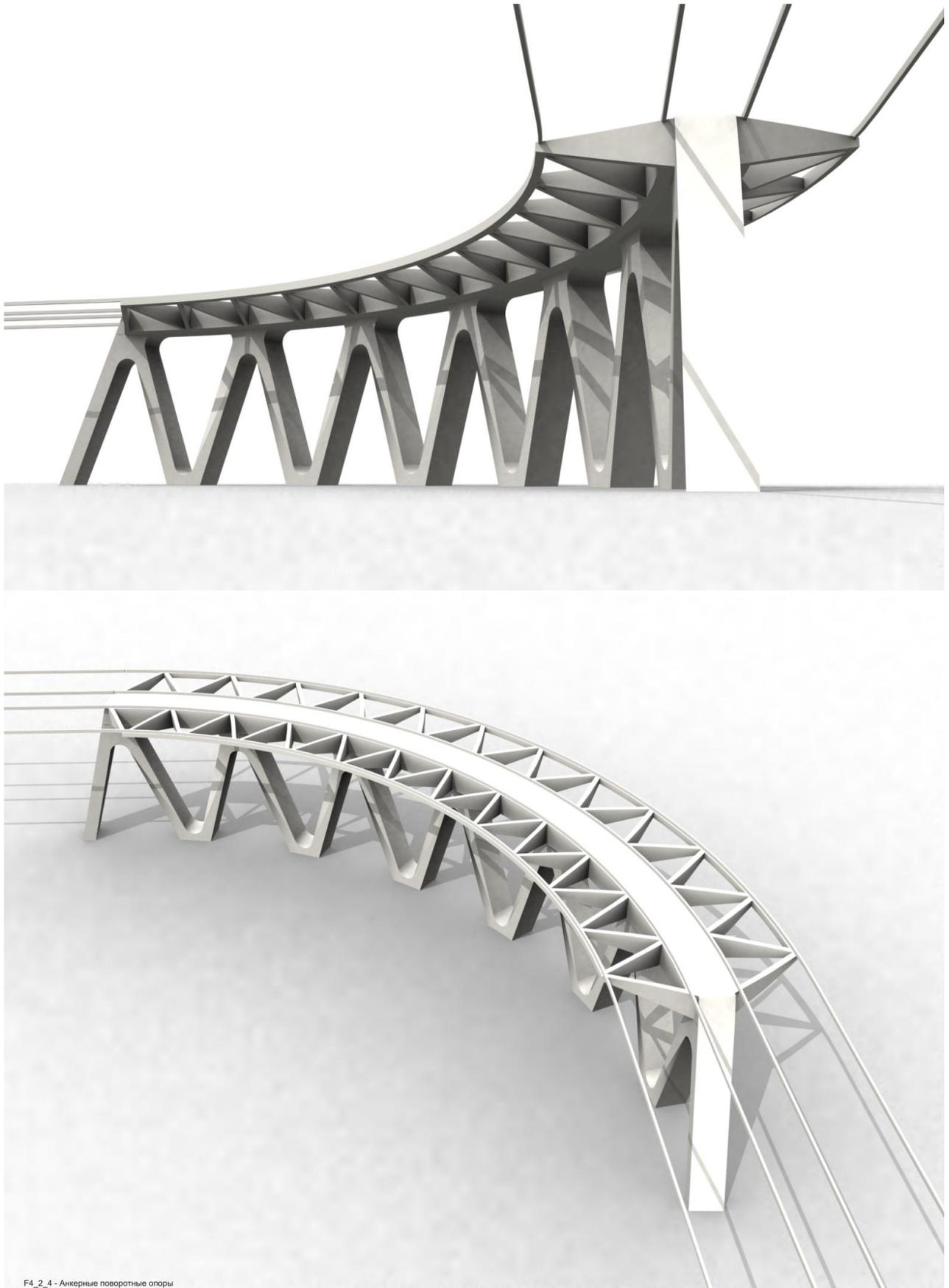


Рис. 1.5. Вариант промежуточной поворотной анкерной опоры двухпутного бирельсового СТЮ с прямоугольными опорными раскосами



F4_2_4 - Анкерные поворотные опоры

Рис. 1.6. Вариант промежуточной поворотной анкерной опоры двухпутного бирельсового СТЮ с прямоугольными опорными и несущими раскосами

Анкерные опоры изготавливаются по проекту ООО «СТЮ» в соответствии с требованиями технологической документации, утвержденной в установленном порядке, обеспечивающей соблюдение требований к качеству и точности изготовления опор, установленных техническими условиями.

Технические характеристики анкерной опоры для одного пути бирельсового сверхтяжелого СТЮ (колея 2,5 м) в исполнении, показанном на рис. 1.7, приведены в табл. 1.1.

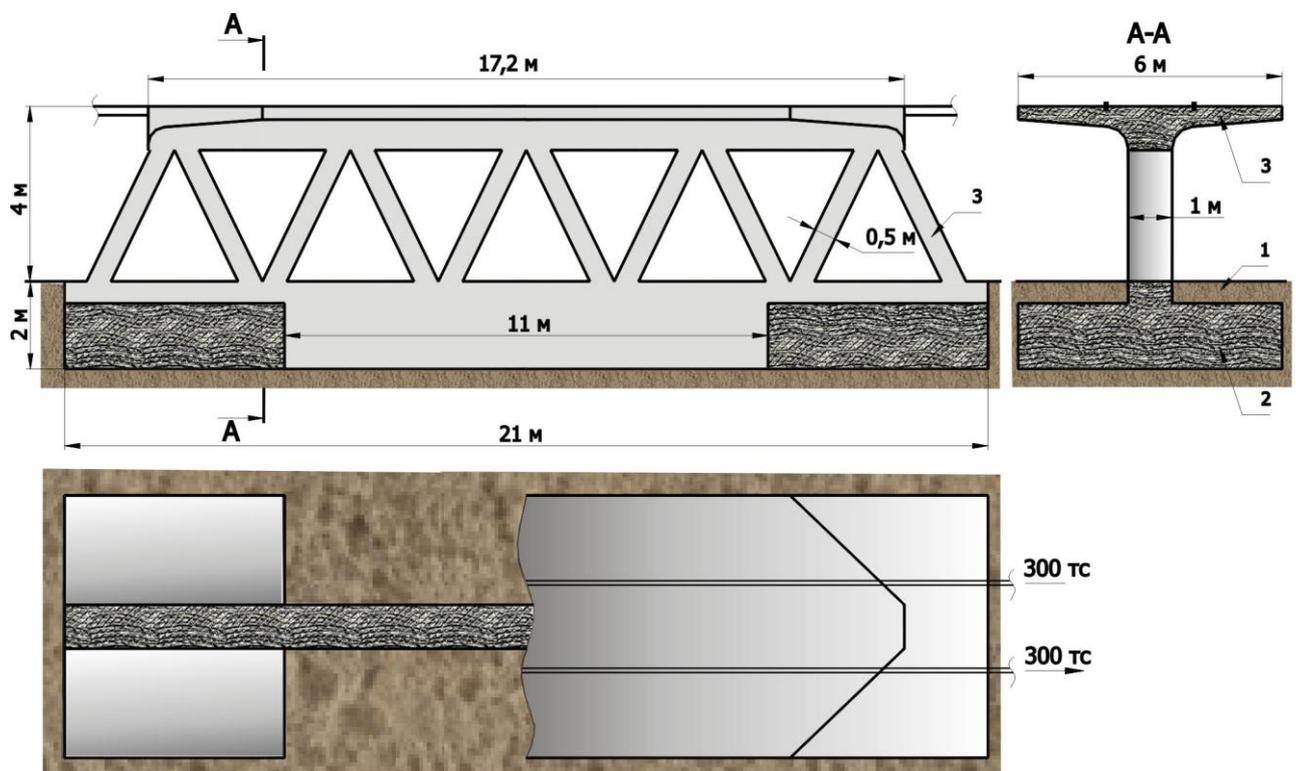


Рис. 1.7. Габаритные размеры варианта анкерной опоры для одного пути бирельсового сверхтяжелого СТЮ: 1 — грунт; 2 — фундамент анкерной опоры; 3 — тело анкерной опоры.

Таблица 1.1

Технические характеристики анкерной опоры для одного пути бирельсового сверхтяжелого СТЮ

№ п/п	Технические характеристики анкерной опоры	Кол-во
1	Геометрические размеры тела анкерной опоры:	
	- высота площадки анкерной опоры от уровня земли, м	4
	- ширина площадки анкерной опоры, м	6
	- длина площадки анкерной опоры, м	17



№ п/п	Технические характеристики анкерной опоры	Кол-во
	- высота площадки анкерной опоры, м	0,5
	- размер сечения раскоса фермы, м	0,5×1
	- количество опорных раскосов	10
2	Максимальное усилие, приходящееся на анкерную опору от одного рельса-струны, тс	300
3	Количество рельсов-струн на анкерной опоре, шт.	2
4	Габаритные размеры фундамента анкерной опоры:	
	- глубина, м	2
	- ширина, м	6
	- длина, м	21
5	Размер колеи рельсо-струнного пути, м	2,5
6	Расход железобетона:	
	- на тело опоры, м ³	80
	- на фундамент, м ³	90
7	Земляные работы, м ³	200
8	Установочные размеры:	
	- минимальный зазор между анкерной опорой и близ стоящим зданием, м	3
	- минимальный зазор между анкерной опорой и находящимся под ней строением, м	0,5

Анкерные опоры, показанные на рис. 1.1—1.7, применяются:

- при расчетной температуре наружного воздуха до минус 60°С включительно;
- в условиях газовой среды с неагрессивной степенью воздействия;
- в грунтах и грунтовых водах со слабо-, средне- и сильноагрессивной степенью воздействия;
- при сейсмичности площадки строительства до 9 баллов включительно.

Фактическая прочность бетона железобетонных анкерных опор должна соответствовать требуемой, назначаемой по ГОСТ 18105-86 в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие и от показателя однородности прочности бетона.

Коэффициент вариации прочности бетона анкерных опор должен быть не более 9%.

Бетон должен иметь морозостойкость не ниже Мрз 100.

Анкерные опоры изготавливаются из бетона нормальной степени плотности

согласно СНиП II-28-73.

Водонепроницаемость бетона — W4.

Качество материалов, применяемых для приготовления бетона, должно обеспечивать выполнение технических требований, установленных техническими условиями, и соответствовать:

- цемент — ГОСТ 10178-85;
- заполнители для тяжелого и мелкозернистого бетона — ГОСТ 10268-80;
- вода — ГОСТ 23732-79.

Заполнитель должен иметь наибольшую крупность зерен до 20 мм.

Химические добавки, применяемые при приготовлении бетона, должны удовлетворять требованиям документов по технологии изготовления железобетонных конструкций.

Арматура должна удовлетворять требованиям:

- проволока класса Вр-II — ГОСТ 7348-81;
- проволока класса Врп-I — ТУ 14-170-119-80.

Отклонения размеров анкерных опор от номинальных не должны превышать:

- по длине опоры: ± 20 мм;
- по размерам поперечного сечения: ± 20 мм.

Непрямолинейность профиля боковых граней, измеряемая на участке длиной 2 м, не должна превышать 10 мм, а для анкерных опор высшей категории качества — 5 мм.

Концы арматуры не должны выступать за торцевые поверхности анкерных опор и должны быть защищены слоем плотного цементно-песчаного раствора.

На поверхности анкерных опор не допускаются:

- раковины диаметром более 10 мм и глубиной более 5 мм;
- местные наплывы бетона высотой более 5 мм и впадины глубиной более 3 мм;
- сколы бетона ребер глубиной более 10 мм и общей длиной более 50 мм на участке ребра длиной 1 м;
- трещины в бетоне, за исключением местных поверхностных усадочных.

1.3. Поддерживающие путевые опоры бирельсового СТЮ

В проекте рассматриваются несколько вариантов поддерживающих путевых опор. Оценивались их внешний вид (дизайн), технологичность изготовления, технологичность установки на трассе, прочность, долговечность, конструктивные особенности и т.д.

Варианты проработки показаны на рис. 1.8—1.12. По желанию Заказчика или по требованию согласующих организаций могут быть представлены поддерживающие путевые опоры другой конструкции и в другом цветовом и дизайнерском решении для создания единого архитектурного городского ансамбля, если опоры предназначены для городской трассы, либо для гармоничного вписывания СТЮ в конкретную окружающую природную среду для междугородных трасс.

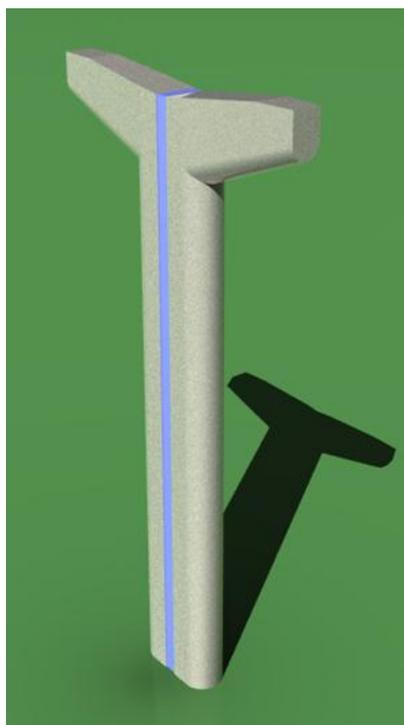


Рис. 1.8. Промежуточная железобетонная поддерживающая опора одного пути бирельсового СТЮ



Рис. 1.9. Промежуточная железобетонная поддерживающая опора одного пути бирельсового СТЮ с вмонтированным в нее освещением

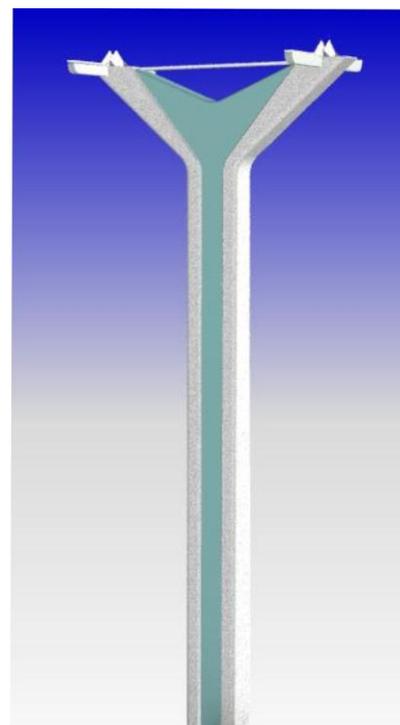


Рис. 1.10. Промежуточная железобетонная поддерживающая опора одного пути бирельсового СТЮ с основанием прямоугольного сечения

Поддерживающие путевые опоры могут, при необходимости, использоваться в качестве: осветительных мачт, опор рекламных или информационных щитов, для прокладки проводных и оптоволоконных линий связи, силовых поддерживающих опор для стационарного оборудования вокзала или для прокладки различных коммуникаций.

Для будущих проектов трасс бирельсового СТЮ в ХМАО — Югре целесообразнее всего к применению T-образная железобетонная поддерживающая опора для одного двухрельсового пути.

Если доступ техники на строительную площадку будет ограничен, если необходимо будет осуществлять монтаж опор в очень ограниченных интервалах времени, когда не будет возможности полноценно осуществлять земляные работы, наиболее целесообразна конструкция поддерживающей путевой опоры, показанной на рис. 1.11. Опора предназначена для поддержки сразу двух путей бирельсового СТЮ.

Опора состоит из трех основных элементов:

- фундаментная часть;
- тело опоры;
- перекладина.

На рис. 1.12 показана малозатратная (по объему железобетона и занимаемой фундаментом земли) опора городской трассы бирельсового СТЮ с высотой опор 10 м, на рис. 1.13 — для высокоскоростной междугородней трассы СТЮ с высотой опор 6 м.

Рассмотрим кратко порядок установки поддерживающей путевой опоры (см. рис. 1.13) на протяжении всей трассы.

В проектной точке забивается свайная часть 3 промежуточной путевой опоры с помощью вибропогружателя (гидромолота) с необходимым заглублением в грунт. Затем при помощи технологической оснастки и ручной лебедки (или подъемного крана) устанавливается и выставляется по высоте надземная часть 2 опоры. Зазоры между двумя частями опор — фундаментной и надземной — заполняются специальным бетоном 5. Далее устанавливается перекладина 4 и производится сверка геометрии установки. После этого можно приступать к установке рельса-струны.

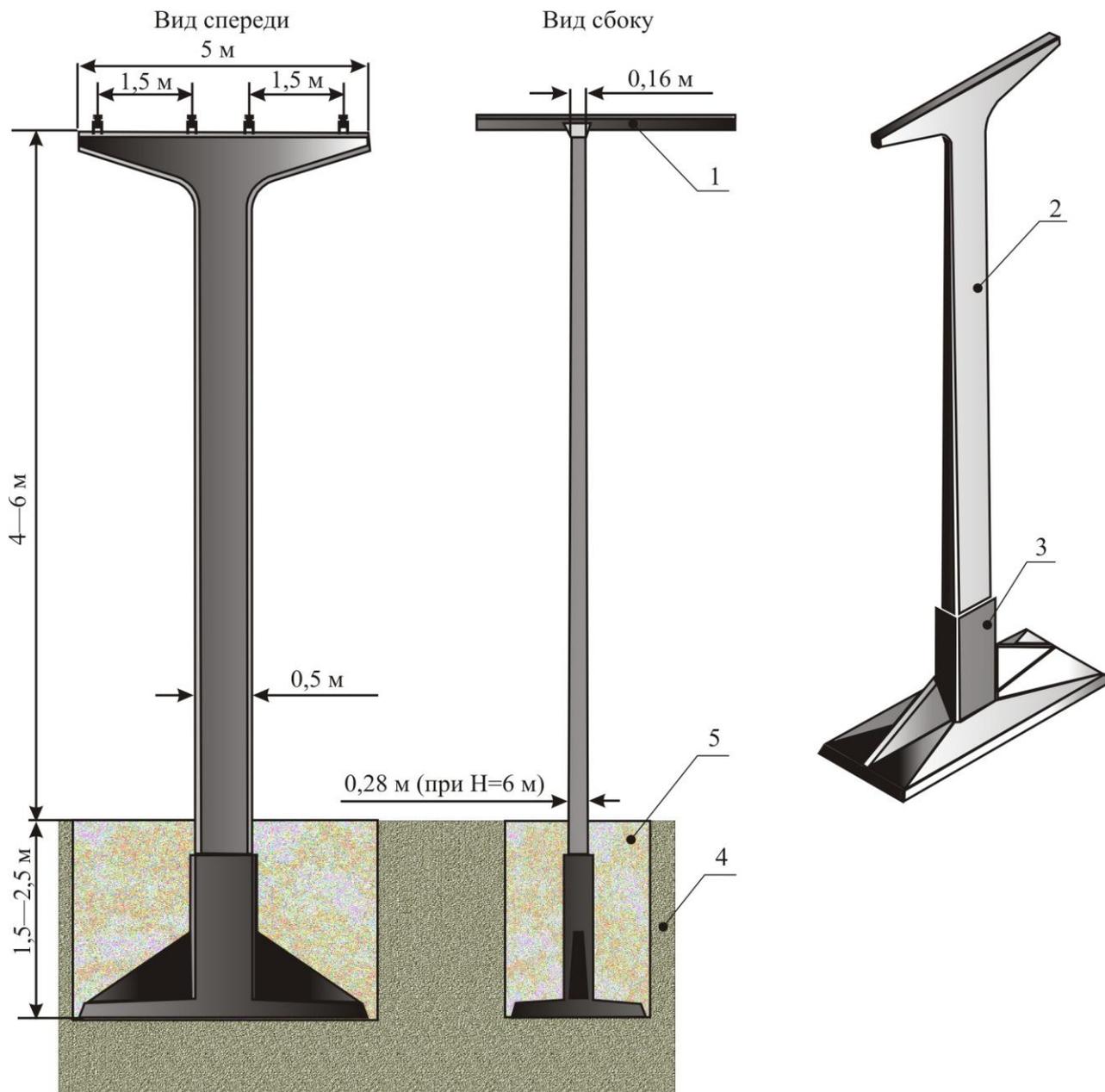


Рис. 1.11. Промежуточная железобетонная поддерживающая опора двухпутного бирельсового СТЮ колеи 1,5 м: 1 — рельс-струна; 2 — опора; 3 — фундамент; 4 — земля; 5 — выемка грунта

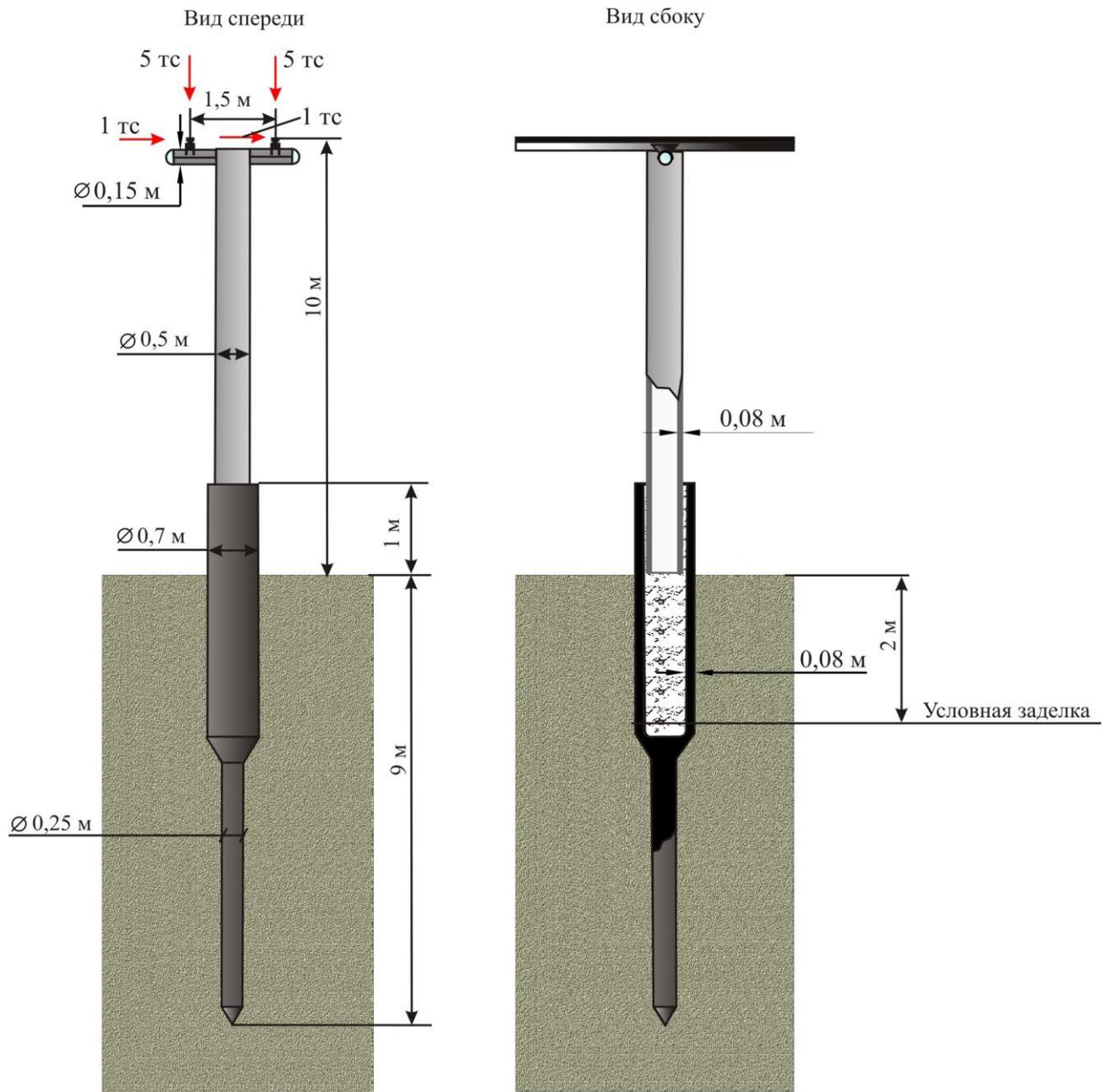


Рис. 1.12. Габаритные размеры промежуточной железобетонной поддерживающей опоры
однопутного городского бирельсового СТЮ колеи 1,5 м и высотой 10 м

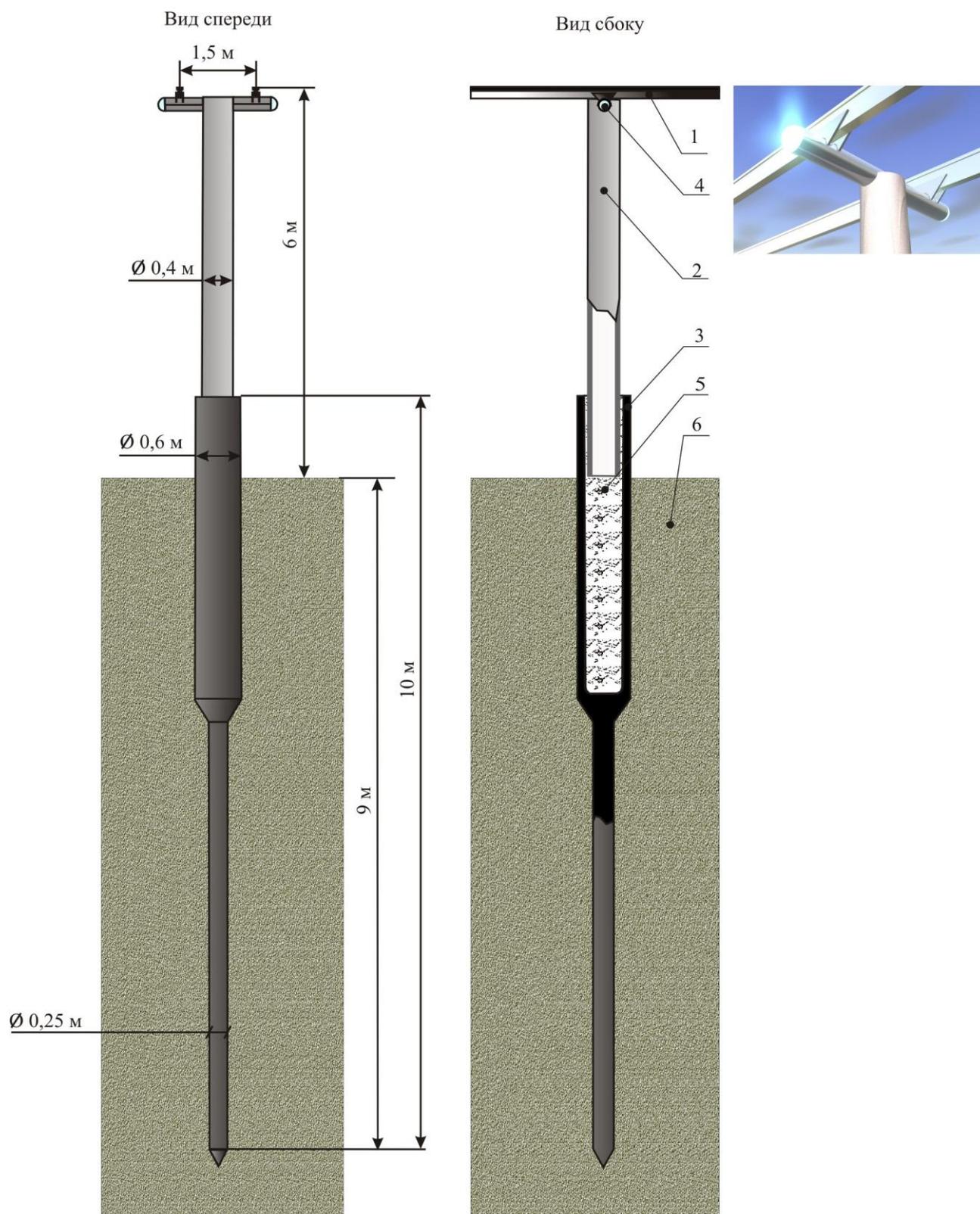


Рис. 1.13. Габаритные размеры и схема установки предлагаемого варианта поддерживающей путевой опоры однопутного пути бирельсового междугороднего СТЮ колеи 1,5 м и высотой 6 м:

1 — рельс-струна; 2 — опора; 3 — свая; 4 — фонарь освещения;

5 — наполнитель компенсатора высоты; 6 — земля

Рассмотрим основные требования к материалам, применяемым при изготовлении железобетонных поддерживающих путевых опор бирельсового СТЮ.

Железобетонные поддерживающие путевые опоры, изготавливаемые из тяжелого бетона и легкого бетона на пористых заполнителях, предназначены для установки на одно-, двух- или многопутной путевой структуре бирельсового СТЮ с колеей 0,5—2,5 м.

Поддерживающие опоры изготавливаются в соответствии с требованиями технологической документации, утвержденной в установленном порядке, обеспечивающей соблюдение требований к качеству и точности изготовления опор, регламентируемых техническими условиями.

Фактическая прочность бетона поддерживающих опор назначается по ГОСТ 18105-86 в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие и от показателя однородности прочности бетона.

Коэффициент вариации прочности бетона в партии поддерживающих опор высшей категории качества должна быть не более 9%.

Бетон опор должен иметь морозостойкость не ниже $M_{рз} 100$.

Поддерживающие опоры изготавливаются из бетона нормальной степени плотности согласно СНиП II-28-73.

Водонепроницаемость бетона — W4.

Качество материалов, применяемых для приготовления бетона, должно обеспечить выполнение технических требований, установленных техническими условиями, и должно соответствовать:

- цемент — ГОСТ 10178-85;
- заполнители для тяжелого и мелкозернистого бетона — ГОСТ 10268-80;
- заполнители для легкого бетона на пористых заполнителях — ГОСТ 9757-83;
- вода — ГОСТ 23732-79.

Заполнитель имеет наибольшую крупность зерен 20 мм.

Химические добавки, применяемые при приготовлении бетона, удовлетворяют требованиям документов по технологии изготовления железобетонных конструкций.

Арматура удовлетворяет требованиям:

- проволока класса Вр-II — ГОСТ 7348-81;
- проволока класса Врп-I — ТУ 14-170-119-80.

Отклонения размеров поддерживающих опор от номинальных не должны превышать, мм:

- по длине опоры ± 20 ;
- по размерам поперечного сечения ± 3 .

Непрямолинейность профиля боковых граней, измеряемая на участке длиной 2 м, не должна превышать 10 мм, а для поддерживающих опор высшей категории качества — 5 мм.

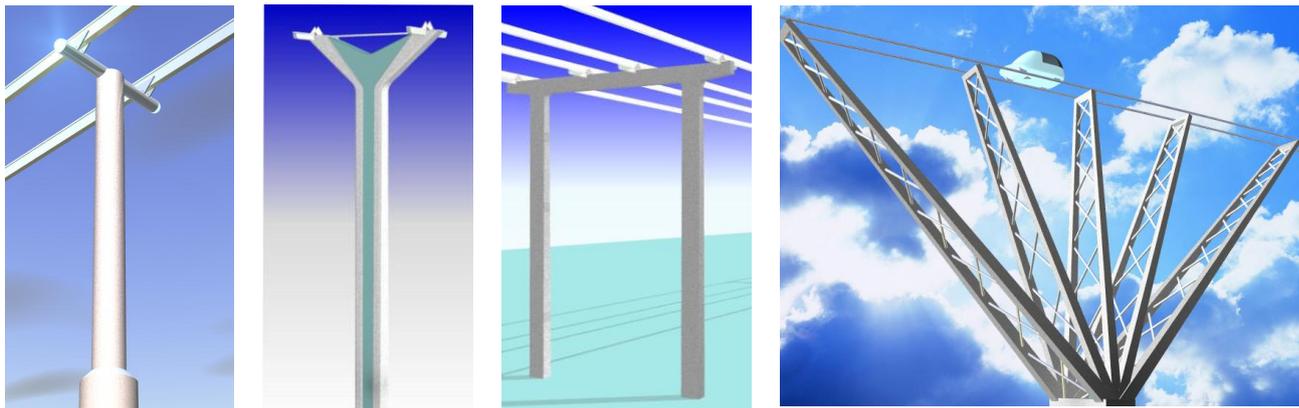
Концы арматуры не должны выступать за торцевые поверхности поддерживающих опор более чем на 20 мм и должны быть защищены слоем плотного цементно-песчаного раствора или битумным лаком.

На поверхности поддерживающих опор не допускаются:

- раковины диаметром более 10 мм и глубиной более 5 мм, а для поддерживающих опор высшей категории качества — диаметром более 6 мм и глубиной более 3 мм;
- местные наплывы бетона высотой более 5 мм и впадины глубиной более 3 мм;
- сколы бетона ребер глубиной более 10 мм и общей длиной более 50 мм на участке ребра длиной 1 м;
- трещины в бетоне, за исключением местных поверхностных усадочных.

Железобетонные поддерживающие опоры, изготавливаемые из тяжелого и легкого бетона на пористых заполнителях и предназначенные для установки на одно-, двух- и многопутной путевой структуре бирельсового СТЮ с колеей 0,5—2,5 м (см. рис. 1.14), подразделяются на четыре типа:

- Т-образные;
- У-образные;
- П-образные;
- индивидуального проектирования.



T-образные

У-образные

П-образные

Индивидуального проектирования

Рис. 1.14. Основные типы железобетонных поддерживающих опор бирельсового СТЮ

Поддерживающие железобетонные опоры применяются:

- при расчетной температуре наружного воздуха до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ включительно;
- в условиях газовой среды с неагрессивной степенью воздействия;
- в грунтах и грунтовых водах со слабо-, средне- и сильноагрессивной степенью воздействия;
- при сейсмичности площадки строительства до 9 баллов включительно.

1.4. Технология изготовления сварных металлических и железобетонных опор СТЮ

Железобетонные поддерживающие опоры СТЮ изготавливаются на стационарных линиях завода ЖБИ на их оборудовании, которое обеспечивает стабильное качество изготовления.

Опоры трубчатые, цилиндрические и конические изготавливаются из листовой стали методом гибки, с одним продольным сварным швом. Максимальная длина составных частей опор — не более 12,5 м, что обусловлено технологией производства и обеспечивает транспортировку грузовым автотранспортом без специальных разрешений.

Опоры высотой более 12,5 м изготавливаются составными. Соединение составных частей (секций) опор производится при монтаже методом «конус в конусе», обеспечивающим надежность соединения и не требующим болтов и

фланцев. Соединение неразборное ввиду малого угла конусности и большой длины посадки (см. рис.1.15.а).

Опоры трубчатые изготавливаются также из бесшовных труб, которые соединяются одним из трех способов:

- сварной с фланцем (рис.1.15.б);
- холодного вальцевания (рис. 1.15.в);
- болтового соединения (рис.1.15.г).

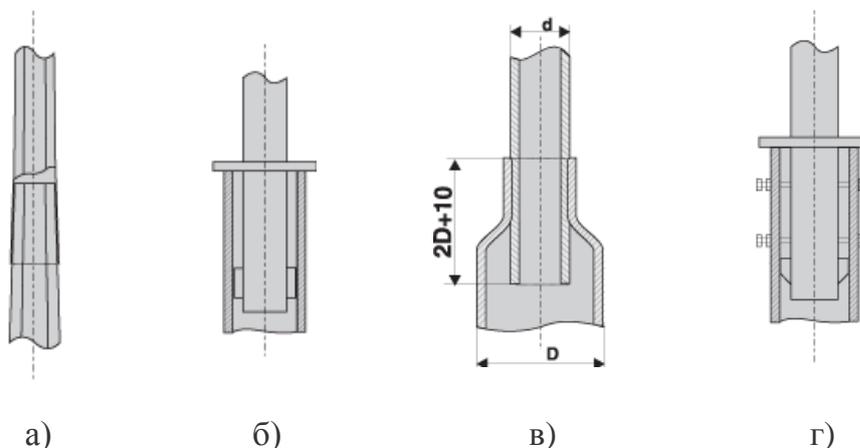


Рис. 1.15. Способы соединения трубчатых опор

Поддерживающие и анкерные опоры могут изготавливаться непосредственно на строительной площадке с помощью щитовой опалубки. В комплект щитовой опалубки входят стальные рамные щиты с палубой из ламинированной опалубочной фанеры марки F/F1 толщиной 18 мм (при необходимости возможно изготовление щитов с фанерой толщиной 21 мм), угловые элементы, оснастка (рис. 1.16), предназначенная для быстрого соединения и выравнивания щитов (клиновые литые замки, стяжки с гайками, подкосы), а также вспомогательная оснастка (консоли для рабочих подмостей, кронштейны для установки опалубки наружных стен, стойки ограждений и др.).

Рама щита опалубки выполнена из закрытых стальных профилей, позволяет устанавливать замки, соединяющие щиты, в любом месте по контуру рамы. Специальный выступ на профилях, образующих периметр рамы, защищает фанеру от механических повреждений, а силиконовый герметик, заполняющий зазор между этим выступом и фанерой, защищает фанеру от попадания влаги.

Допускаемая нагрузка на щиты — 8 т/м^2 .

Фанера выдерживает до 80 циклов бетонирования, а стальные рамы — до 500. Опалубка соответствует второму классу точности по ГОСТ Р 52085-2003.

Виды опалубок, используемых для изготовления опор СТЮ, представлены на рис. 1.16.

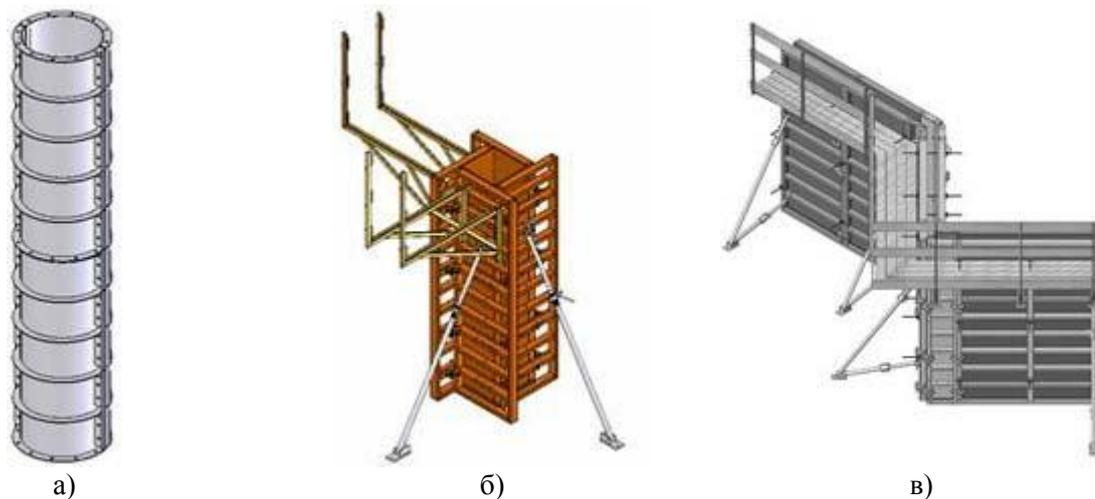


Рис. 1.16. Виды опалубок, применяемых при изготовлении опор СТЮ:

а) опалубка для круглого профиля; б) опалубка для прямоугольного профиля; в) опалубка щитовая

Приемку в эксплуатацию установленных опор и фундаментов СТЮ необходимо осуществлять, руководствуясь также требованиями СНиП III-41-76 «Контактная сеть», инструкцией по приемке строительных и монтажных работ при электрификации дорог (ВСН 12-82) и другими ведомственными нормативными документами.

При приемке в эксплуатацию железобетонных конструкций проверяется соответствие проекту: типы опор и фундаменты, габариты их установки, глубина заделки опор или фундаментов в грунте, состояние отсыпки вокруг опор при установке их на насыпях и состояние заделки опор в фундаментах.

Кроме того, проверяются наличие лежней и опорных плит, правильность установки опор направленного типа по отношению к действующим нагрузкам, правильность установки и комплектность закладных деталей, наличие и исправность изолирующих элементов и защитных устройств на опорах (особенно



устанавливаемых на участках постоянного тока), правильность устройства заземления опор.

Отклонения от проектных данных не должны превышать:

- по глубине заделки опор или фундаментов в грунт ± 100 мм (глубина заделки в грунте проверяется по положению верха фундамента или условного обреза его у опор, объединенных с фундаментом, относительно уровня головки рельса);
- по длине пролета: +1 и -1 м;
- разворот опор в плане по отношению к направлению, перпендикулярному оси пути, не должны превышать $\pm 3^\circ$;
- по расстоянию от оси пути до опор на уровне головки рельса +20 мм (уменьшение габарита не допускается).

Опоры должны иметь вертикальное положение. Допускается иметь наклон, не превышающий 3% в сторону, противоположную действию основных нагрузок, и 1% вдоль оси пути; для анкерных опор наклон не должен превышать 0,5% в сторону, противоположную действию основных нагрузок. Отклонение от проектного расстояния между анкерной опорой и анкером для оттяжки не должно быть более $\pm 0,2$ м. Отклонение опорной поверхности фундамента от горизонтали в сторону действия основных нагрузок не допускается. Уклон упорной поверхности фундамента в сторону, противоположную действию основных нагрузок, не должен превышать 1/30. Для стаканых фундаментов превышение грани со стороны пути над гранью со стороны поля не должно превышать 25 мм. Разность в отметках вершин опор жестких поперечин должна быть не более 20 мм.

При эксплуатации внешним осмотром проверяют состояние надземной части поверхности опор (параметры указаны в табл. 1.2). Подземную часть фундамента осматривают в процессе откопки. Откопку проводят в два этапа со сторон наименьшей зоны нагрузок на глубину до уровня грунтовых вод или до 2/3 глубины заложения, предварительно установив временные оттяжки. Открытую поверхность бетона обстукивают молотком и выявляют сколы, трещины и подтеки ржавчины.

Выявляют дефекты: сколы бетона, нарушение гидроизоляционного слоя, выветривание поврежденного слоя бетона, поперечные и продольные трещины.

Трещины осматривают через микроскоп или лупу, величину их раскрытия определяют щупом. Длину трещины измеряют рулеткой или линейкой. Для контроля за развитием трещины устанавливают гипсовую марку, а концы трещины отмечают краской или насечкой на бетоне.

Таблица 1.2

Предельно допустимые размеры повреждений железобетонных центрифугированных опор заводского изготовления

Индекс	Вид	Место расположения по высоте	Характеристика	Допустимые размеры, мм	
				в струнобетонных опорах	в опорах с напряженной арматурой
1Ц и 10Ц	Сквозные отверстия в стенке или откол бетона с обнажением арматуры	От условного обреза фундамента: 4,5 м и выше менее 4,5 м ниже условного обреза	Ширина выкола А в процентах от длины окружности L	10 5 не допускается	10 5 не допускается
3Ц	Коррозия бетона	В надземной части В подземной части	Толщина слоя, поврежденного коррозией равномерно по окружности, мм	6 3	6 3
4Ц	Коррозия обнаженной продольной арматуры	В надземной части В подземной части	Число поврежденных стержней при уменьшении сечения на 30% или число полностью поврежденных пучков	1 не допускается	1 не допускается
5Ц	Поперечные трещины	В подземной части В надземной части	Ширина раскрытия, мм	0,1 не допускается	0,5 0,2
6Ц	Продольные трещины	Между вершиной опоры и пятой консоли	Число трещин в одном поперечном сечении	одна с раскрытием до 3 мм	одна с раскрытием до 3 мм

Индекс	Вид	Место расположения по высоте	Характеристика	Допустимые размеры, мм	
				в струнобетонных опорах	в опорах с напряженной арматурой
7Ц	Продольные трещины	Между пятой консоли и условным обрезом фундамента	Число трещин в одном поперечном сечении	две с раскрытием до 0,4 мм, длиной не более 2 м или одна с раскрытием до 1,5 мм	три с раскрытием до 0,5 мм, при этом в сжатой зоне не больше двух трещин или две, одна из которых раскрытием не более 1,5 мм, а другая 0,5 мм
8Ц	Продольные трещины	В подземной части	Число трещин в одном поперечном сечении	не допускается	не допускается

1.5. Опоры моноСТЮ

МоноСТЮ (см. рис. 1.17 и 1.18) относится к разновидности внеуличного городского пассажирского электрического рельсового транспорта с электрифицированной или с неэлектрифицированной транспортной линией, движение моно-юнибусов в которой осуществляется за счет запитки в контактную сеть или за счет бортовых электрических накопителей энергии, заряжаемых на станциях.

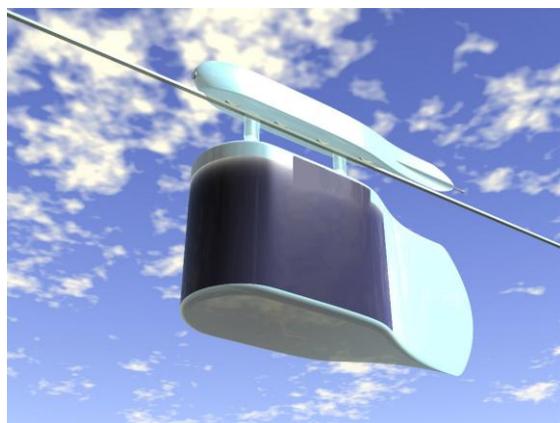


Рис. 1.17. Пассажирский моно-юнибус (скорость до 105 км/час, вместимость до 40 пассажиров)



Рис. 1.18. Скоростная двухпутная однорельсовая трасса моноСТЮ (скорость до 120 км/час)

Конструкция рельсо-струнной путевой структуры моноСТЮ, проходящей на высоте 10—15 м и более, пролетами по 100—600 м и более, является разновидностью висячих и вантовых мостов с «провисающей» предварительно напряженной вантой, «защитой» в балку жесткости. Ванта, названная рельсом-струной, имеет головку рельса и одновременно является рельсовым ездовым полотном для подвесных колесных пассажирских или грузовых электромобилей на стальных колесах (моно-юнибусов), снабженных боковыми противосходными роликами.

Путевая структура моноСТЮ включает в свою конструкцию те же основные элементы, что и висячие мосты: размещенный с провисом на пролете предварительно напряженный растянутый элемент — невитой канат (струна) набранный из высокопрочных стальных проволок, балка жесткости (головка рельса с корпусом), подвеска (специальный высокопрочный композиционный наполнитель внутри корпуса), пилоны (промежуточные поддерживающие опоры) и анкерные устройства (анкерные опоры).

Обладая всеми основными преимуществами висячих мостов — надежностью, безопасностью, долговечностью, — рельсо-струнная путевая структура моноСТЮ полностью лишена их недостатков благодаря тому, что предварительно напряженный элемент (струна) «защит» в компактную балку жесткости, образуя с ней основной конструктивный элемент путевой структуры — прочный, жесткий, ровный и долговечный рельс-струну. При этом рельс-струна моноСТЮ практически не обладает парусностью, т.к. его поперечные размеры будут на два порядка ниже, чем у висячих мостов (для предлагаемого варианта среднего моноСТЮ — 3×8 см), что позволяет перекрывать большие пролеты (400 м и более) без специальных мер по обеспечению его аэродинамической устойчивости (более подробно — см. ниже п. 3.2.1 и рис. 3.7).

Высокую устойчивость монорельсового пути моноСТЮ под действием вертикальных (собственный вес, вес подвижного состава, льда или снега на головке рельса и др.) и горизонтальных нагрузок (ветровая нагрузка, тормозные усилия) обеспечивает и то, что путь в нем является однорельсовым с подвесным моно-юнибусом, который изначально, как и канатная дорога, не может потерять поперечную устойчивость. Кроме того, горизонтальность в моноСТЮ головки рельса

(в поперечном направлении) обеспечивает противовес, подвешенный на электроизоляторах снизу к рельсу-струне на расстоянии 10 см от него — электрический контактный провод.

Рельс-струна характеризуется высокой прочностью, жесткостью, ровностью, технологичностью изготовления и монтажа, низкой материалоемкостью (металл: 10—20 кг/м), широким диапазоном рабочих температур (от +70 до –70 °С). Представляет собой идеально ровный путь для движения колеса, так как по всей своей длине не имеет технологических и температурных швов (головка рельса сварена в одну плеть).

При прохождении трассы моноСТЮ по городу, его анкерные опоры могут быть совмещены с несущим каркасом многоэтажных или высотных зданий (см. рис. 1.19). На верхних технических этажах этих зданий размещены пассажирские станции струнного «воздушного метро». Подъем пассажиров на станцию и спуск их на поверхность земли будет осуществляться с помощью скоростных лифтов, что отнимет у пассажиров значительно меньше времени, чем, например, спуск в подземное метро, и будет более комфортным.

Преимущества СТЮ особенно заметны будут на Севере, так как рельсо-струнную путевую структуру не нужно будет зимой чистить от снега и льда, опоры легко устанавливаются в зимнее время в болотистой местности и на вечной мерзлоте, а используемые в рельсе-струне высокопрочные, но недорогие материалы на основе специальных алюминиевых сплавов, в больших объемах выпускаемые отечественной промышленностью, способны выдержать температуру жидкого водорода, или мороз ниже –220°С. Срок службы рельсо-струнной путевой структуры, не требующей сезонного ремонта и профилактики, составит 50—100 лет. За весь срок службы трасса практически не потребует обслуживания, она является вандалоустойчивой и на порядок более устойчива к терроризму, чем, например, размещенная на поверхности земли и легкодоступная любому злоумышленнику железная дорога.

Рельсо-струнная путевая структура имеет высокий запас прочности. Например, по весу подвижной нагрузки — двадцатикратный для моноСТЮ, и стократный — для двухрельсового СТЮ.



Рис. 1.19. Анкерные опоры моноСТЮ, совмещенные с высотными зданиями

Для освоения северных территорий и, в частности, Приполярного Урала, наиболее целесообразен средний грузопассажирский моноСТЮ, который имеет уникальные характеристики, не имеющие аналогов в мире.

Легкие ажурные опоры высотой 20—30 метров и более, установленные через 400—500 метров на пятачках суши площадью всего 4 м², будут нести путь весом всего 20 килограммов на погонный метр для двухпутной трассы (см. рис. 1.18).

Натяжение струн в каждом рельсе, равное 70-ти тоннам, придет в анкерные опоры, установленные через 5—10 км. Небольшие грузовые моно-юнибусы, грузоподъемностью 2 тонны, в любую погоду будут развивать скорость до 80—100 километров в час на равнинных участках трасс, расходуя на движение до двух киловатт мощности. Поэтому два дизель-генератора небольшой мощности (по 1,5—2 киловатта каждый) обеспечат модулю бесперебойную работу в течение недели при одной заправке топливом в 84 литра, перевезя за это время, например, на плече 40 километров, более 300 тонн грузов, и пройдя на одной заправке путь более 12-ти тысяч километров. Такая трасса легко может быть электрифицирована, тогда не потребуется заправка подвижного состава топливом.

Такая трасса, более дешевая, чем даже «зимник», в год способна перевезти до 10-ти миллионов тонн грузов, или до 30-ти миллионов пассажиров десятиместными пассажирскими моно-юнибусами.

Самой ответственной частью высотного здания-станции моноСТЮ является его несущая конструкция, которая кроме обычных нагрузок высотных зданий несет и дополнительные горизонтальные нагрузки от натянутых рельсов-струн путевой структуры транспортной системы «второго уровня», размещенной на высоте 10—20 м и более. ООО «Струнный транспорт Юницкого» обладает патентованными технологиями по строительству высотных зданий (например, евразийский патент № 004188), применение которых позволит легко воспринять дополнительные нагрузки. Причем за счет комплексного применения новых технологий (один из вариантов высотного здания-станции — см. рис. 1.20) происходит удешевление стоимости возведения всего здания, что компенсирует стоимость дополнительных конструктивов, вводимых для восприятия специфических нагрузок от путевой структуры моноСТЮ.



Рис. 1.20. Фундаментное основание высотного здания-станции СТЮ на «супер-сваях» РИТ

При проектировании несущей конструкции здания-станции предусматривается возможность создания этажей с размещением торгово-офисных и жилых площадей. Таким образом, происходит максимальное использование отводимых земельных участков и создаваемых несущих конструкций.

Для высотных зданий-станций моноСТЮ разработаны несколько вариантов архитектурных решений, которые максимально решают как специфические задачи, свойственные транспортным объектам, так и обычные градостроительные задачи на высоком технологическом и архитектурном уровне.

Горизонтальная нагрузка, приходящаяся на несущий каркас высотного здания-станции, составит для однопутной (однорельсовой) системы городского моноСТЮ около 90 тс, для двухпутной — 180 тс. При высоте размещения станции «второго уровня», например, равной 50 м, дополнительный опрокидывающий момент, действующий на высотное здание, будет равен $4.500 \text{ т} \times \text{м}$ для однопутной трассы и $9.000 \text{ т} \times \text{м}$ — для двухпутной.

Необходимо отметить, что это опрокидывающий момент действует только на крайние здания струнной транспортной линии. Промежуточные здания-станции не испытывают этих усилий, т.к. усилия с одной стороны станции уравниваются усилиями, действующими с другой стороны, причем эти нагрузки будут передаваться с одного пролета моноСТЮ на другой пролет не через каркас здания, а через анкерный конструктив станции. Эти нагрузки, таким образом, будут не штатными, а технологическими (во время строительства), либо аварийными (в случае полного разрушения высотной рельсо-струнной путевой структуры).

Сам опрокидывающий момент от моноСТЮ будет соизмерим с моментом, действующим на здание от расчетной ветровой нагрузки, и легко может быть воспринят несущим каркасом здания и фундаментом. Например, при размере плитного свайного фундамента (с ребристой или коробчатой плитой) 30 м в направлении действия усилия от моноСТЮ, дополнительный опрокидывающий момент может быть воспринят двумя сваями РИТ с каждой стороны фундамента, при нагрузке на сваю 200 тс (сваи получают по разрядно-импульсной технологии; несущая способность по грунту сваи диаметром 300 мм — до 300 тс).

При строительстве высотного здания-станции традиционных размеров в плане,

его масса может достигать 30—50 тыс. тонн и более, поэтому горизонтальная нагрузка от транспортной системы составит не более 1% от веса самого здания и результирующая сила приложения нагрузки к фундаменту (от веса здания и от натяжения струн) сместится от центра фундамента в сторону действия струны всего на 0,5—1 м. Поэтому фундамент высотных зданий-станций моноСТЮ может быть выполнен ассиметричным — он будет шире на 0,5—1 м в сторону действия горизонтальных нагрузок.

Несущая система высотных зданий-станций может быть выполнена ствольно-каркасного, ствольно-стенового или ствольно-оболочкового типа. Наиболее целесообразна конструкция каркаса со сквозным (бесстыковым) армированием всех этажей по технологии, описанной в евразийском патенте № 004188. В качестве арматуры в этой технологии планируется использовать высокопрочную оцинкованную проволоку диаметром 3 мм производства Волгоградского завода «ВолгоМетиз» (с пределом текучести $\sigma_{0,2} = 19500$ кгс/см²), поэтому расход арматуры в несущем каркасе может быть снижен в несколько раз по сравнению с традиционными каркасами при повышении прочности каркаса.

Кроме того, такой каркас может работать равнозначно как на сжатие, так и на растяжение, поэтому он будет устойчив, например, к землетрясениям и к прогрессирующему обрушению. Более того, поскольку каркас в этом здании напрягается на ядро жесткости, то при разрушении (например, ударом самолета) всех до одной несущих колонн какого-либо этажа, здание не обрушится, т.к. нижележащие этажи будут опираться на нижележащие оставшиеся неразрушенными колонны (они будут работать на сжатие), а вышерасположенные — будут подвешены на размещенных сверху колоннах, закрепленных в несущей плите (например, коробчатого типа), верхнего технического этажа (эти колонны будут работать на растяжение).

1.6. Поддерживающие путевые опоры моноСТЮ

При проектировании и строительстве трасс моноСТЮ предусматривается, при необходимости, установка промежуточных поддерживающих опор (два варианта



исполнения этих опор показаны на 1.21 и 1.22) на расстоянии 200—1000 м друг от друга. Это будет способствовать снижению высотности опор-станций моноСТЮ и позволит осуществлять прокладку маршрутов движения не только по прямой линии, что не всегда возможно в условиях плотной застройки города, но и с произвольным изменением траектории. Поддерживающие опоры позволяют улучшить и некоторые экономические составляющие проекта. Снижение натяжения рельса-струны, уменьшение его габаритов и количества струн значительно снижают стоимость монтажа и расход материалов в такой трассе, что положительно отражается на экономических составляющих проекта. В отдельных случаях можно располагать конечные станции на «первом уровне» (на земле), при этом сама трасса моноСТЮ за счет промежуточных опор может проходить на значительной высоте и преодолевать высотные и/или рельефные препятствия.

Конструкция поддерживающих опор моноСТЮ также многообразна. Главное их достоинство в том, что при большой высоте (15—40 м и более), они компактны (диаметр опоры 0,5—2 м), могут располагаться в технической городской зоне или местах, непригодных для размещения высотных пассажирских станций моноСТЮ.

Технология изготовления поддерживающих опор моноСТЮ аналогична изготовлению опор двухрельсового СТЮ.

1.7. Виды свай, используемых при строительстве анкерных и поддерживающих опор СТЮ

1.7.1. Забивные сваи

В настоящее время на стройках массовое применение (более 90% от общего объема применяемых свай) получили главным образом забивные железобетонные сваи квадратного сечения от 0,2×0,2 до 0,4×0,4 м и длиной до 20 м.

На рис. 1.23—1.25 показаны различные виды свай, которые могут быть использованы при строительстве опор и инфраструктуры СТЮ.

Сваи заводского изготовления погружают в грунт приложением внешней вертикальной или наклонной нагрузки.

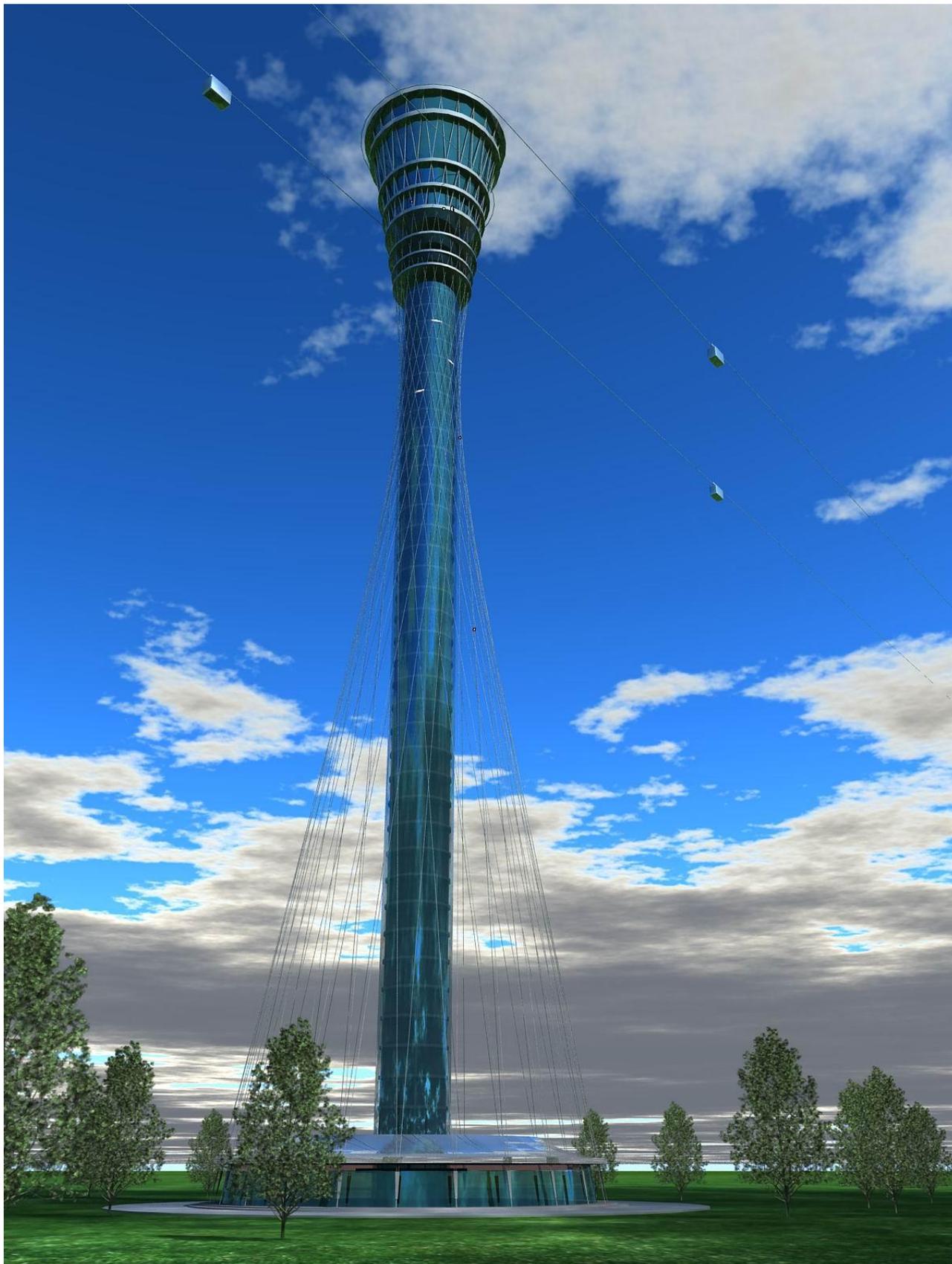


Рис. 1.21. Высотная промежуточная поддерживающая опора двухпутного моноСТЮ с пассажирской станцией наверху

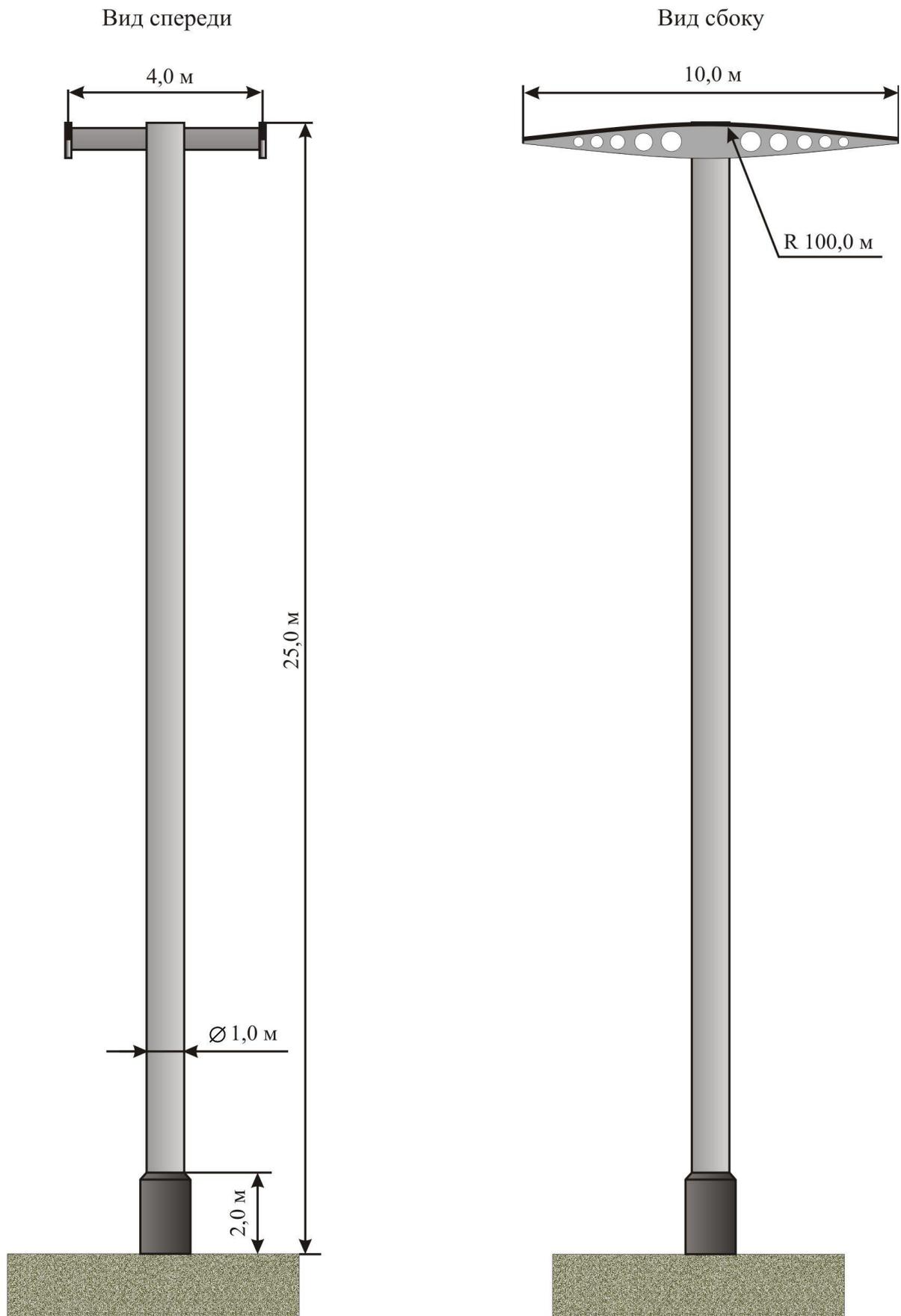


Рис. 1.22. Промежуточная поддерживающая опора двухпутного моноСТЮ

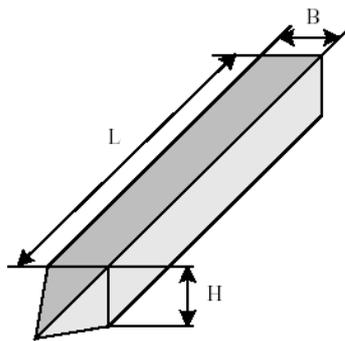


Рис. 1.23. Забивная свая

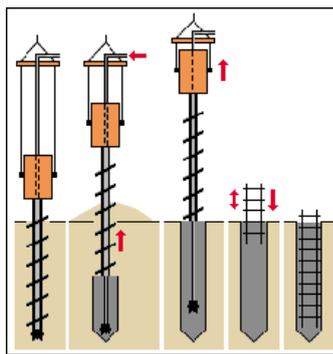


Рис. 1.24. Бурунабивная свая

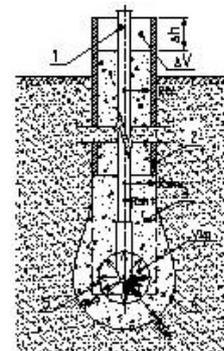


Рис. 1.25. Свая РИТ

Для интенсификации процесса погружения забивных свай при строительстве трасс СТЮ используется следующее оборудование.

Вибропогружатели, которые нагружают сваю периодически изменяемой по значению и направлению возмущающей нагрузкой высокой частоты. Вследствие высоких мгновенных относительных знакопеременных скоростей в пограничной со сваем зоне резко снижается коэффициент внутреннего и внешнего трения грунта, который приобретает свойства жидкости, чем снижается его сопротивляемость погружению сваи. В результате вибрационного силового взаимодействия сваи с грунтом для ее эффективного, соизмеримого по скорости с другими способами, погружения достаточно небольшой гравитационной пригрузки. Этот метод весьма эффективен при погружении свай в водонасыщенные песчаные грунты, а также другие грунты пластичной консистенции. По сравнению с ударным способом в указанных грунтах вибропогружением можно повысить производительность труда в 2,5—3 раза при снижении стоимости работ в 1,5—2 раза.

С уменьшением влажности грунтов для погружения свай с использованием виброэффекта к ним требуется прикладывать большие статические или динамические (ударные) вертикальные нагрузки. Способы погружения свай сочетанием указанных нагрузок называют соответственно вибродавливанием и виброударным погружением. Каждую из составных частей нагрузок при погружении свай вибродавливанием (вибрационную и вдавливающую) передают на сваю различными механизмами вибродавляющего агрегата. Виброударную нагрузку можно генерировать одним механизмом — вибромолотом.

Для увеличения амплитуды возмущающей силы вибропогружатели

изготавливают многодебалансными, состоящими из нескольких пар дебалансов. Обычно дебалансы выполняют заодно с зубчатыми колесами 2 (см. рис. 1.26), являющимися последней парой в передаче движения дебалансам 3 от двигателя и синхронно вращающимися в противоположные стороны. Двигатели соединяют корпусом с вибровозбудителем жестко (рис. 1.26 а) или через пружинные амортизаторы 5 (рис. 1.26 б). Последним решением снижаются вредные воздействия вибрации на электродвигатели. Частота вибрации у вибропогружателей, выполненных по первой схеме, не превышает 10 Гц (низкочастотные вибропогружатели), а у вторых ее минимальное значение составляет 16,6 Гц (высокочастотные вибропогружатели). Как частоты, так и эксцентриситет у этих вибропогружателей можно изменить соответствующей настройкой, что позволяет выбирать оптимальные режимы их работы в зависимости от грунтовых и других условий.

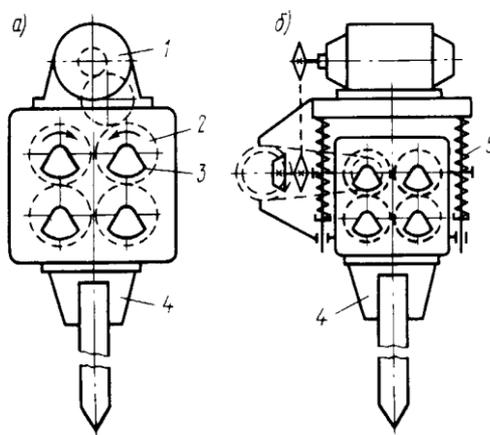


Рис. 1.26. Низкочастотный (а) и высокочастотный (б) вибропогружатели

Вибропогружатели обоих типов оборудуют дистанционным пультом управления с пусковой, регулирующей и защитной аппаратурой.

В пределах своего назначения — погружения свай и шпунта в песчаные и супесчаные водонасыщенные грунты — вибропогружатели в 2,5—3 раза производительнее свайных молотов, они удобны в управлении, не разрушают погружаемых ими строительных элементов. К недостаткам относятся ограниченная область применения и сравнительно небольшой срок службы электродвигателей из-за вредного влияния вибрации.

Вибромолоты отличаются от вибропогружателей видом соединения корпуса вибровозбудителя с наголовником 6 (рис. 1.27). Это соединение выполнено через пружинные амортизаторы 5, которые позволяют корпусу вибровозбудителя совершать большие размахи, отрываясь от наголовника и ударяя бойком 3 по наковальне 4 при обратном движении.

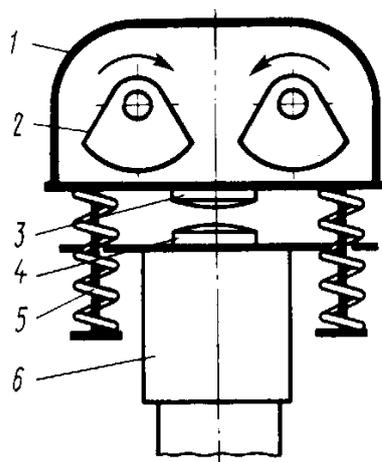


Рис. 1.27. Принципиальная схема устройства вибромолота

Обычно вибромолоты изготавливают бестрансмиссионными, сажая дебалансы 2 непосредственно на валы двух синхронно работающих электродвигателей, статоры которых установлены в едином корпусе.

Оптимальный режим работы вибромолотов зависит как от соотношения параметров вибровозбудителя, так и от размера зазора между бойком и наковальней, который устанавливают на заводе-изготовителе на специальном стенде. Для сообщения свае большой энергии удара пружинные амортизаторы подбирают так, чтобы один удар бойка о наковальню приходился на два, три и т.д. оборота дебалансовых валов. Важной особенностью работы вибромолотов является их способность к самонастройке — повышению энергии удара с увеличением сопротивления погружению сваи. Это объясняется тем, что с ростом сопротивлений уменьшается податливость сваи (увеличивается ее жесткость), чем определяется более высокая скорость обратного хода (после удара) и последующего прямого движения (вниз). Выпускаемые отечественной промышленностью вибромолоты характеризуются энергией удара до 3,9 кДж при массе ударной части до 2850 кг.

1.7.2. Буроинъекционные сваи

Свайные фундаменты для опор и инфраструктуры СТЮ, сооруженные по технологии непрерывного шнека, совмещают в себе преимущества забивных и буронабивных свай без извлечения грунта. Данный способ бурения позволяет производить работы в различных грунтах — сухих и болотистых, рыхлых и плотных, а также проходить через мягкие горные породы (туф, суглинок, известняк, песчаник и др.).

Работа по данной технологии не вызывает вибраций, благодаря чему более всего подходит для работ в центральных районах города. Все установки производства Soilmes S.p.A. оснащены звукоизоляцией в соответствии с действующим законодательством. Формирование свай (см. рис. 1.28) осуществляется без выемки грунта, что позволяет выполнять работы в непосредственной близости к существующим сооружениям, что значительно сокращает количество используемых материалов и площадей рабочей площадки.

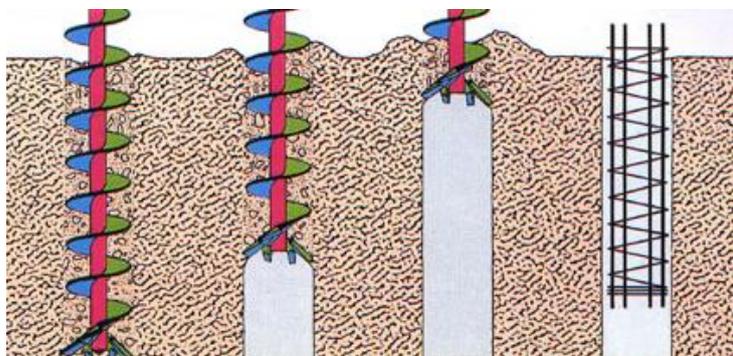


Рис. 1.28. Буроинъекционные сваи

Данная технология исключает использование бентонитного раствора, что позволяет избежать загрязнения строительной площадки, а также не возникает проблем, связанных с размещением разработанного грунта после формирования свай. Установки производства компании Soilmes позволяют сооружать набивные сваи диаметром от 40 до 140 см и глубиной до 33 м. 30-летний опыт работы компании Soilmes по технологии CFA делает возможным повышение производительности в различных тяжелых условиях благодаря:



- использованию шнека с различным шагом и наклоном спирали для увеличения скорости проникновения, зависящей от условий и характеристик сопротивления грунта;
- в зависимости от конкретного типа грунта используются различные виды режущего инструмента, который устанавливается под различным наклоном и режущим углом.

В начале полого шнека установлен забурник, оснащенный 2-мя спиралями и режущим инструментом, что позволяет облегчить прохождение через грунт. От попадания грязи в полую часть шнека защищает специальная заглушка, оснащенная уплотнительным кольцом и закрепленная стальной цепью. При бурении шнек прессует грунт, уплотняя при этом стенки скважины.

Оборудование для сооружения буронабивных свай по этой технологии устанавливается на экскаваторе на гусеничном ходу и состоит, главным образом, из полого шнека, длина которого зависит от требуемой глубины свай. Компания Soilmes предлагает две серии машин, на которые может быть установлено данное оборудование: серия R — универсальные буровые установки и серия CM — машины, разработанные специально для работы по технологии CFA.

Когда шнек достигает заданной глубины, производится подача бетона при помощи бетононасоса, соединенного шлангами с вертлюгом, расположенным на удлинительной мачте шнека. Давление, создаваемое бетононасосом при прохождении бетона через полую часть шнека, выдавливает специальную заглушку и бетон попадает внутрь скважины, при этом шнек поднимается, с вращением или без, освобождая пространство в скважине. Плотность заполнения скважины контролируется при помощи специального прибора, отображающего на дисплее форму свай в графическом виде или при помощи манометра, по которому контролируется давление бетона.

В состав бетонной смеси для CFA входит гравий (макс, размер 15 мм), песок (размер от 0,4 до 0,5 мм), содержание цемента может меняться от 350 до 450 кг/м³, соотношение вода/цемент должно составлять приблизительно 0,45. Осадка конуса должна находиться между 190 и 210 мм.

В зависимости от условий работы рекомендуется использование добавок для

бетонной смеси.

Технология изготовления свай CFA требует использования каркаса из арматуры, который вводится в заполненную бетоном скважину при помощи вибратора, однако использование вибратора может быть не обязательно для каркаса длиной 16—18 м.

1.7.3. Бурозавинчивающиеся сваи

Бурозавинчивающаяся свая (см. рис. 1.29), используемая для строительства свайных фундаментов опор и инфраструктуры СТЮ, состоит из металлической трубы 1, крестообразного наконечника 2 и спиральной навивки (а), обеспечивающих погружение сваи путем ее вращения в сочетании с вдавливанием.

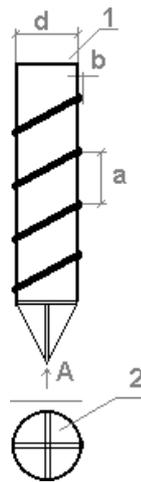


Рис. 1.29. Принципиальная схема бурозавинчивающейся сваи

Металлические трубы, применяемые для изготовления бурозавинчивающихся свай, имеют наружный диаметр от 10 до 60 см и длину до 12 м. Толщина стенки труб не менее 6 мм, что удовлетворяет требованиям прочности и долговечности.

Крестообразный наконечник изготавливается из двух металлических заостренных пластин толщиной 8 мм, сваренных в виде креста между собой и приваренных к круглой пластине толщиной не менее 6 мм, закрывающей нижний конец сваи. Угол заострения наконечника — 60°.

Спиральная навивка представляет собой непрерывный металлический стержень треугольного, круглого или квадратного сечения (например, арматуру) шириной (b)

от 6 до 22 мм, приваренный к металлической трубе с шагом (а) от $0,5d$ до $1,0d$, где d — наружный диаметр трубы.

Бурозавинчивающиеся сваи применяются пустотелые, заполненные бетоном без армирования и заполненные бетоном с армированием.

Размеры бурозавинчивающихся свай и отдельных их элементов должны соответствовать проекту. Никакие отступления от установленных в проекте размеров при изготовлении свай, без согласования с проектной организацией (ООО «СТЮ»), не допускаются.

Диаметр, длина и количество металлических труб при использовании бурозавинчивающихся свай в качестве несущих конструкций, определяются расчетами как для свайного фундамента.

Расстояние от осей бурозавинчивающихся свай до наружных граней строительных конструкций близлежащих зданий и сооружений назначается не менее $0,5d$, где d — диаметр сваи.

Ширина спиральной навивки (в) (рис.1.29) назначается в пределах от $0,04$ до $0,06d$ ствола сваи, причем меньшие величины соответствуют большим значениям диаметра.

Шаг спиральной навивки назначается в пределах от $0,5$ до $1,0d$ ствола сваи, причем меньшие величины соответствуют плотным песчаным грунтам и глинистым грунтам твердой консистенции.

Размеры сварного шва между спиральной навивкой и стволом сваи должны быть установлены путем расчета на прочность при передаче на сваю максимального крутящего момента, развиваемого механизмом, используемым для погружения свай. При этом длина двустороннего шва должна составлять не менее 60 мм на 600 мм длины навивки.

Если по данным инженерно-геологических изысканий на всю проектную глубину погружения свай или на ее часть залегают плотные грунты либо грунты, содержащие крупнообломочные или другие включения, затрудняющие погружение свай непосредственно в грунтовый массив, допускается применение лидерных скважин диаметром, не менее чем на $0,1d$, меньшим диаметра ствола сваи (d), и расположением их забоя не менее чем на 1 м выше проектной отметки расположения

нижних концов свай.

В неустойчивых грунтах вместо устройства лидерных скважин следует выполнять рыхление грунтов шнековым буром (без подъема его при бурении) в пределах грунтового массива (цилиндра), диаметр которого не менее чем на 0,1d меньше диаметра ствола свай, и отметки низа массива не менее чем на 0,5 м выше проектной отметки расположения нижних концов свай.

1.8. Контроль состояния свай и фундаментов

Установка УДС-1 (см. рис. 1.30) предназначена для механического возбуждения и измерения кинематических и спектральных характеристик упругих колебаний (УК) в сваях и фундаментах с целью определения их состояния.

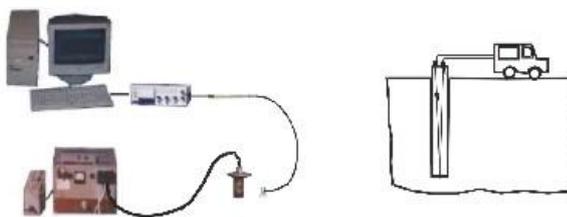


Рис. 1.30. Принципиальная схема УДС-1

Область применения: контроль состояния свай и фундаментов при строительстве опор и инфраструктуры СТЮ.

Установка обеспечивает:

- определение длины и формы буронабивных свай;
- обнаружение ослабленных зон и трещин в фундаментах и сваях;
- определение качества восстановления фундаментов наземных сооружений и состояния грунтов до и после воздействия на них различными способами упрочнения.

Состав установки УДС-1: установка возбуждения свай (УВС) и измерительная система (ИС). УВС включает источник тока, накопитель электрической энергии, высоковольтный кабель и электроискровой излучатель. ИС состоит из

вибропреобразователя, усилителя и комплекса программно-аппаратных средств на базе персонального компьютера.

Принцип действия основан на зависимости временных, амплитудно-частотных и фазовых характеристик эхо-сигнала от состояния (дефектов, размеров и формы) свай и фундаментов.

Технические характеристики установки указаны в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Технические характеристики установки УДС-1

Параметры	Значения
Напряжение разряда накопителя, кВ, не более	3
Энергия накопителя, Дж, не менее	400
Диапазон измерения времени распространения импульса УК, мс, не менее	100
Погрешность измерения времени распространения импульса УК, %, не более	+5
Рабочий частотный диапазон вибропреобразователя, кГц, не более	12,5
Габаритные размеры накопителя, мм	450×300×300
Масса установки, кг, не более	60

Электроискровой излучатель и вибропреобразователь устанавливаются на голову сваи или поверхность фундамента. При искровом пробое между электродами излучателя по свае или фундаменту распространяется импульс упругих колебаний. Вибропреобразователь принимает эхо-сигнал, отраженный от неоднородностей и дефектов структуры объекта диагностирования.

Питание установки осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц; потребляемая мощность не более 500 ВА.

1.9. Технология монтажа опор бирельсового СТЮ и моноСТЮ

1.9.1. Наземный монтаж

Для монтажа опор применяются грузоподъемные средства, эффект использования которых мог бы проявиться в наибольшей мере. Эффект определяется минимальными затратами при соблюдении всех требований безопасности и



достижении установленного проектом и нормами качества работ. Эффект тем существеннее, чем меньше денежных затрат и времени требуется на доставку грузоподъемных средств на место назначения, их сборку, установку и обслуживание, использование в работе.

Для строительства опор, прежде всего, применяются самоходные грузоподъемные краны. Они незаменимы при сборке конструкций опор и, если позволяют условия строительства и использования крана, зачастую предпочтительнее других средств и способов монтажа. Крановый монтаж высотных опор осуществляется поэлементно, отдельными фрагментами, объемными укрупненными секциями или по нескольку собранных в участки секций.

Для сборки монтажных единиц — панелей, фрагментов, объемных секций или укрупненных блоков, состоящих из нескольких секций, используют автокраны небольшой грузоподъемности (до 5 т). С их помощью может быть смонтирована также нижняя часть опоры до высоты 30 м. Далее монтаж проводится высотным краном.

С учетом грузоподъемности крана опора может быть поднята целиком или в два приема. Для этого не обязательно использовать краны с высотой подъема груза, превышающей высоту опоры. Достаточно застропить горизонтально собранный блок (или всю опору) выше центра тяжести и приподнять его в вертикальное положение. При этом можно искусственно понизить центр тяжести, закрепив снизу блока противовес. Для придания поднимаемому блоку положения, близкого к вертикальному, противовес устанавливают эксцентрично, создавая некоторый момент сил, противодействующий моменту подвеса блока на стропах, но не превышающий его.

Величину противоположного момента устанавливают из условия: вектор тяжести конструкции с противовесом не должен выходить за пределы нижнего основания этой конструкции. Тем самым при установке блока и опускании строп исключается его опрокидывание. После касания и временного фиксирования низкого края основания блока (именно поэтому момент сил уравнивают не полностью) блок при его дальнейшем опускании и наводке закрепляют во всех необходимых точках. Если же вектор центра тяжести поднимаемого блока выйдет за пределы



своего нижнего основания, требуется дотягивать опору поворотом стрелы или лебедкой при поддержке краном (или тормозной лебедкой), а это нежелательно.

Однако использование высотных самоходных кранов не во всех случаях доступно, например, из-за большого расстояния по их перегону, отсутствия должного качества дорог, весенней распутицы, высокой стоимости аренды крана, недостаточной высоты подъема груза и т. д. В этом случае применяются различные монтажные грузоподъемные устройства, которые поднимают вслед за смонтированными конструкциями и закрепляют к ним для очередного подъема. К таким устройствам относятся лебедки, самоподъемные краны, переставные подъемные стрелы, качающиеся порталы и пр. Эти грузоподъемные устройства менее универсальны по сравнению с наземными кранами, они определяются монтируемыми конструкциями. Их разработку осуществляют в каждом конкретном случае с учетом требований данного строительства.

1.9.2. Воздушный монтаж

Универсальным транспортным и монтажным средством является вертолет. Для него практически не ограничена высота подъема груза (до 4000 м), не требуется проезжих дорог, крановых путей, взлетно-посадочной полосы. Для стоянки вертолета не обязательно иметь место близ строящегося объекта, если этого не позволяют условия плотной застройки. Вертолет не разрушит ничем не восстанавливаемую почву тундры, сохранит первозданную природу и экологическое равновесие в ней. При условии должной подготовки к использованию вертолета на строительном объекте можно не только обеспечить высокие темпы строительства, но и снизить стоимость монтажа.

Технология отечественного вертолетного монтажа разработана и продолжает совершенствоваться НИПИпромстальконструкцией и ОАО «НПО «Взлет».

Ускоренные темпы монтажа обеспечивает сама техническая сущность вертолета, который в воздухе не имеет «твердой» опоры, а «мягкая» обусловлена аэродинамической подъемной силой, создаваемой вращением несущего винта. Благодаря этому вертолет висит над требуемым объектом в заданной точке. Во время такого неподвижного висения вертолет находится в режиме позиционирования

(будь то штиль или ветер) и совершает движения, перемещаясь относительно осей трехмерного пространства линейно, угломестно и азимутально (в этом заключен ответ на вопрос, почему вертолетный монтаж могут осуществлять пилоты только высокой квалификации). В отличие от грузоподъемных кранов, когда время, затрачиваемое на подъем и установку конструкции, практически не лимитировано (оно зависит от работы крана и времени, которое потребовалось монтажникам для проведения операции), продолжительность монтажного цикла вертолета от запуска двигателей до остановки несущего винта после выполнения монтажной операции ограничена. Время монтажного цикла вертолета регламентировано запасом принятого на борт топлива. Режим позиционирования ограничен — не более 15 мин для основных типов вертолетов. Несмотря на достаточный запас принимаемого на борт горючего, с его затратами нельзя не считаться. Расход горючего определяет время проведения воздушных операций и влияет на себестоимость вертолетного монтажа.

Необходимое и достаточное количество горючего рассчитывают исходя из принимаемых ограничений по грузоподъемности и фактической массе монтируемой конструкции, а также в зависимости от дальности вертолетной стоянки и воздушного перемещения конструкции на точку монтажа. Грузоподъемность вертолета есть разность между максимальной взлетной массой и массой всех его конструкций и устройств (сухой вес) с учетом имеющихся на борту горюче-смазочных материалов и экипажа. Грузоподъемность вертолета, используемого при монтаже, устанавливается в зависимости от типа вертолета и вида предстоящих операций. Для безопасности проведения монтажных операций в целях использования запаса мощности двигателя в непредвиденной ситуации грузоподъемность принимается на 10—15% меньше максимальной. Для отечественных вертолетов при идеальных условиях выполнения монтажных работ установлена следующая градация грузоподъемности:

- Ми-8МТВк — 4,5 т;
- Ми-10к — 8,3 т;
- Ми-26Т — 17,5 т.

В реальных условиях грузоподъемность вертолета зависит от температуры и влажности воздуха, силы и направления ветра и от других условий.



Скоротечность вертолетных монтажных операций требует тщательной подготовки и четкой координации действий наземной бригады монтажников и экипажа вертолета. Эффективность вертолетного монтажа при ограниченном времени воздушных работ и их безопасности зависит от тщательности проработки всех технических аспектов в проекте производительности работ при неукоснительном соблюдении требований авиапредприятия.

Основные требования при вертолетном монтаже:

- взаимная контрольная состыковка на земле всех укрупненных секций и их блоков, подлежащих подъему и установке вертолетом, а также обеспечение их системой ловителей, безошибочно фиксирующих правильное положение стыкуемых конструкций;
- взвешивание поднимаемых грузов (секций и блоков с их полной оснасткой) и документальная информация о результатах взвешивания;
- проверка правильности строповки с применением траверс (или вставок), имитирующих систему азимутальной фиксации груза внешней подвески вертолета;
- применение стропов с заделкой концов канатов методом заплетки;
- подготовка временных вертолетных стоянок и грузовых площадок, включая меры по устранению пылевых и снежных вихрей при работе вертолета.

ППР должен быть согласован с авиапредприятием, которое подряджается выполнить заказ на монтажные работы. Действия, совершаемые экипажем вертолета и бригадой монтажников, должны быть предварительно проиграны на земле и скоординированы до подъема груза. В ходе монтажных операций решения о последующем действии принимает командир экипажа на основе результата предыдущего действия и оценки ситуации.

Помимо эффективности применения вертолетов на Севере и в труднодоступных районах имеются такие объекты высотного строительства СТЮ, для которых наиболее рационально эффективное использование вертолетов. Это объекты, где могут применяться «кустовые» и «линейные» методы монтажа при ограниченном числе перелетов вертолета.



1.10. Выводы

Для условий ХМАО—Югры с его суровыми зимними климатическими и природными условиями, наиболее целесообразно использовать рельсо-струнную транспортную систему, как наиболее экономически выгодный вид грузопассажирского транспорта.

Разработка нескольких типов промежуточных и анкерных опор СТЮ обусловлена необходимостью прохождения в различных природно-климатических условиях, на различных грунтах, преодоления различных препятствий, в том числе в условиях существующей городской застройке (повороты, переход через автомобильные дороги и др.). Высота опор определяется, в основном, рельефом местности и высотой преодолеваемых препятствий. Беспочинное поднятие рельсо-струнной путевой структуры на более высокую отметку ведет только к удорожанию транспортной системы «второго уровня».

Анкерные опоры необходимо устанавливать на наибольшее расстояние друг от друга (до 10 км, по длине выпускаемой промышленностью высокопрочной стальной проволоки) с наименьшим количеством поворотов, чтобы сократить количество опор в составе проекта. Это также ведет к снижению затратной части строительства, как временной, так и экономической.

Технологии, применяемые в современном строительстве и методы контроля, которые использует компания «СТЮ», позволяют выполнить высококачественные проекты на любых трассах СТЮ на территории ХМАО — Югры.

Многообразие применяемых технологий и оборудования при изготовлении продукции обуславливается климатическими, геологическими и рельефными особенностями местности, на которой планируется осуществить выполнение проекта.

Основными критериями правильного подхода к выбору технологий является главный принцип компании «СТЮ»: «минимальная цена — наивысшее качество».

2. Эскизная проработка станций и сервисных депо

2.1. Эскизная проработка станций

2.1.1. Введение

Вокзалы и станции оказывают заметное влияние на развитие городов, вносят изменения в их инфраструктуру. В свою очередь, город предъявляет все более высокие требования к транспортным узлам и комплексам вокзальных зданий и сооружений. Первые междугородные коммуникации появились в связи с необходимостью транспортного сообщения между крупными городами.

Направления первых линий, быстрый технический прогресс и урбанизация городского пространства формировали сеть коммуникаций в застройке города. Возникновение транспортных путей сопровождалось развитием городского и пригородного пространства вдоль них, появлялись новые населенные пункты, которые в дальнейшем сливались с городом и образовывали мегаполис. Радиальные ветки связывались кольцевой дорогой, которая ограничивала центр застройки. Влияние дорог на развитие городского пространства приводило к гигантскому росту города, а вокзалы и станции оставались в центре, зажимаемые растущими городскими территориями, транспортными и пассажирскими потоками. Рост городов сопровождался и другим характерным признаком урбанизации. Это увеличение подвижности городского населения. Она определяется необходимостью осуществления очень важной связью между местом работы и местом жительства, а так же поездок с различной целью во внегородскую зону. Примером мегаполисов с высокой транспортной плотностью могут служить такие города как Лондон, Париж, Берлин, Москва и т.д. Наступил момент, когда старые здания вокзалов перестают справляться со своими задачами, а строительство новых требует крупных капиталовложений и решения глобальных градостроительных задач на уровне всей городской агломерации.

Выгодное положение действующих вокзалов и станций в центральной части крупных городов остается одной из главных причин их сохранения и дальнейшего расширения. При выгодном расположении и постоянно растущей скорости транспортные линии становятся конкурентоспособными с аэропортами, находящимися за пределами города, транспортная связь с которыми в большинстве случаев оставляет желать лучшего.

Дальнейшая реконструкция становится возможной за счет освоения подземного и надземного пространства, рационального использования территорий над железнодорожными путями, создание многоуровневых комплексов с высокой интеграцией различных видов транспорта. В последнее время в крупных городах наметилась тенденция к относительному уменьшению возведения новых вокзалов, большую часть строительных работ составляет модернизация и реконструкция действующих станций и вокзалов путем повышения пропускной способности, улучшения качества обслуживания пассажиров и условий труда обслуживающего персонала.

Размещенные вблизи центра города и деловых кварталов крупные транспортно-коммуникационные узлы стали местами чрезмерной концентрации транспортных средств и людских масс, повышения плотности застройки.

Развитие транспортной инфраструктуры привело к необходимости создания интегрированных пересадочных станций, которые обеспечивали бы наиболее быструю и компактную пересадку с одной линии на другую.

2.1.2. Классификация станций СТЮ

Вокзалы СТЮ классифицируются:

- по площади помещений и расчетной вместимости на внеклассовые (более 1000 м², более 100 пасс.); I класса (до 1000 м², 50—100 пасс.); II класса (до 500 м², 20—50 пасс.); III класса (до 200 м², до 20 пасс.);
- по занимаемой площади (территории) станции делят на малые, средние, большие и крупные;
- по расположению относительно путевой структуры станции делят на продольные, торцевые, торцово-боковые и П-образные (см. рис. 2.1).

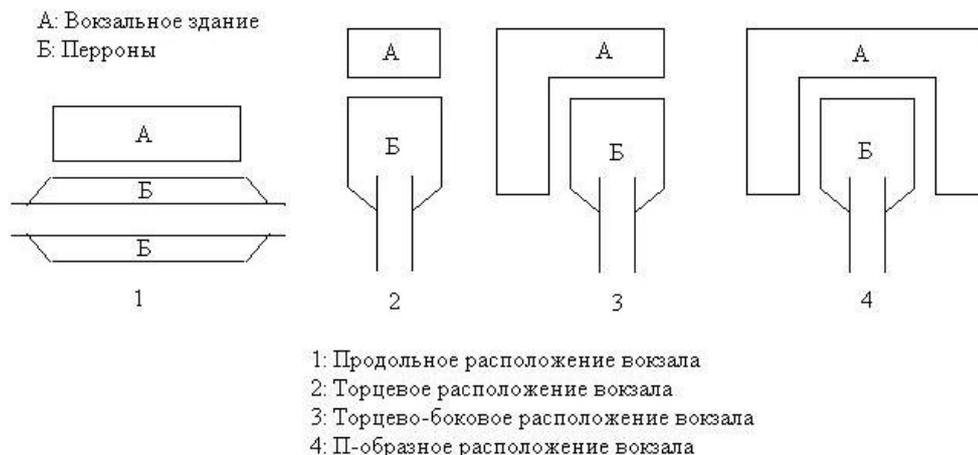


Рис. 2.1. Расположение вокзалов СТЮ относительно путей

Расположение вокзала (станции) относительно путей имеет важное значение для организации пассажиропотоков.

Пассажирские станции СТЮ из-за своей компактности и «второго уровня» размещения имеют разнообразные варианты исполнения и классифицируются:

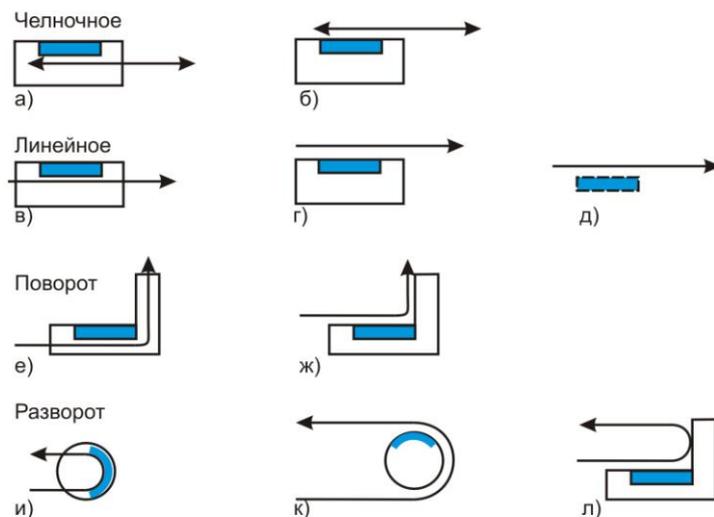
- по количеству путей, приходящих на станцию (один, два или более);
- по расположению пути относительно здания станции (путь размещен внутри станции или примыкает к ней снаружи здания);
- по количеству уровней (одно-, двух- или многоуровневые);
- по расположению на трассе (линейные, конечно–разворотные или поворотные)
- по системе организации движения (челночная, кольцевая, промежуточная).

Конструктивные особенности, вызывающие такое разнообразие, заключаются в том, что станции могут располагаться как на уровне земли, так и на определенной высоте (5—20 м и выше); могут располагаться отдельно, примыкать или входить в конструкцию торгового, промышленного, развлекательного жилого или многофункционального комплекса; могут совмещать несколько пересадочных линий на разной высоте и могут комбинироваться между собой с любой классификационной группой.

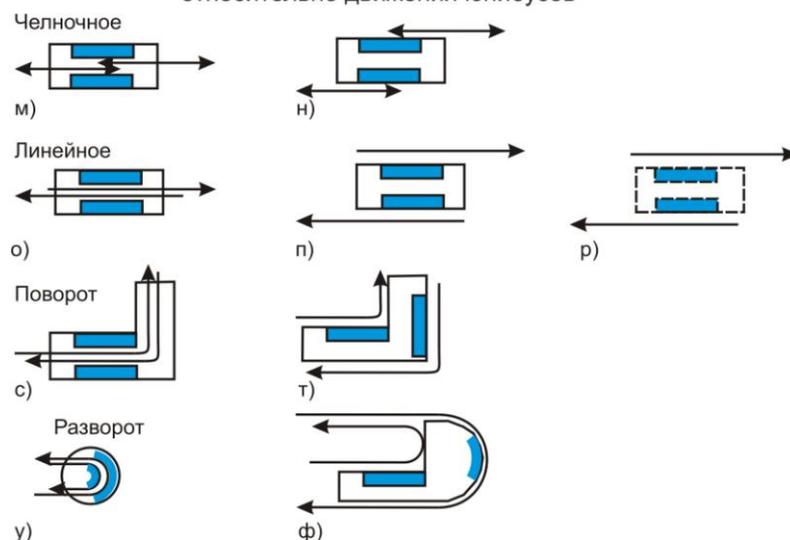
На схеме классификации (рис. 2.2) показаны различные виды станций:

- а) конечная станция однопутного СТЮ с челночным движением юнибусов (путь заходит в здание станции);

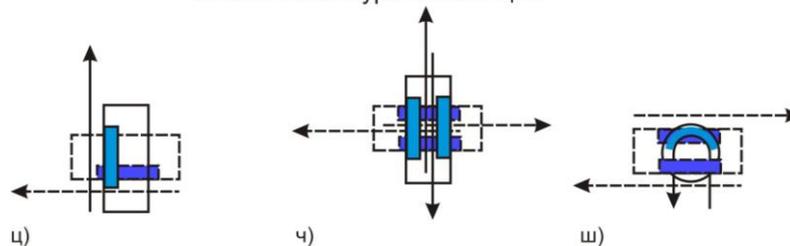
Классификация станций однопутного СТЮ по расположению относительно движения юнибусов



Классификация станций двухпутного СТЮ по расположению относительно движения юнибусов



Классификация станций двухпутного СТЮ по расположению относительно уровня станции



Условные обозначения:

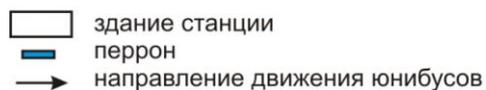


Рис. 2.2. Схема классификации основных станций СТЮ



- б) конечная станция однопутного СТЮ с челночным движением юнибуса (путь примыкает к зданию станции);
- в) линейная однопутная станция (путь проходит в здании станции);
- г) линейная станция однопутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- д) линейная станция однопутного СТЮ (станция находится на земле; посадка пассажиров осуществляется при помощи специального подъемника на строго позиционированной для юнибуса остановке);
- е) поворотная станция однопутного СТЮ (путь проходит в здании станции);
- ж) поворотная станция однопутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- и) разворотная станция однопутного СТЮ (путь проходит в здании станции);
- к) разворотная станция однопутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- л) разворотная станция однопутного СТЮ (разворотный круг примыкает к зданию станции);
- м) конечная станция двухпутного СТЮ с челночным движением юнибуса (путь проходит в здании станции);
- н) конечная станция двухпутного СТЮ с челночным движением юнибуса (путь примыкает к зданию станции);
- о) линейная станция двухпутного СТЮ (путь проходит в здании станции);
- п) линейная станция двухпутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- р) линейная станция двухпутного СТЮ (станция находится на земле; посадка пассажиров осуществляется при помощи специального подъемника на строго позиционированной для юнибуса остановке);
- с) поворотная станция двухпутного СТЮ (путь проходит в здании станции);
- т) поворотная станция двухпутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- у) разворотная станция двухпутного СТЮ (путь проходит в здании станции);
- ф) разворотная станция двухпутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- ц) двухуровневая станция пересечения однопутного СТЮ (путь примыкает к зданию станции);
- ч) двухуровневая станция пересечения двухпутного СТЮ (путь проходит в здании станции);
- ш) смешанная станция двухуровневого СТЮ.



Применение в проекте набора определенных типов станций проводится из условий экономической целесообразности, величины пассажиропотока, общей схемы планируемой сети СТЮ на этом участке местности с дальнейшей перспективой его развития, привязкой проекта к существующей транспортной и городской инфраструктуре.

На рис. 2.3—2.20 показаны варианты исполнения различных типов станций СТЮ для организации различных маршрутов движения:

- разворотная станция с примыканием двухпутной двухрельсовой трассы СТЮ и вынесенной шахтой пассажирского лифта (рис. 2.3 и 2.4);
- разворотная станция с примыканием двухпутной двухрельсовой трассы СТЮ и центральной шахтой пассажирского лифта (рис. 2.5 и 2.6);
- двухуровневая станция пересадок, у которой вверху — двухпутная бирельсовая городская трасса СТЮ проходит с примыканием к станции, а внизу двухпутная бирельсовая междугородная высокоскоростная трасса СТЮ проходит внутри здания станции (рис. 2.7 и 2.8);
- разворотная станция моноСТЮ с примыканием двухпутной трассы моноСТЮ и центральной шахтой пассажирского лифта (рис. 2.9 и 2.10);
- линейная станция бирельсового двухпутного СТЮ большой провозной способности, совмещенная с крупным торгово-развлекательным центром (рис. 2.11);
- двухуровневая станция пересадок, у которой верхняя и нижняя двухпутная бирельсовая трасса СТЮ проходит внутри здания станции (рис. 2.12);
- станция для остановок «по требованию». Устанавливается по ходу основной линии в местах с невысоким пассажиропотоком. Станцией являются два подъемника, установленных в небольших кафе или магазине, с которых происходит посадка (высадка) пассажиров в юнибусы (рис. 2.13);
- линейная станция бирельсового двухпутного СТЮ (рис. 2.14);
- конечная разворотная станция бирельсового двухпутного СТЮ. Путь проходит внутри здания станции. На крыше здания расположена «зеленая» зона (может быть бассейн, зимний сад, ледовый каток с искусственным покрытием и т.д.) (рис. 2.15 и 2.16);
- конечная разворотная станция бирельсового СТЮ (рис. 2.17—2.20).



Рис. 2.3. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ (вид сбоку)

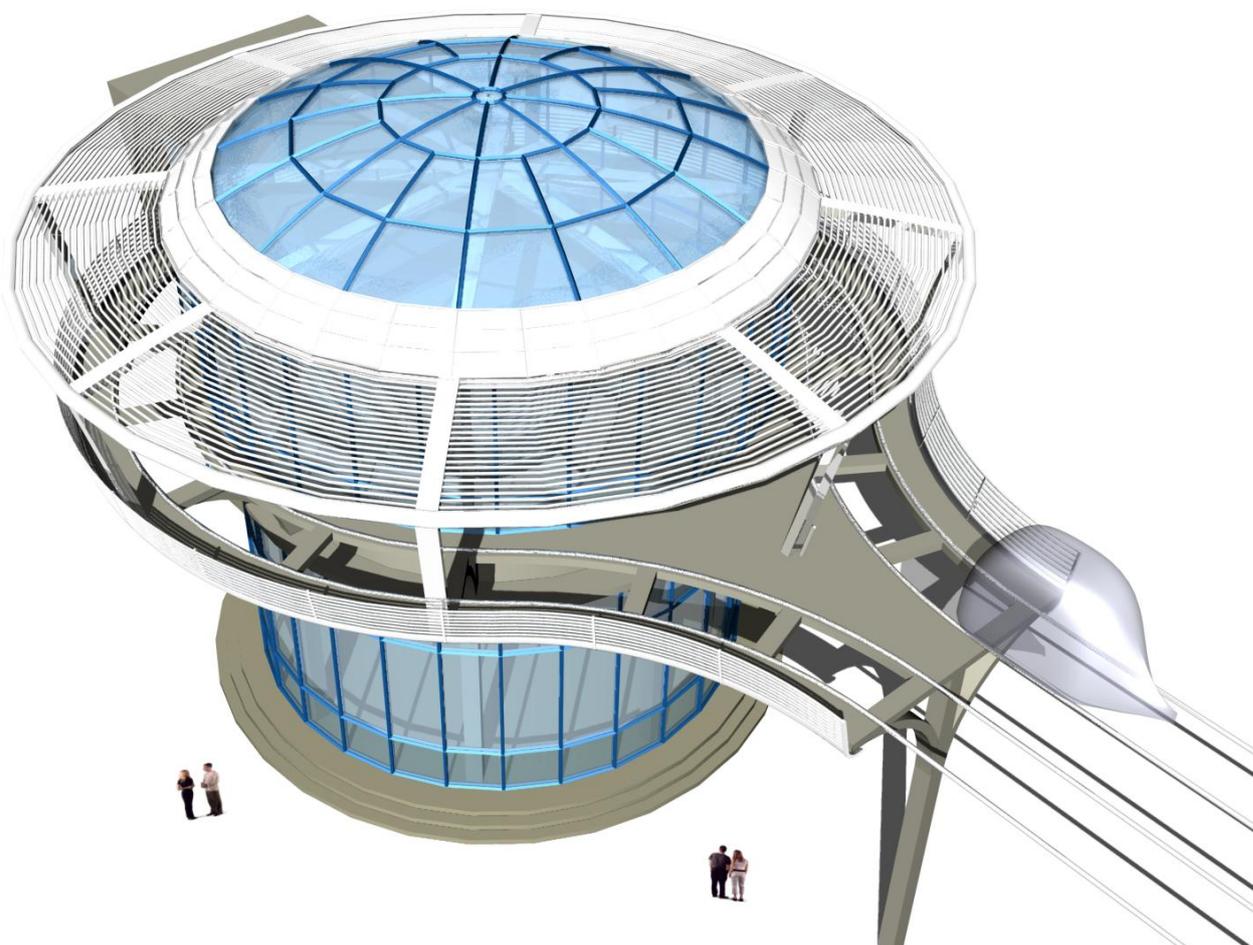


Рис. 2.4. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ (вид сверху)

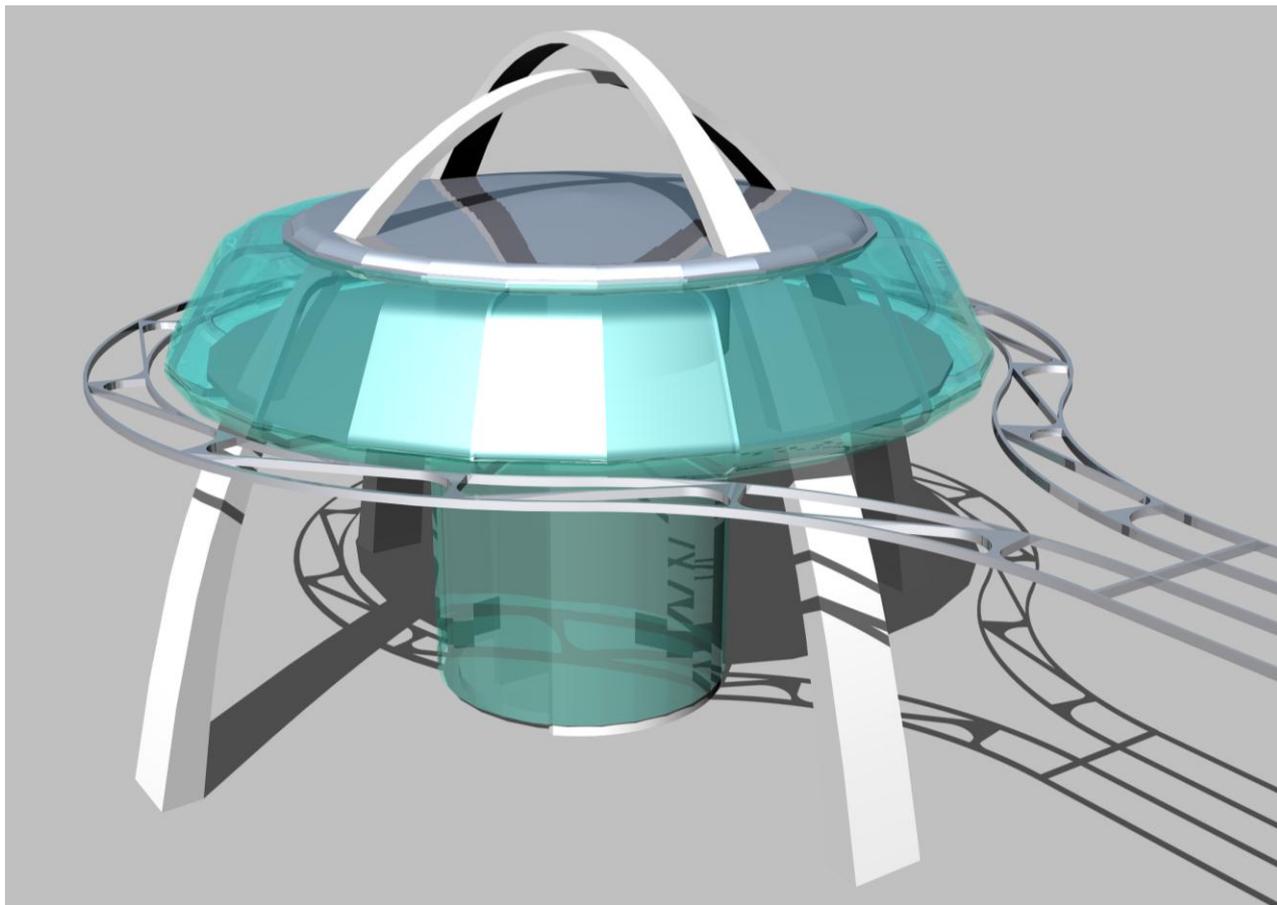


Рис. 2.5. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ (вид сбоку)

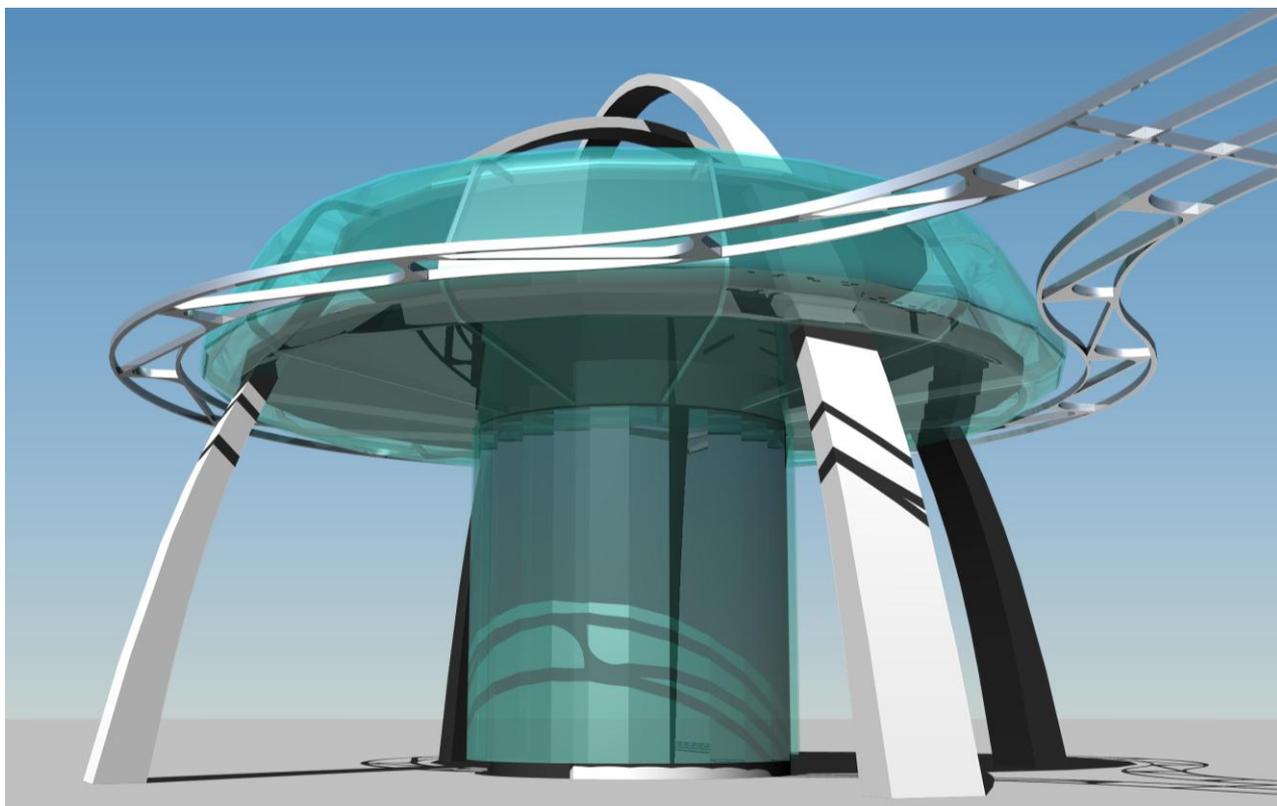


Рис. 2.6. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ (вид снизу)

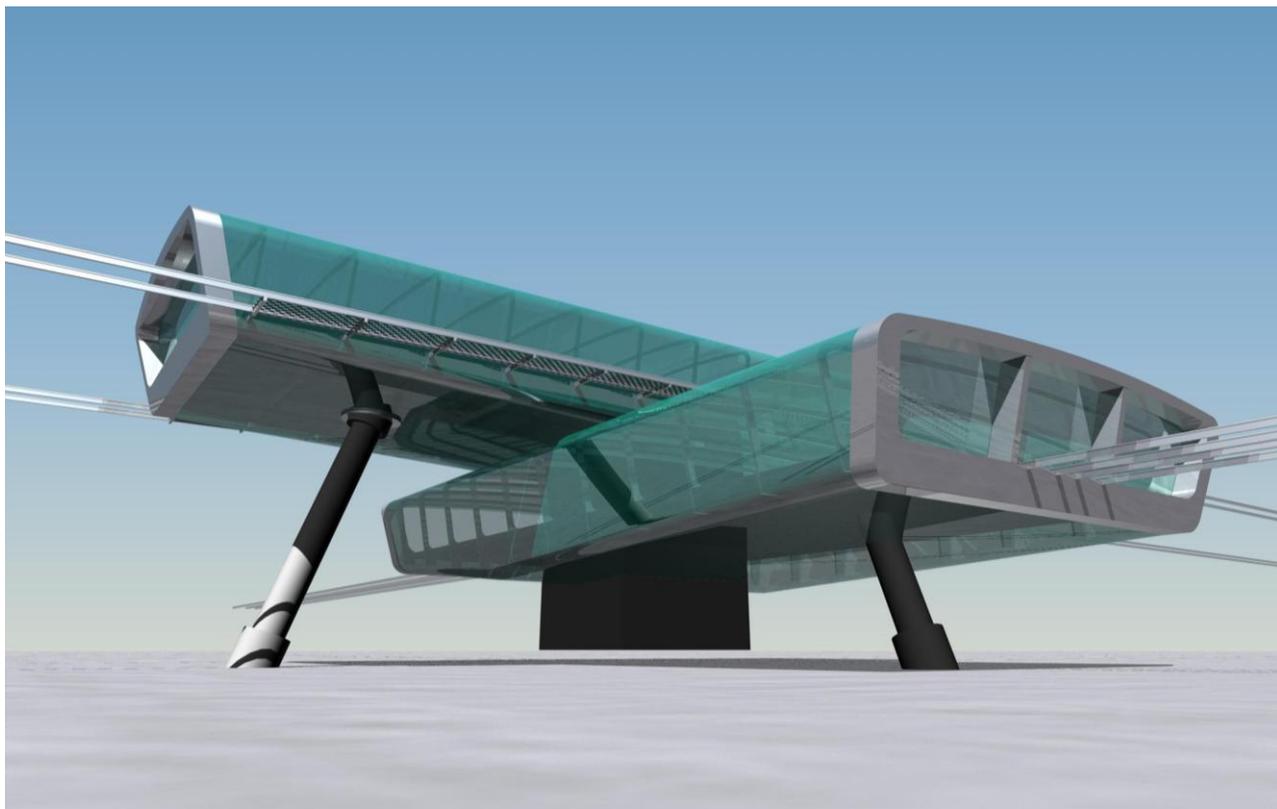


Рис. 2.7. Двухуровневая станция двух пересекающихся трасс бирельсового СТЮ (вид сбоку)
Верхний путь проходит с внешним примыканием к станции. Нижний путь проходит внутри станции

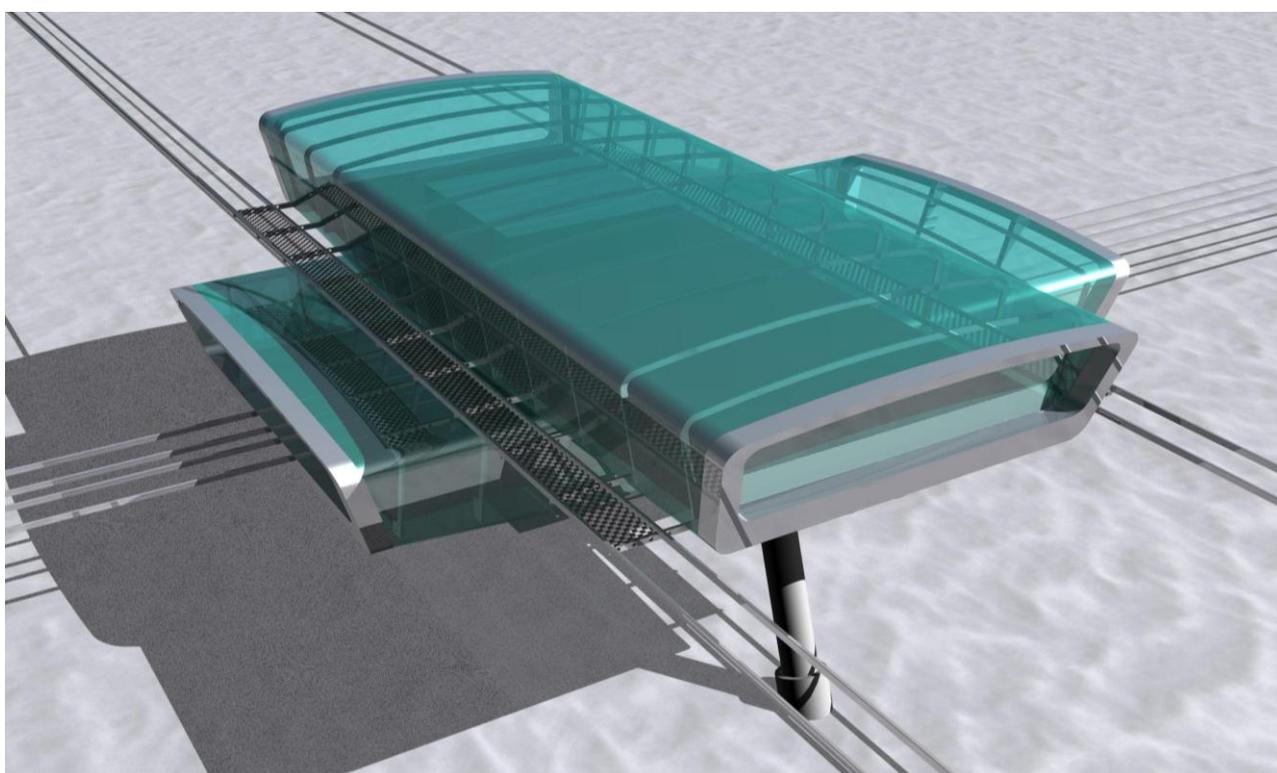


Рис. 2.8. Двухуровневая станция двух пересекающихся трасс бирельсового СТЮ (вид сверху)
Сверху путь проходит с внешним примыканием к станции. Снизу путь проходит внутри станции

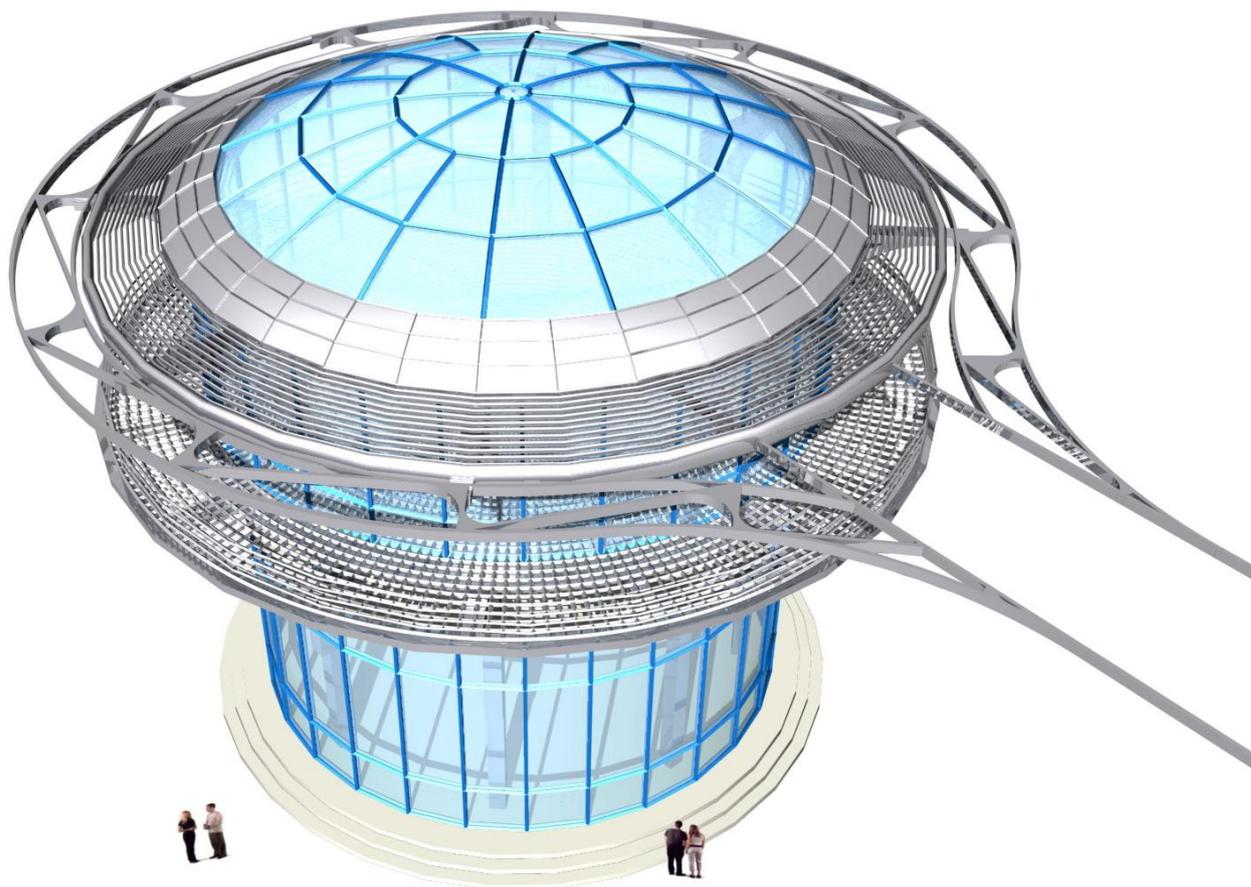


Рис. 2.9. Разворотная станция двухпутного моноСТЮ (вид сверху)



Рис. 2.10. Разворотная станция двухпутного моноСТЮ (вид сбоку)

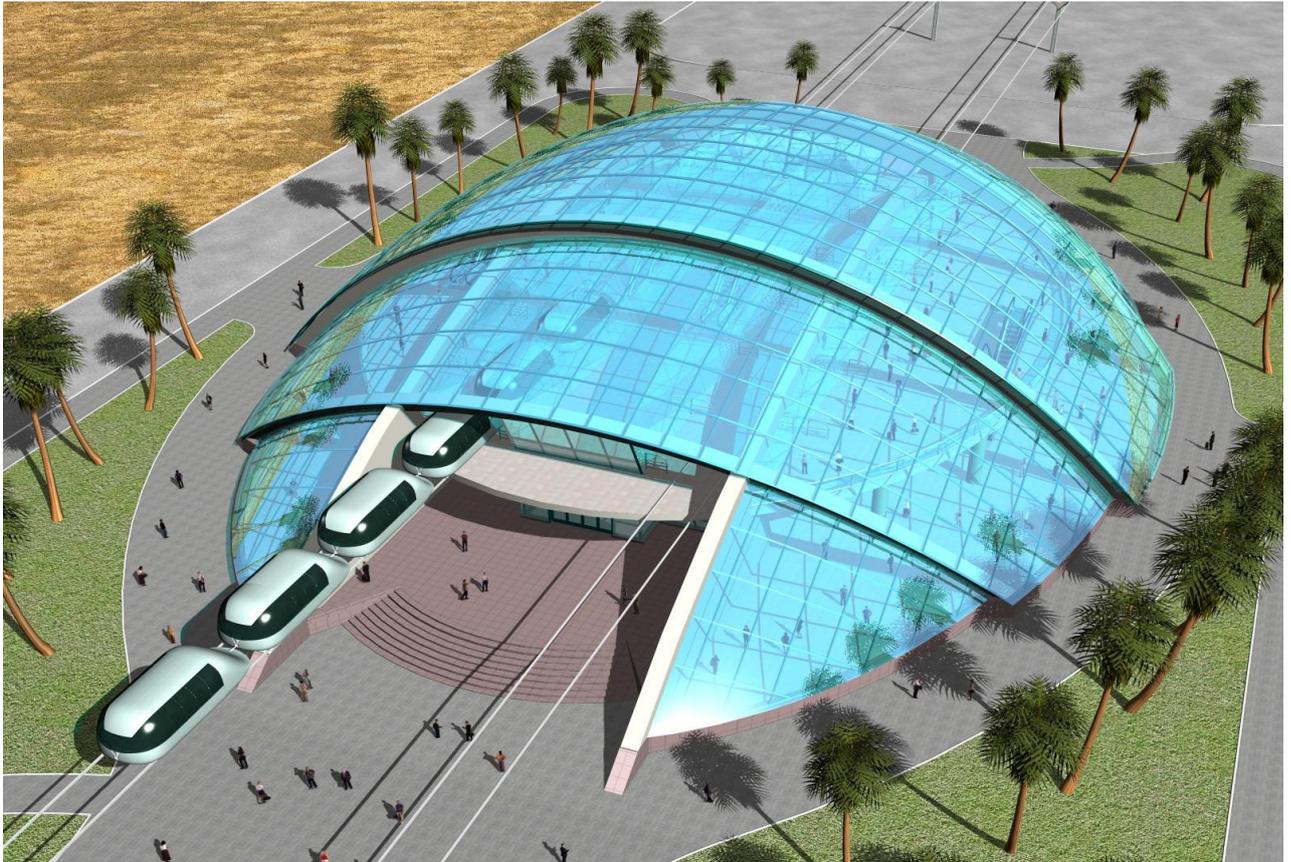


Рис. 2.11. Станция скоростного двухпутного бирельсового СТЮ, совмещенная с торгово-развлекательным комплексом



Рис. 2.12. Двухуровневая станция двух пересекающихся двухпутных трасс бирельсового СТЮ, совмещенная с торговым комплексом

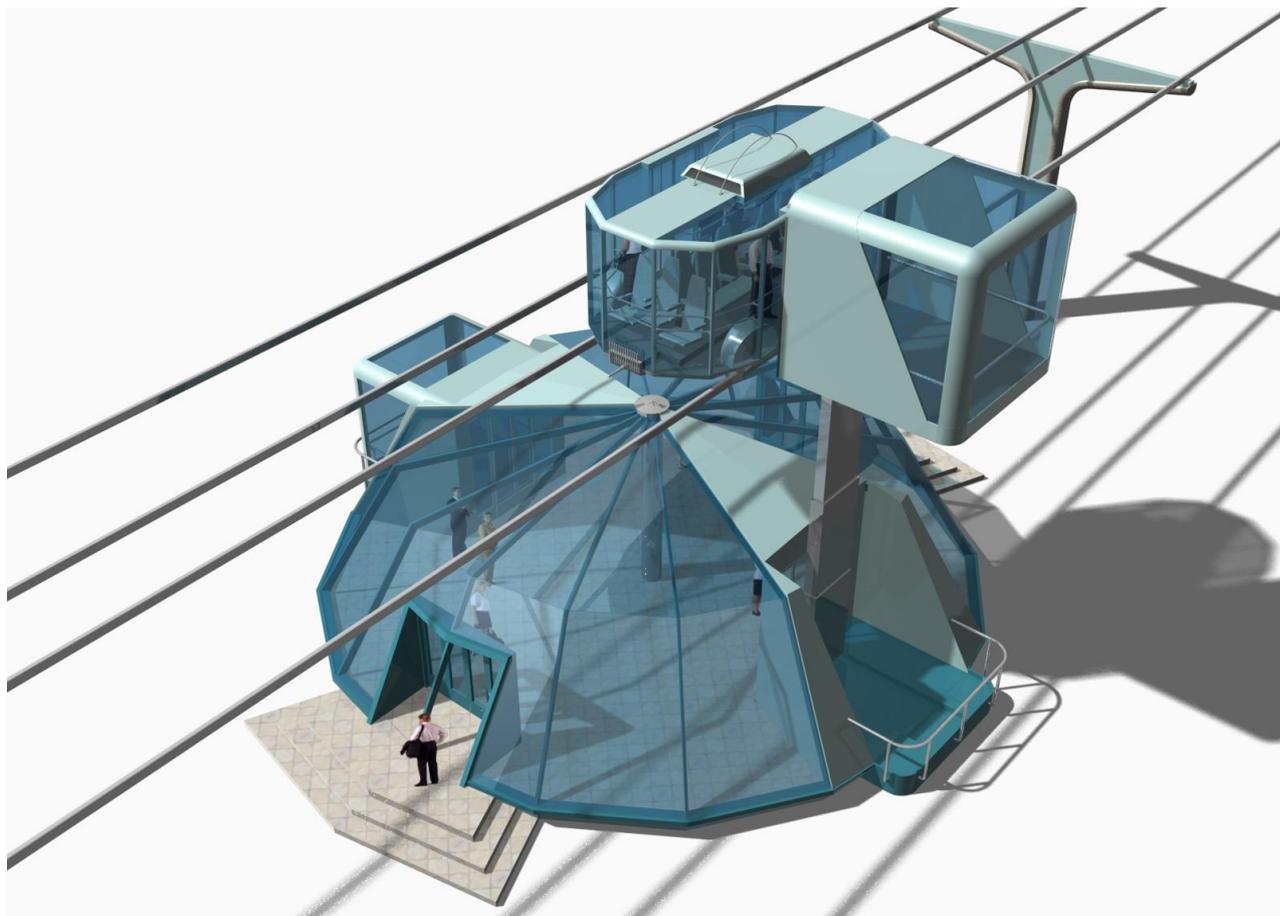


Рис. 2.13. Станция двухпутной трассы бирельсового СТЮ, размещенная на «первом уровне»
Посадка—высадка пассажиров осуществляется при помощи подъемников

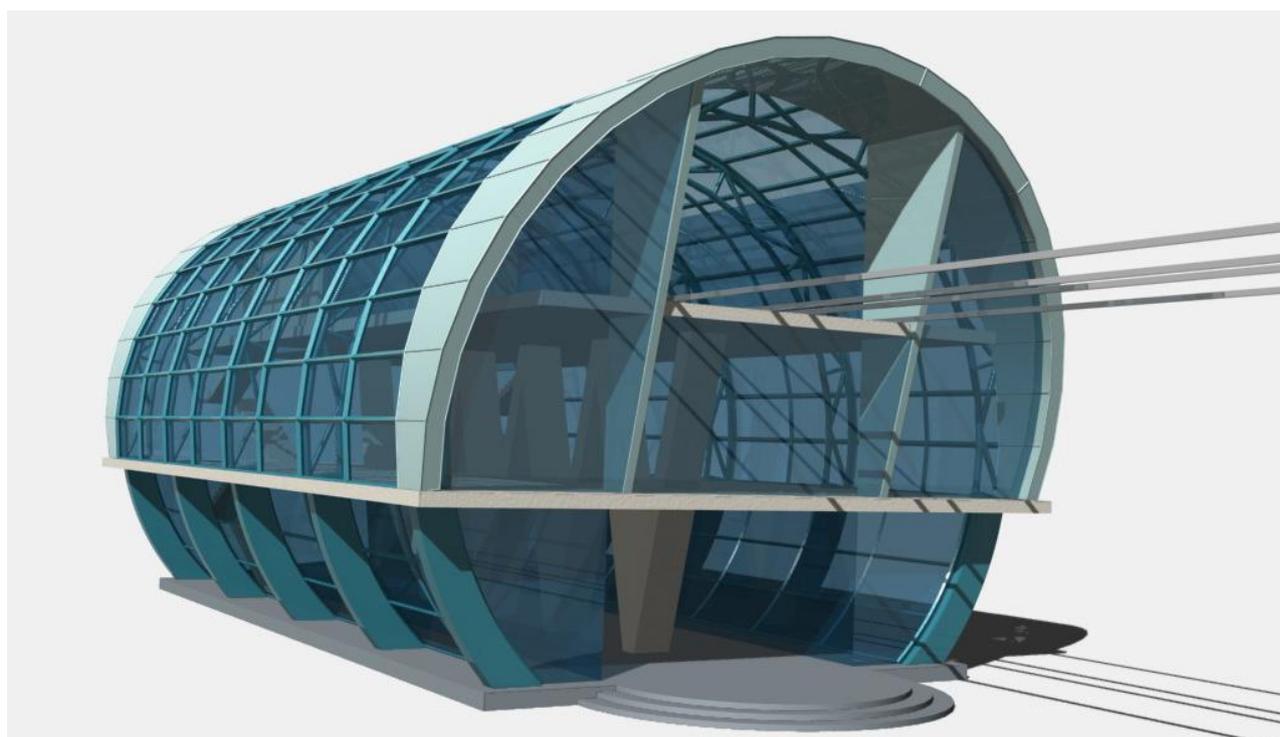


Рис. 2.14. Промежуточная станция двухпутного бирельсового СТЮ



Рис. 2.15. Станция бирельсового СТЮ с искусственным садом на крыше (вид с поверхности земли)



Рис. 2.16. Станция бирельсового СТЮ с искусственным садом на крыше (вид сверху)

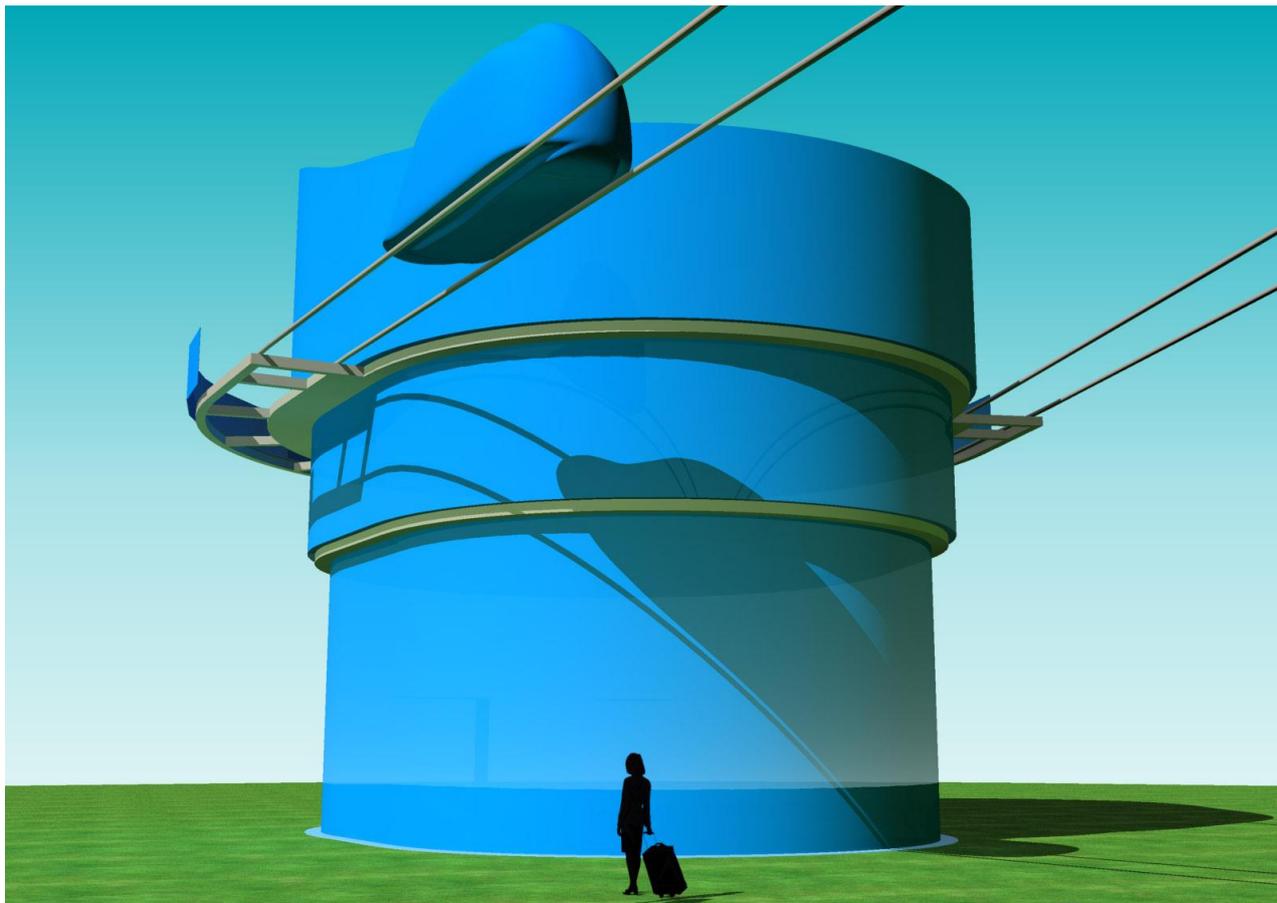


Рис. 2.17. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ

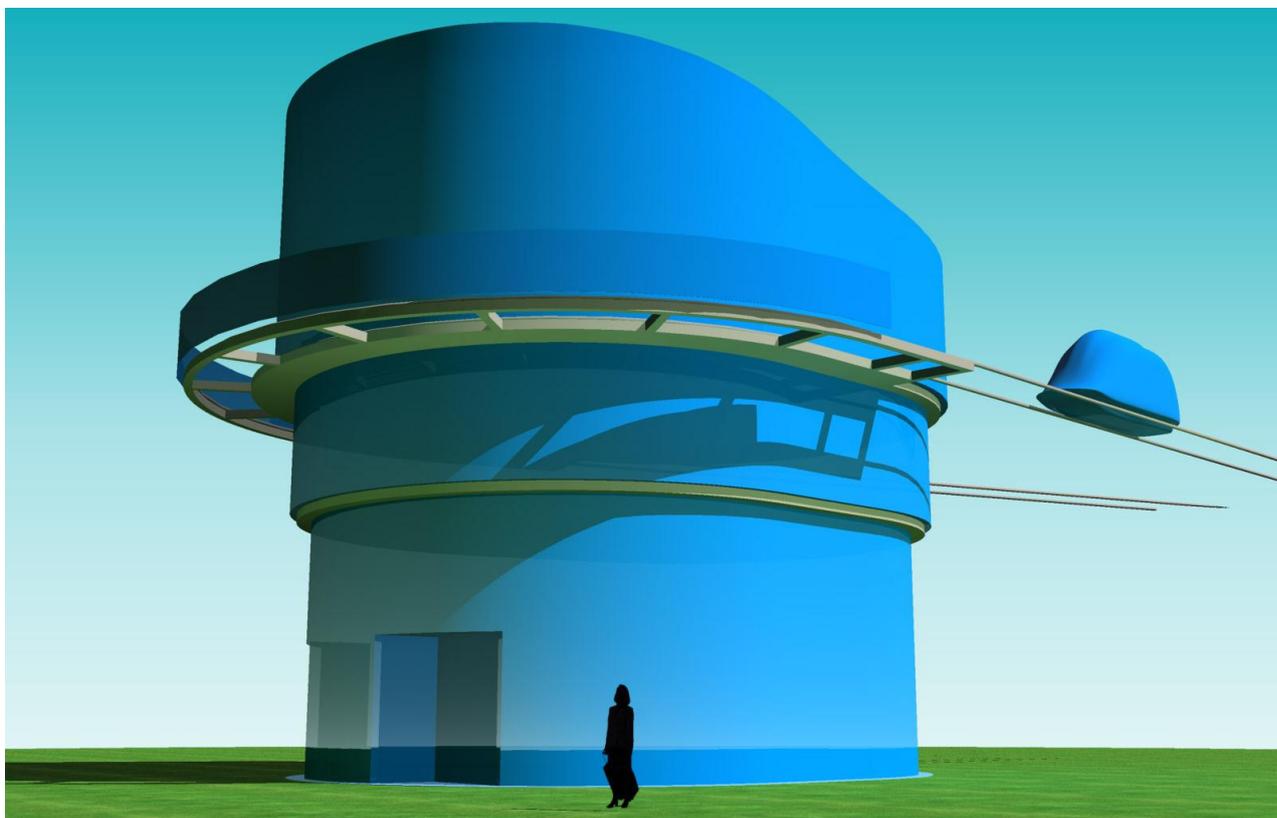


Рис. 2.18. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ



Рис. 2.19. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ с наружным несущим каркасом

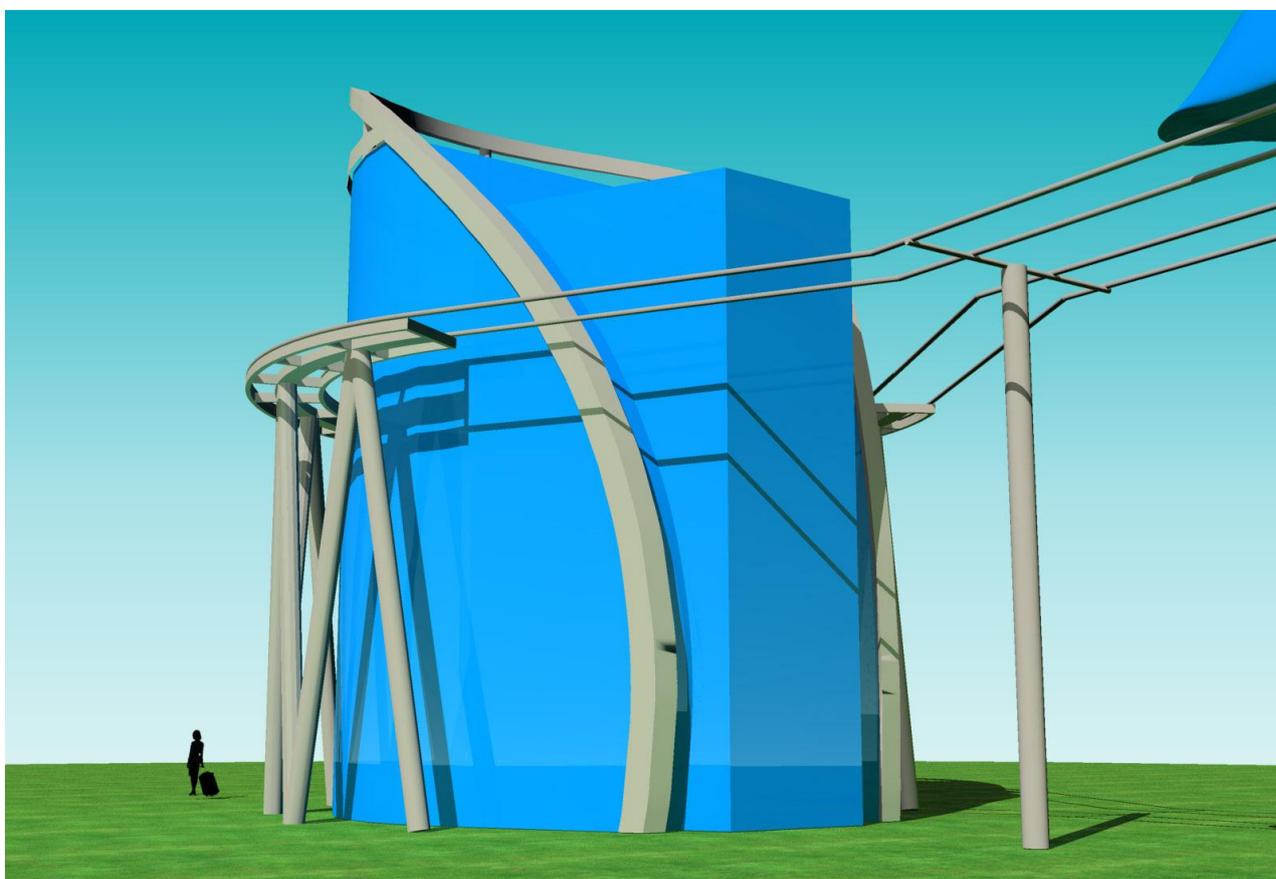


Рис. 2.20. Разворотная станция двухпутного бирельсового СТЮ с наружным несущим каркасом

2.1.3. Стандарты станций и их специального оборудования

К основным стандартам станций и станционного оборудования относятся:

- колея пути; размеры перрона; коридоры прохождения трассы в застройках и т.д., объединенные одним стандартом СТЮ — «Габариты и приближения»;
- стрелочные переводы;
- разворотные круги.

Настоящий стандарт распространяется на габариты:

- приближения строений и подвижного состава общей сети СТЮ;
- приближения строений для путей колеи 500, 1000, 1500, 2000 и 2500 мм, по которым обращается подвижной состав;
- подвижного состава, предназначенного для эксплуатации по дорогам СТЮ колеи 500, 1000, 1500, 2000 и 2500 мм.

Указанные габариты должны применяться для дорог СТЮ, скорости движения на которых не превышают 500 км/ч.

Установленные настоящим стандартом габариты следует применять при:

- проектировании и строительстве новых дорог СТЮ, внешних и внутренних подъездных путей промышленных и транспортных предприятий, сооружений и устройств на них;
- проектировании, изготовлении, модернизации и ремонте подвижного состава.

Выдержки из стандарта показаны на рис. 2.21—2.26.

Настоящий стандарт устанавливает:

- габариты приближения строений — предельные поперечные (перпендикулярные оси пути) очертания, внутри которых помимо подвижного состава не должны заходить никакие части сооружений и устройств, а также лежащие около пути материалы, запасные части и оборудование;
- габариты подвижного состава — поперечные (перпендикулярные оси пути) очертания, в которых, не выходя наружу, должен помещаться установленный на прямом горизонтальном пути (при наиболее неблагоприятном положении в колее и отсутствии боковых наклонов на



рессорах и динамических колебаний) как в порожнем, так и в нагруженном состоянии не только новый подвижной состав, но и подвижной состав, имеющий максимально нормируемые износы;

Строительные и проектные очертания должны определяться для всех характерных сечений проектируемого подвижного состава.

Стрелочный перевод — это устройство, установленное в пути рельсового, а в общем случае и других видов направленного транспорта, служащее для разветвления путей.

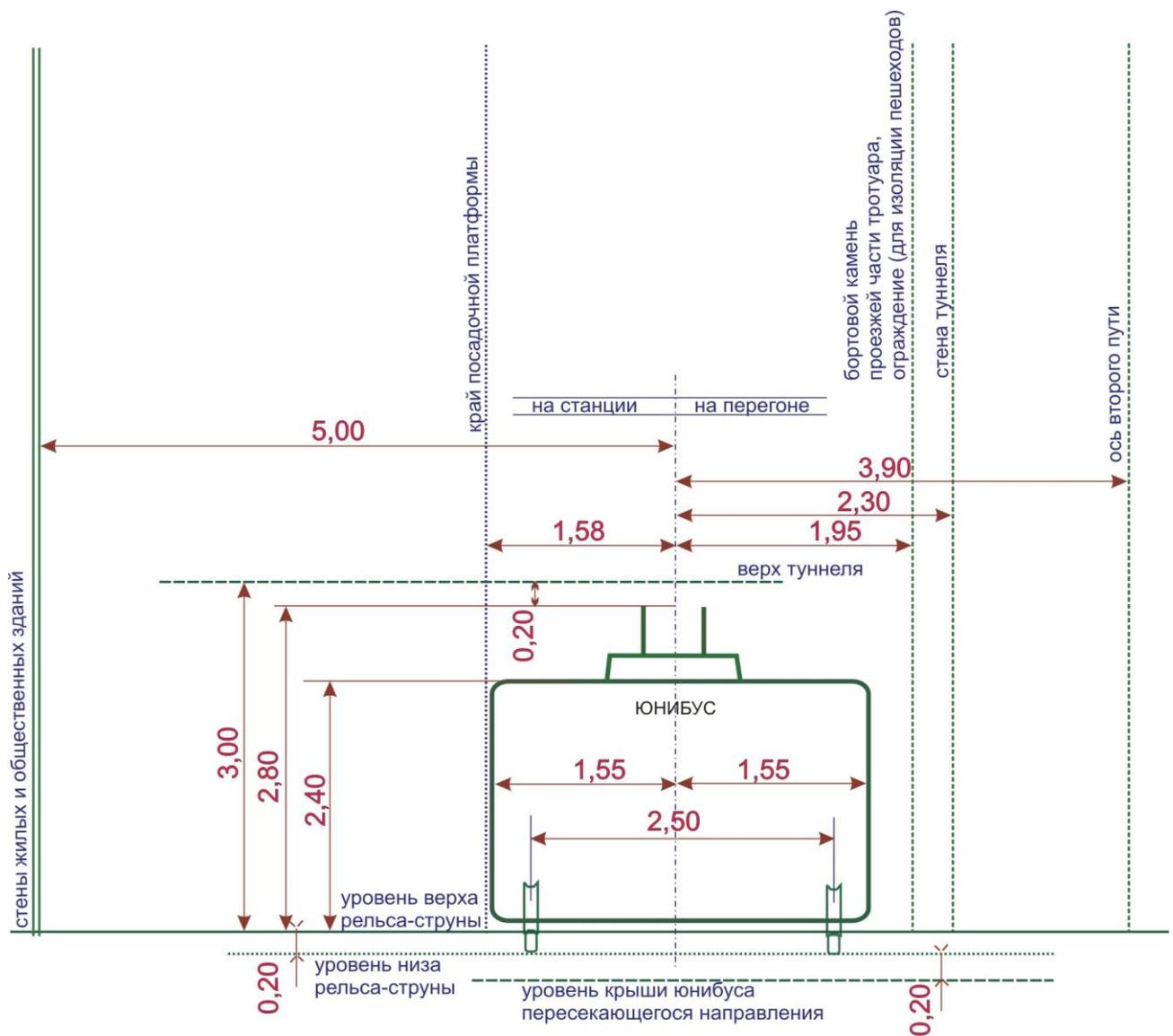
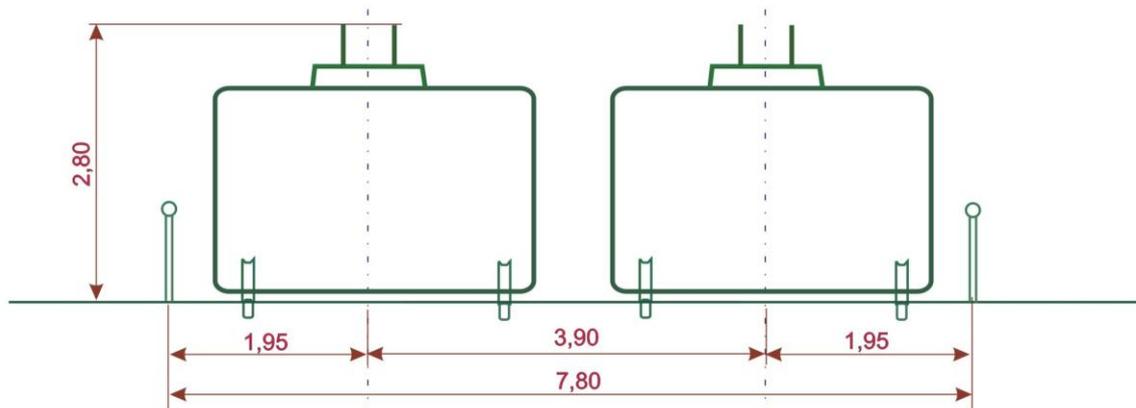


Рис. 2.21. Габариты и линии приближения сверхтяжелого бирельсового СТЮ колеей 2,5 м

НАЗЕМНАЯ ТРАССА БИРЕЛЬСОВОГО СТЮ

вне застройки



в застройке

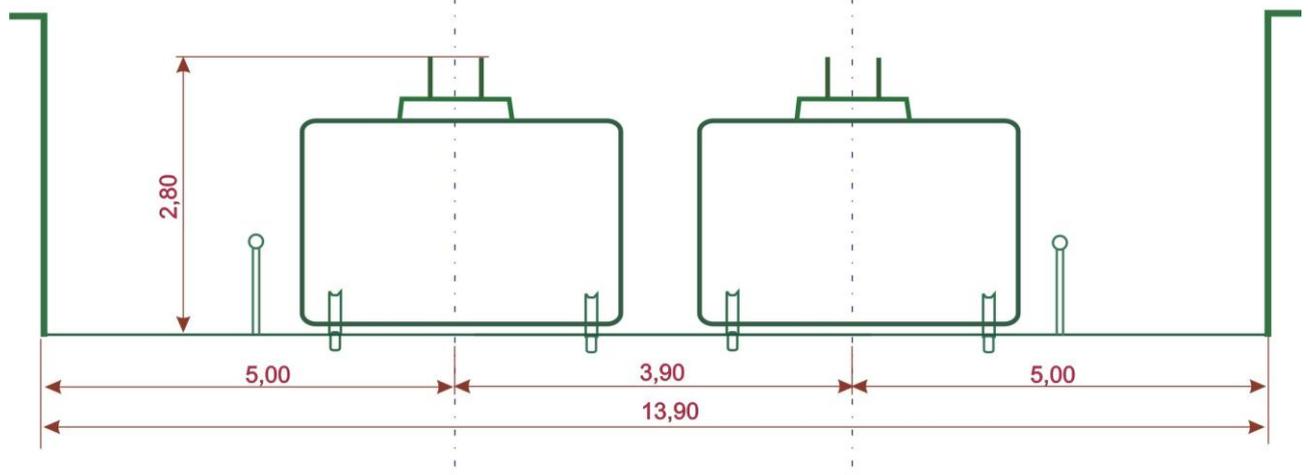
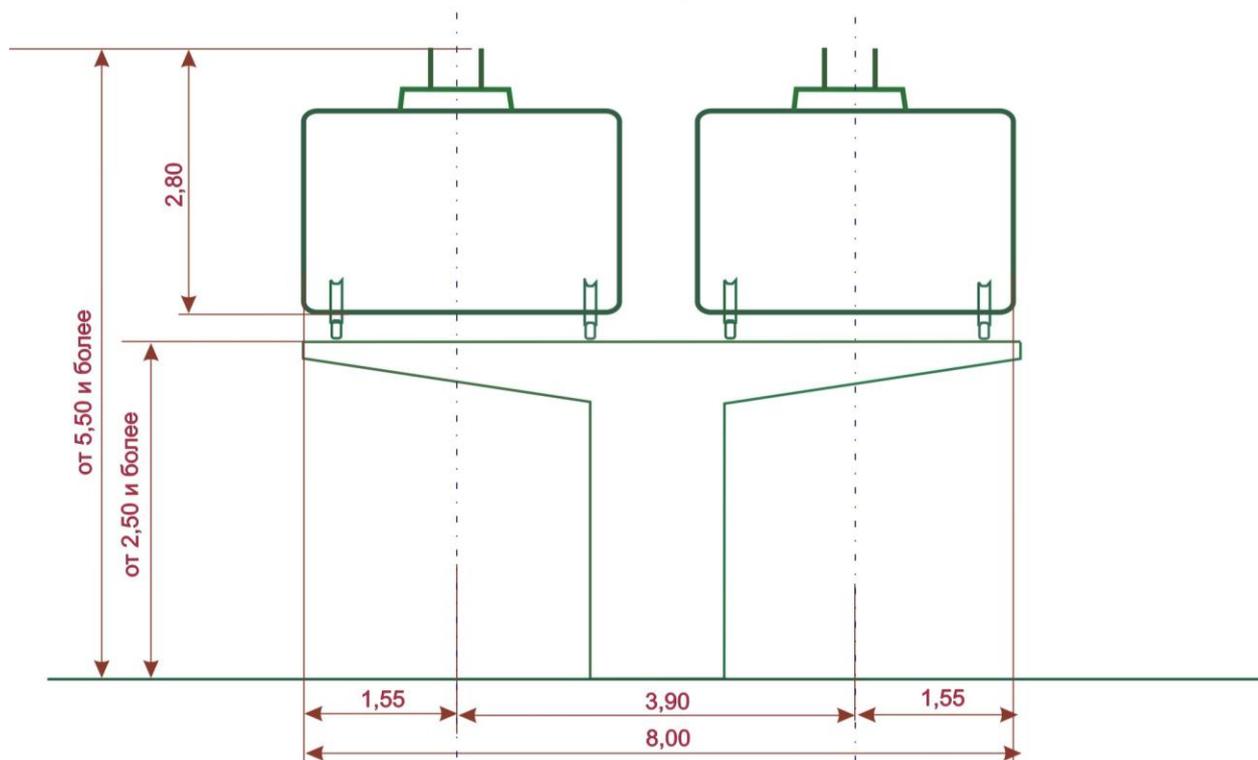


Рис. 2.22. Коридоры двухпутного сверхтяжелого бирельсового СТЮ колеи 2,5 м на перегоне
(наземная трасса)

НАДЗЕМНАЯ ТРАССА БИРЕЛЬСОВОГО СТЮ

вне застройки



в застройке

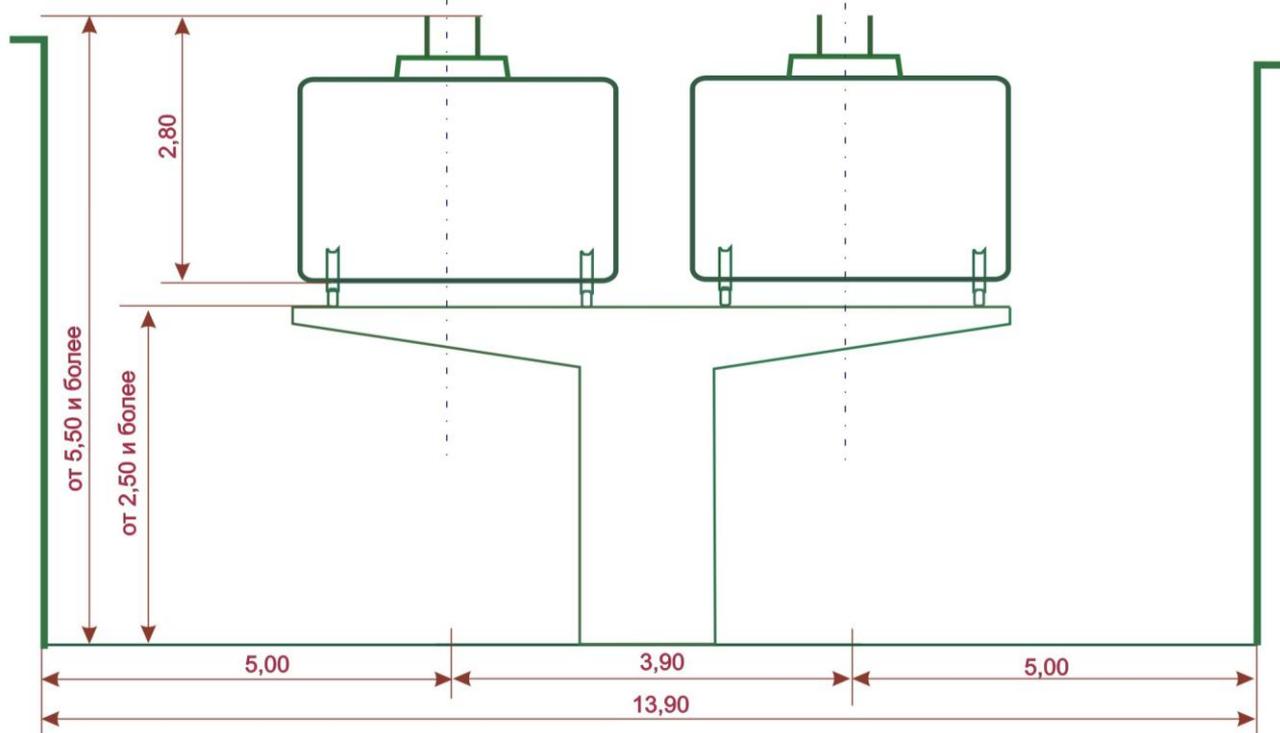


Рис. 2.23. Коридоры двухпутного сверхтяжелого бирельсового СТЮ колесей 2,5 м на перегоне (надземная трасса)

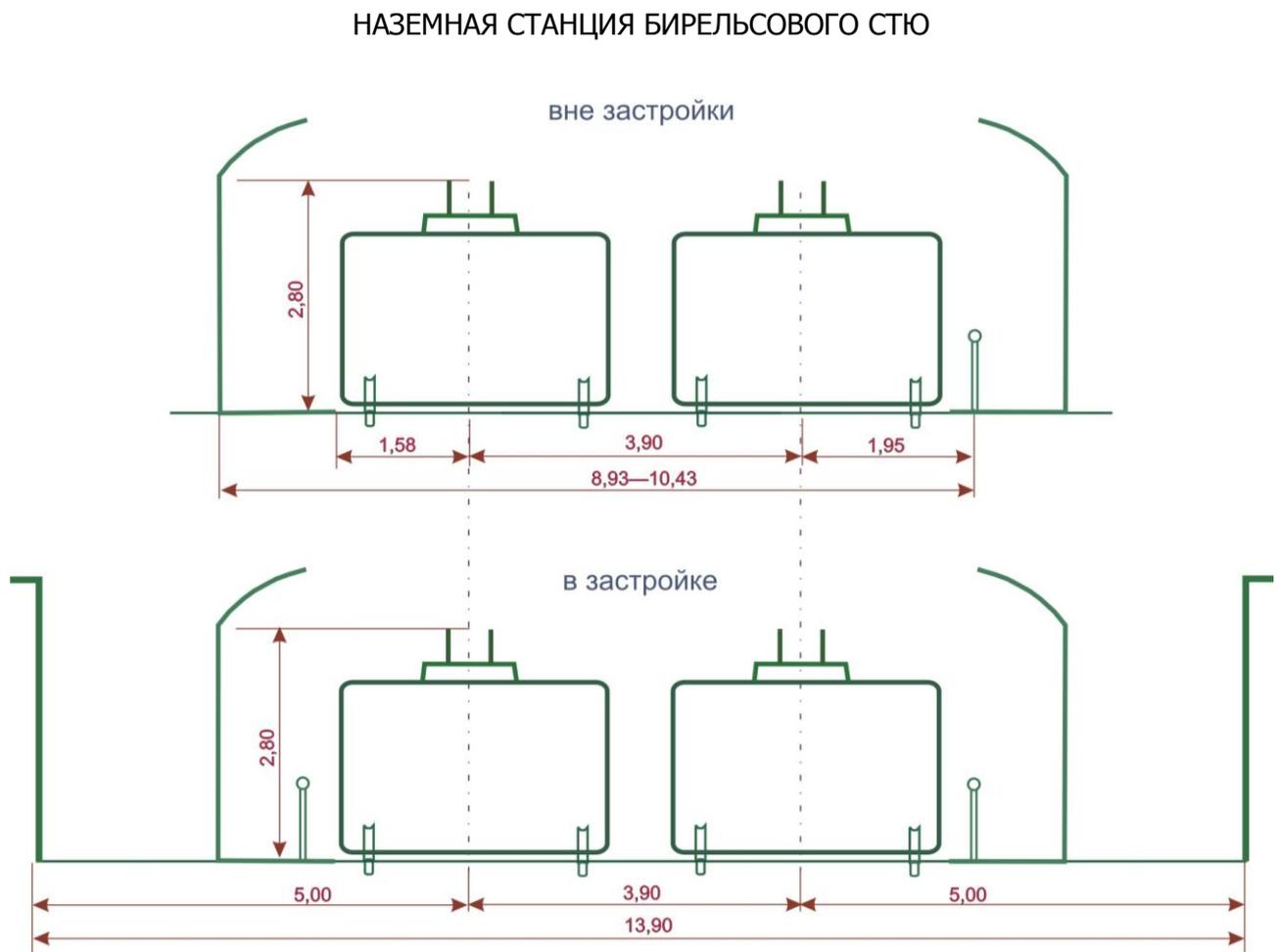


Рис. 2.24. Коридоры станций двухпутного сверхтяжелого бирельсового СТЮ колеи 1,5 м на перегоне (наземная трасса)

НАДЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ БИРЕЛЬСОВОГО СТЮ

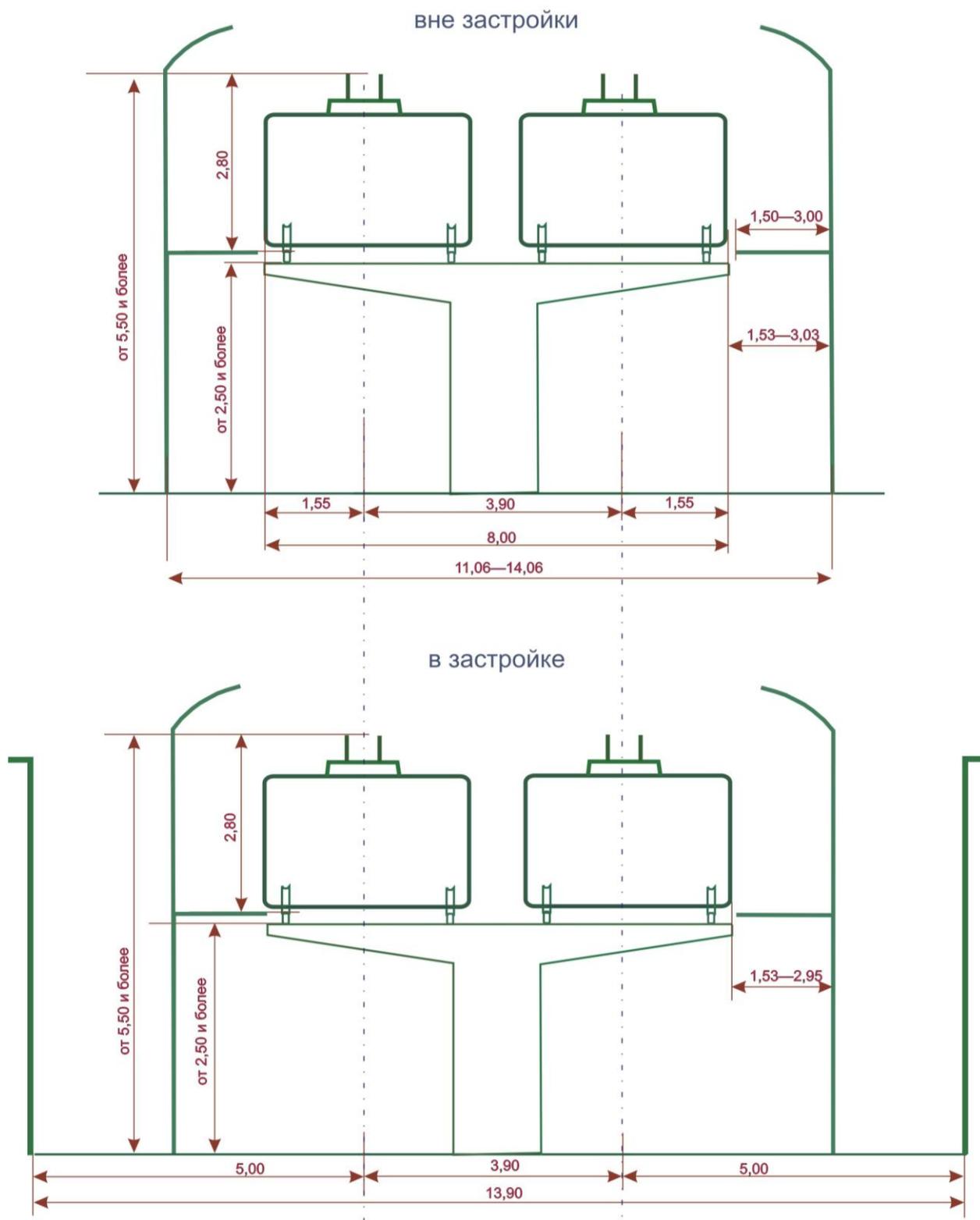
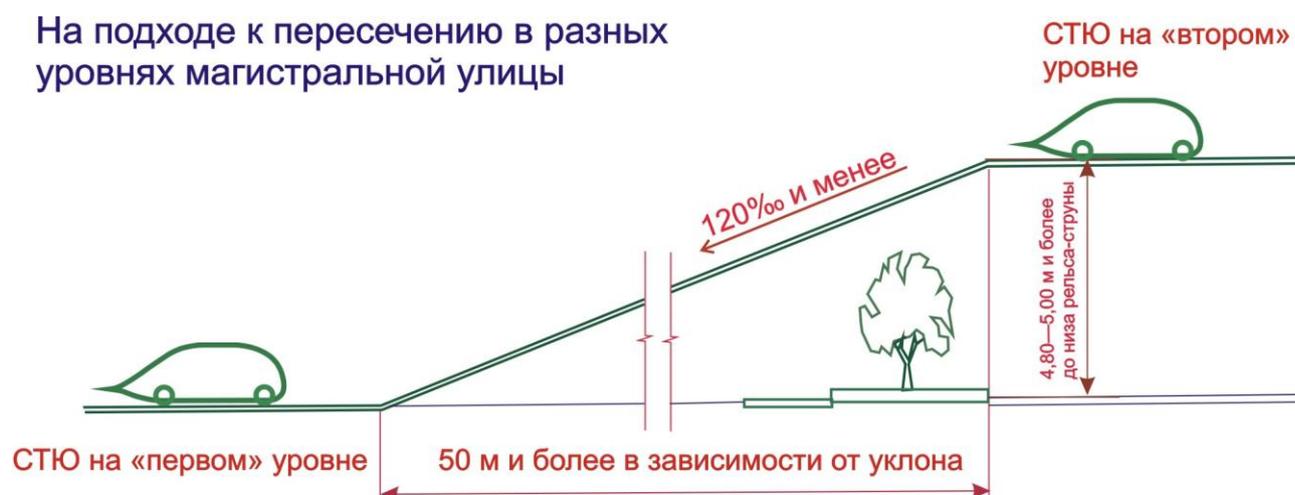


Рис. 2.25. Коридоры станций двухпутного сверхтяжелого бирельсового СТЮ колеи 2,5 м на перегоне (надземная трасса)



Взаимное пересечение трасс СТЮ (на «первом» и «втором» уровнях)

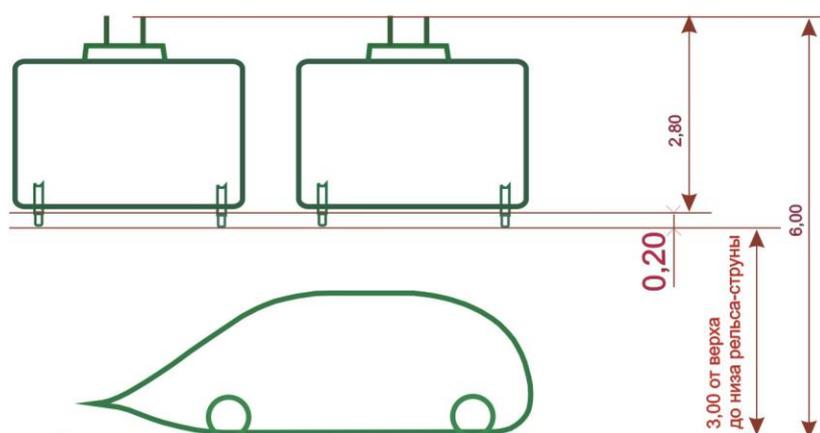


Рис. 2.26. Габариты трассы сверхтяжелого бирельсового СТЮ колеи 2,5 м на пересечении

В практике традиционного рельсового транспорта в составе стрелочного перевода принято выделять следующие части: стрелка, соединительные участки пути (переводные кривые), крестовины. Стрелкой называется непосредственно то устройство, в котором происходит управляемое разветвление одной рельсовой колеи на две (или, реже, на большее количество колеи).

Конструктивно различают стрелки с остряками (перьями в терминологии трамвая), также называемые «французскими» — наиболее распространенный вид стрелок, а также конструкции, в которых происходит совмещение торцов подвижных



рельсов соединяемых колеи при перемещении их в горизонтальной плоскости. Известны также довольно мало распространенные специальные конструкции, в которых колея одного из направлений начинается в виде клина, накладываемого механизмом на головки рельсов другого направления (благодаря чему такую стрелку теоретически возможно ввести в имеющийся путь без разрыва его колеи, и движение по одному из направлений происходит также по практически неизменной рельсовой колее, зато по отклоненному направлению необходимо сильное ограничение скорости).

Крестовины — это элементы пути, предназначенные для пересечения рельсовых нитей под некоторым углом. Различают крестовины без подвижных частей, по которым движение подвижного состава возможно по любой из рельсовых колеи в любое время, и крестовины с подвижными элементами, которые должны переводиться одновременно со стрелками, и движение по которым возможно только по той колее, на которую переведена крестовина. Крестовины с подвижными элементами вместе с приводами в целом дорожке как в изготовлении, так и в эксплуатации, зато позволяют обходиться без контррельсов и без разрыва рельсовой колеи, который неизбежен в неподвижных крестовинах в тех местах, где траектория гребня колес пересекает рельсовую нить другого направления. За счет этого крестовины с подвижными элементами позволяют достигать гораздо большей плавности прохождения подвижного состава и уменьшать ударные нагрузки, а значит — и повышать допустимые скорости.

По конфигурации (см. рис. 2.27) различают: наиболее распространенные обыкновенные стрелочные переводы — такие, в которых один путь разветвляется на два; двойные стрелочные переводы — в которых тесно соседствуют две стрелки, и один путь разветвляется на три; перекрестные стрелочные переводы — расположенные в месте пересечения под углом двух путей, позволяющие подвижному составу проходить как по каждому из пересекающихся путей прямо, так и переходить с одного пути на другой (причем либо только между двумя направлениями, либо между всеми направлениями).

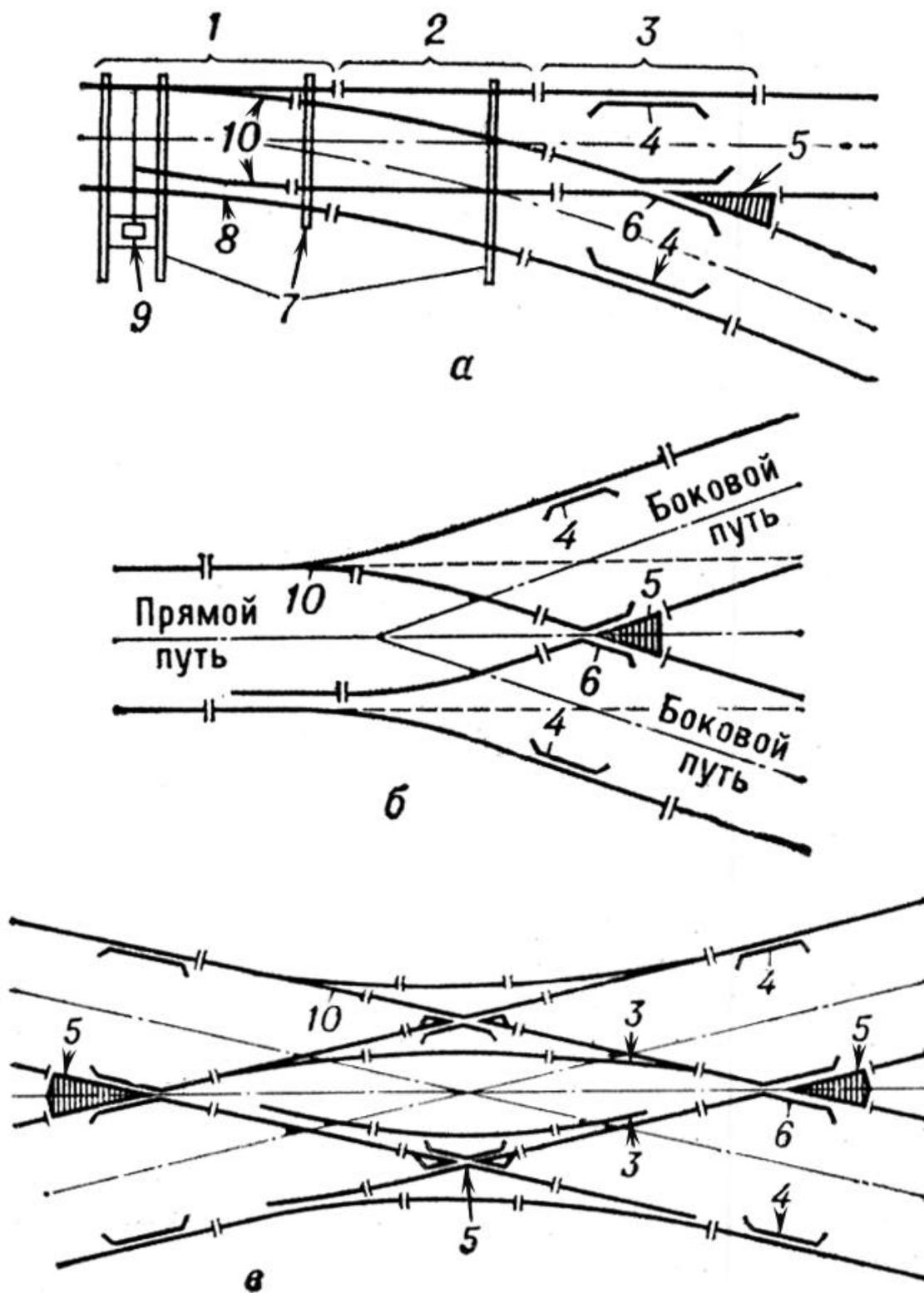


Рис. 2.27. Схемы существующих стрелочных переводов:

Различают стрелочные переводы обычные одиночные (вариант а), у которых одно из направлений на прямой (основной) путь, другое — на боковой; симметричные (вариант б) с отклонением путей в разные стороны под одинаковыми углами; двойные перекрестные (вариант в), заменяющие 2 одиночных, уложенных навстречу один другому, и обеспечивающие движение в 4 направлениях.

Обыкновенные стрелочные переводы различают прямолинейные — у которых одно из направлений полностью прямолинейно, и криволинейные — в которых нет прямолинейных направлений. Симметричные стрелочные переводы — это такие, в которых оба направления отклоняются одинаковыми радиусами на одинаковый угол, за счет чего длина стрелочного перевода минимальна при заданном минимальном радиусе кривой, такие стрелочные переводы часто применяются в стесненных условиях. Все стрелочные переводы в пути железнодорожного типа (к ним можно отнести и СТЮ) в России и странах бывшего СССР принято характеризовать маркой крестовины, т.е. приблизительно тангенсом угла крестовины (впрочем, при малых углах — близкий к значению самого угла в радианах), того угла, с которым, как правило, расходятся пути, выходящие из стрелочного перевода.

Стрелочные переводы, являющиеся неотъемлемой частью рельсовой инфраструктуры, представляют также один из наиболее слабых компонентов пути. Они сложны, подвержены отклонениям геометрических параметров и повреждениям в эксплуатации, поскольку их конструкция включает движущиеся части и крестовину, на которые воздействуют высокие динамические нагрузки. Это удорожает их техническое обслуживание и ремонт, обуславливает высокие расходы на текущее содержание пути. С отказами стрелочных переводов, наиболее характерными из которых являются неправильное положение остряка и замыкание рельсовых цепей, связаны частые нарушения движения подвижного состава.

Острякам стрелочных переводов свойственен серьезный недостаток — короткий срок службы. В условиях интенсивного движения приходится заменять остряки каждые 3 месяца. Поскольку перо остряка тонкое, оно быстро изнашивается или повреждается под действием поперечных сил от колес подвижного состава.

Для стрелочных переводов нужны большие по протяженности участки дороги, что увеличивает площади, занимаемые вокзалом.

Для технического обслуживания рельсовых автомобилей, а также для выпуска на маршрут дополнительных юнибусов в часы «пик» и снятия их с маршрута движения за ненадобностью, необходимы стрелочные переводы.

Стрелочный перевод плоскопараллельного перемещения (см. рис. 2.28), разработанный ООО «СТЮ», лишен множества недостатков других типов стрелочных переводов и удачно вписывается в станционный комплекс СТЮ.

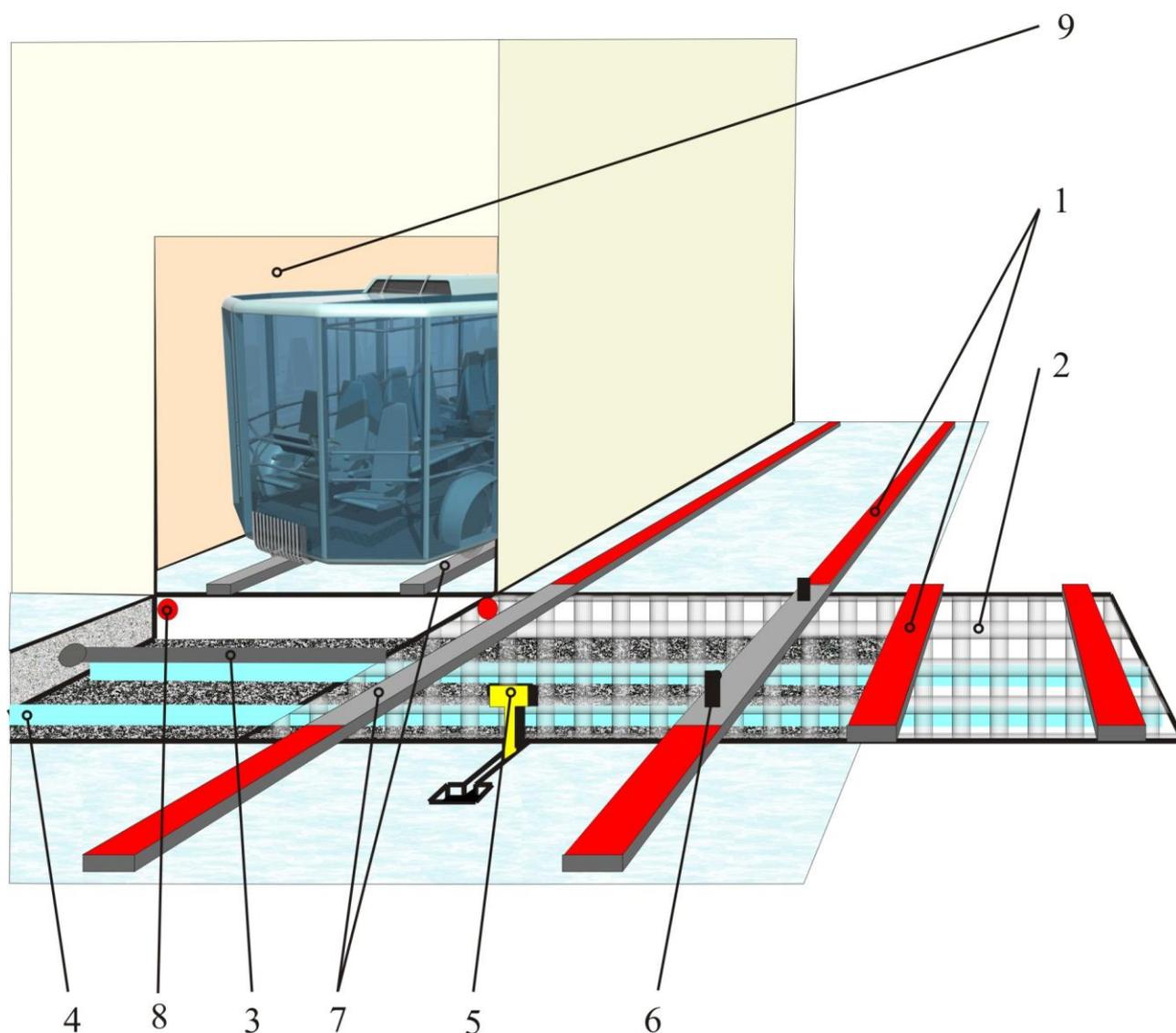


Рис. 2.28. Схема предлагаемого стрелочного перевода бирельсового СТЮ:

1 — главный путь; 2 — плоскопараллельный стрелочный перевод; 3 — шток гидравлического привода площадки стрелочного перевода; 4 — роликовые направляющие площадки стрелочного перевода; 5 — упор, предохраняющий съезд с главного пути во время работы стрелки; 6 — механические фиксаторы колес юнибуса; 7 — вспомогательный путь; 8 — датчики фиксации положения стрелочного перевода; 9 — зона обслуживания.

Рассмотрим работу плоскопараллельного стрелочного перевода.

При плоскопараллельном перемещении отрезок главного пути 1 по направляющим 4 при помощи гидравлического привода 3 смещается в сторону, а на



его место подходит отрезок вспомогательного пути 7, на который позиционируется при помощи датчиков и механических ограничителей 6 юнибус, предназначенный для вывода с главного пути 1. При этом, во избежание аварийных ситуаций, происходит строгая стыковка и фиксация отрезков пути в обоих положениях. После этого главный путь 1 занимает свое первоначальное положение, а юнибус смещается на вспомогательный путь 7 для дальнейшей транспортировки в зону обслуживания 8. Для соблюдения безопасности крайние положения стрелочного перевода фиксируются, как при помощи электронных датчиков 8, так и механическими запорами. Во время работы стрелочного перевода главный путь перекрывается механическим ограничителем движения 5, включаются световая сигнализация на пульте диспетчера.

Низкая скорость движения юнибусов по станции, снабжение механических ограничителей движения амортизационными устройствами, электронное автоматическое управление фиксаторами стрелочного перевода и контроль диспетчера — гарантируют высокую безопасность работы транспортной системы.

Для организации замкнутых кольцевых транспортных линий необходимо на конечных станциях устанавливать разворотные круги (см. рис. 2.29 и 2.30).

Размеры разворотных кругов стандартизуются по нескольким параметрам:

- по колесной базе юнибуса;
- по рельсовой колее;
- по величине транспортного потока;
- по типу СТЮ.

При проектировании разворотных кругов строго соблюдаются стандарты СТЮ «Габариты и приближения».

Механизмы привода разворотных кругов выбираются из условия энергетического оснащения станции.

Особые требования предъявляются к безопасности во время прохождения маневра разворота юнибусом. Система дублирующих датчиков и визуальный контроль оператора на станции через систему электронного наблюдения исключают сбои в работе механизмов разворота.

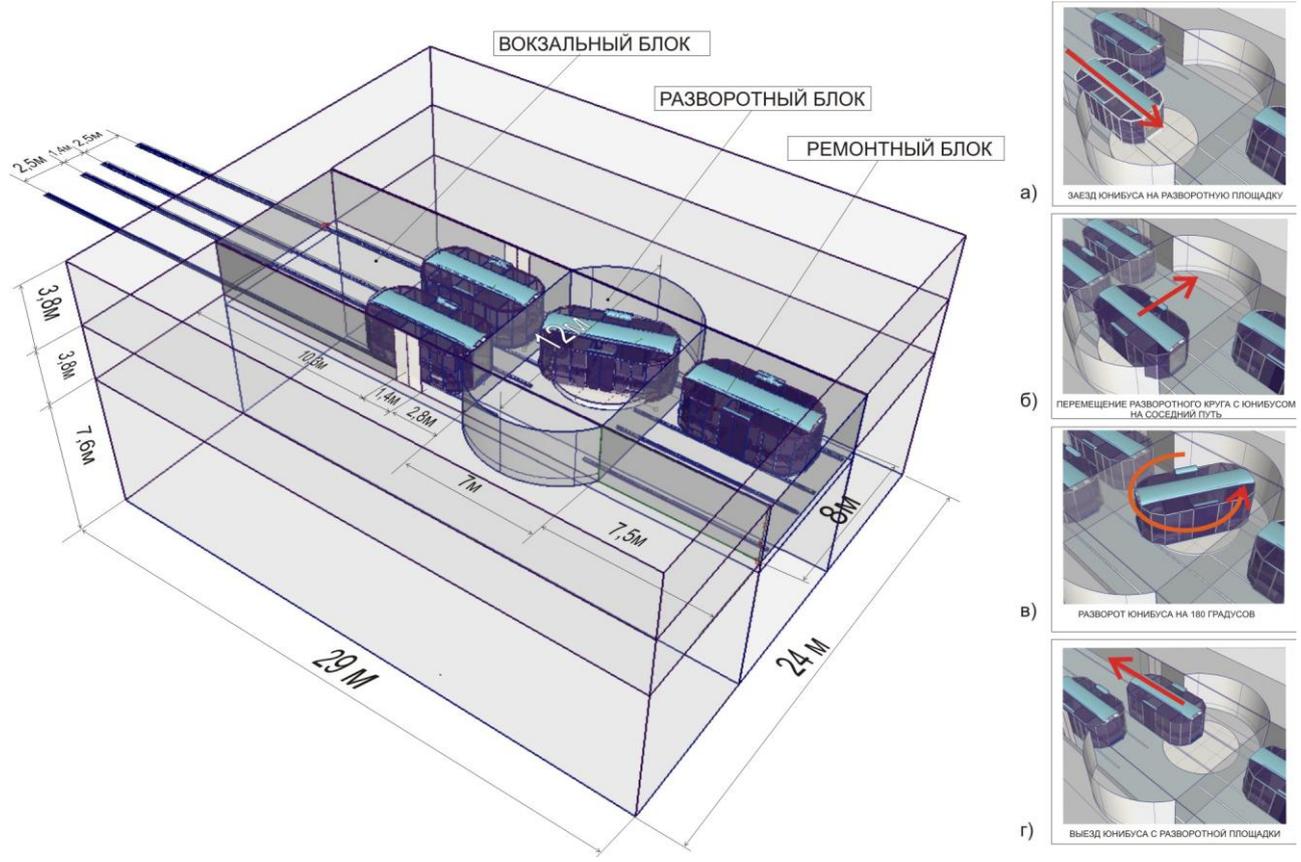


Рис. 2.29. Схема работы разворотного круга бирельсового СТЮ:

а) заезд юнибуса на разворотную площадку; б) перемещение разворотного круга с юнибусом на соседний путь; в) разворот юнибуса на 180 градусов; г) выезд юнибуса с разворотной площадки

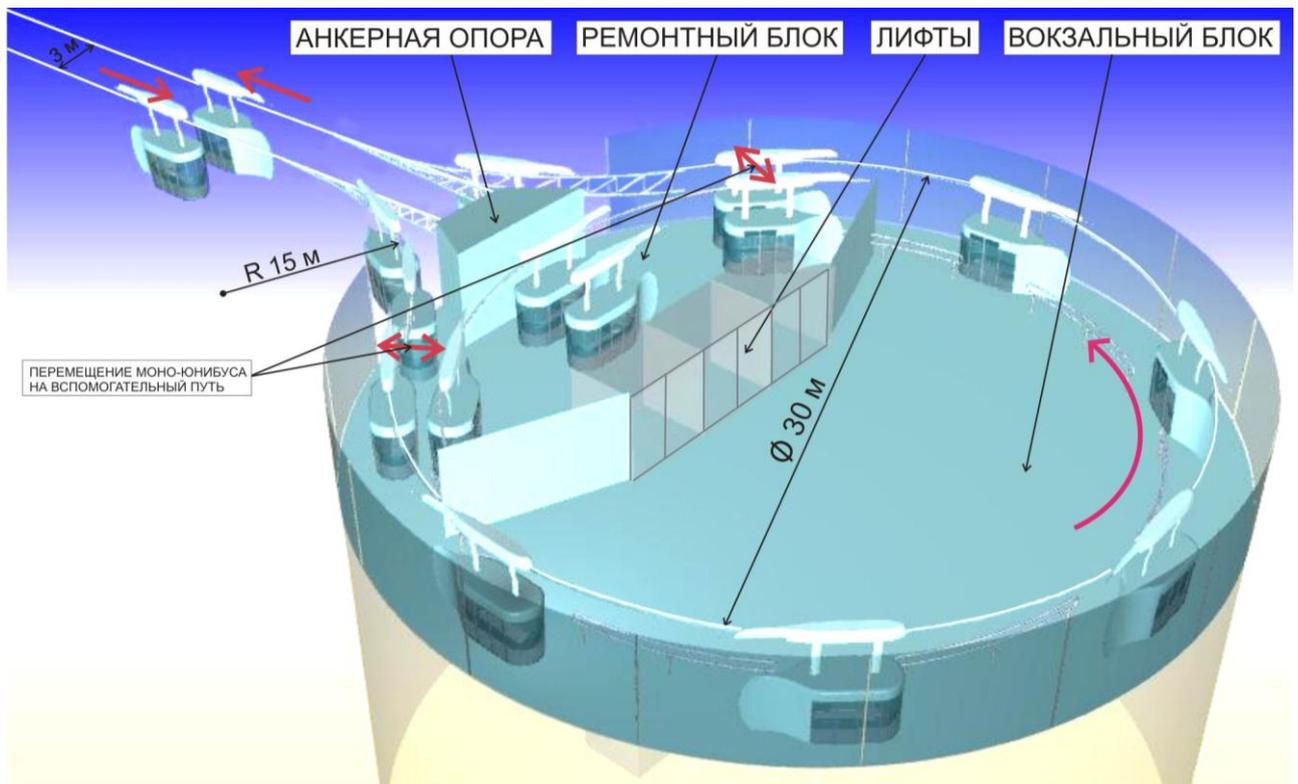


Рис. 2.30. Схема разворота моно-юнибусов в здании концевой станции двухпутного моноСТЮ

Транспортная система не исключает использования разворота юнибусов по плавной кривой на станции или за ее пределами. Размеры радиуса кривой выбираются из стандартов СТЮ на минимальные радиусы поворотов юнибусов. При этом учитываются: колесная база юнибусов; тип юнибуса; скорость поворота; климатические условия и безопасность.

2.1.4. Оснащение станций

Турникеты

Для качественного оказания услуг по перевозке пассажиров станции будут оборудованы следующими основными элементами: вестибюлем, залом прибытия-убытия юнибусов, грузопассажирскими лифтами. В вестибюле станции располагаются кассы для приобретения проездных документов, турникеты для прохода и лифты для доставки пассажиров в зал прибытия-убытия юнибусов. Турникеты снабжены системой платного доступа PERCo-S-700.

Предлагается использовать реверсивный турникет ОМА-26.461/2 (см. рис. 2.31) для работы в качестве исполнительного устройства в системе контроля и управления доступом (автоматизированная проходная), когда необходима автоматическая регистрация числа и направления проходов. Турникет подключается к различным системам контроля управления доступом (СКУД).



Рис. 2.31. Внешний вид турникета

Турникеты предназначены для разделения потока людей по одному человеку на объектах с повышенными требованиями к управлению доступом — в аэропортах, на железнодорожных вокзалах и платформах, проходных предприятий и специальных объектов, стадионах, центрах развлечений и др.

Турникет работает по принципу «Толкни и иди, если разрешено». Ниже представлены его технические особенности:

- моторный усиленный двухскоростной привод доворота с электронным управлением, обеспечивающий плавность вращения и блокировки планшайбы;
- обгонная предохранительная муфта, которая развязывает и защищает привод от внешних силовых воздействий, поэтому привод не препятствует проходу человека с любой скоростью;
- планшайба с надежно закрепленными преграждающими планками после прохода плавно останавливается и фиксируется в исходном положении так, что одна из планок всегда полностью перекрывает проход;
- на корпусе из прочной стали два светодиодных индикатора режимов работы турникета;
- 9 режимов комфортного прохода через турникет обеспечивает помехоустойчивый контроллер. Может работать как от ручного пульта, так и под управлением СКУД;
- встроенные датчики давления на планку. При попытках несанкционированного прохода замок автоматически блокируется и подается сигнал в систему;
- автоматическое аварийное деблокирование при отсутствии питания;
- простой монтаж на анкерах в любом месте зоны прохода.

В табл. 2.1 представлены основные технические данные турникета.

Таблица 2.1

Технические данные турникета ОМА-26.461/2

Технические параметры	Значения
Количество режимов работы турникета	9
Пропускная способность при однократном проходе через турникет	60 чел./мин
Усилие поворота на середине планки турникета, не более	1,5 кгс



В качестве положительных характеристик турникета следует отметить:

- высокую пропускную способность;
- возможность управления от системы контроля доступа и от пульта управления;
- встроенные датчики поворота планок позволяют фиксировать факт прохода, что обеспечивает корректный учет в системах контроля доступа;
- автоматический доворот планок в закрытое положение после каждого прохода;
- отсутствие инерции и плавность работы механизма вращения;
- безопасное для человека напряжение электропитания;
- низкое энергопотребление;
- наличие функции «антипаника» (складывающиеся планки).

Лифты

Выбор лифтового оборудования на рынке достаточно широк и, в зависимости от типа станции, ее функционального назначения, а также — ряда технических параметров, можно остановиться на одном из ниже приведенных видов лифтов.

По типу лифты делятся на:

- электрические — устанавливаются в многоэтажных зданиях, обеспечивая высокую скорость и экономичное использование электроэнергии;
- гидравлические — идеальное решение для малоэтажных коттеджных, офисных и обычных зданий с низким трафиком пользования лифтом;
- с машинным помещением — в проекте должно быть предусмотрено место для машинного помещения
- без машинного помещения — новый тип современных лифтов, позволяющий экономично использовать внутреннее пространство здания.

Преимущества электрического лифта:

- высокая скорость передвижения;
- неограниченное количество этажей.

Преимущества гидравлического лифта:

- выгодная цена;

- малые размеры шахты;
- небольшое машинное помещение;
- гибкость размещения машинного помещения;
- использование экологически чистого масла;
- автоматическая эвакуация при отключении питания;
- простота в обслуживании.

Преимущества лифтов без машинного помещения:

- экономное использование пространства;
- снижает стоимость;
- энергосберегающий;
- экономит время монтажа.

В СТЮ могут быть также использованы панорамные грузопассажирские лифты одной из многочисленных фирм, выпускающих современные лифты. Основные технические характеристики двух моделей таких лифтов указаны в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Основные технические данные панорамных лифтов

	Canny KLG	Canny KLWG
Конструктивное исполнение	верхнее машинное помещение	без машинного помещения
Лебедка	электрическая безредукторная	
Привод	с частотным регулированием	
Грузоподъемность, кг	800—1250	800—1000
Скорость, м/сек	1,0; 2,0	1,0; 1,75
Максимальная высота подъема, м	60	50
Система управления	микропроцессорная	
Тип дверей	центрального открывания	

Панорамный лифт CANNY использует различное напряжение и технологию управления разной частотой (VVVF). Он использует тягу с цифровым управлением, что делает его ход более эффективным, бесшумным и плавным и, в то же время, благодаря микрокомпьютерному контролю, все последовательные соединения вместе с интеллектуальным механизмом двери являются высокочувствительными и



надежными. Современная синхронная система тяги с постоянным магнитом приводит к энергосбережению во время работы лифта.

CANNY также внедряет в экспертную систему технологию нечеткой логики и группового управления. Сокращение периода ожидания лифта значительно уменьшит чувство разочарования пассажиров во время ожидания.

Лифты комплектуются микропроцессорным контроллером. Элементная база изготавливается в Германии и Италии. Для обеспечения комфорта пассажиров, контроллер комплектуется блоком частотного регулирования VF, который для удобства обслуживания компактно расположен в одном шкафу с контроллером.

Контроллер обрабатывает и постоянно контролирует вызовы из кабины и на этажах, местоположение кабины, направление движения и загрузку кабины.

Это позволяет принимать мгновенные решения на исполнение вызовов и приказов. И, как следствие, сокращает время ожидания и снижает расход электроэнергии.

Микропроцессорная система за счет гибкости и легкости в перепрограммировании позволяет быстро адаптировать оборудование к различным требованиям заказчика.

Система VVVF с преобразователем частоты, которые используются в лифтах «Canny», обеспечивает высочайший уровень комфортности. Механизм привода двери может регулировать скорость открывания-закрывания дверей. Механизм двери спроектирован очень разумно, он не зависит от размеров кабины. Вся система очень надежна и безопасна, обладает мягким ходом.

Основные технологические особенности механизма двери VVVF заключаются в:

- синхронной ременной передаче, компактности и простоте конструкции, красоте исполнения;
- небольшом весе основного механизма, удобстве и простоте установки и управлении;
- полностью компьютеризованном комплексном управлении VVVF-хода, нет необходимости в выключении мотора при каждой остановке;
- самообучающейся системе открывания дверей на определенную ширину, долговременном запоминании, точном управлении с цифровой панели

функциональных параметров дверного механизма;

- оснащении дверей «электрическим глазом» (VVVF регулирует функции при риске превышения средней скорости закрытия дверей или помехе закрытию дверей).

Управление при помощи панели позволяет отражать текущую ситуацию закрытия-открытия дверей, наглядное управление.

В дверях кабины находятся высокоточные инфракрасные излучатели и детекторы, которые полностью перекрывают проем дверей. Производимое ими излучение отражается от людей и груза, находящихся на линии двери, и улавливается датчиками. При этом повышается безопасность, т.к. не нужно опасаться и специально избегать удара дверью, а вход и выход становятся более безопасными.

Подъемники

В качестве устройства доставки пассажиров на этаж зала прибытия-убытия юнибусов, при малой высоте станции СТЮ и небольшом количестве перевозимых пассажиров этой станцией, могут использоваться подъемники, например «MOTALA» (см. рис. 2.32 и 2.33) от шведской фирмы «KONE HISSAR», имеющих массу преимуществ.



Рис. 2.32. Внешний вид подъемника



Рис. 2.33. Схема установки дверей на этаже



Технические параметры и особенности конструкции подъемников шведской фирмы «KONE HISSAR»:

- тихий электрический привод мощностью всего 0,55 кВт;
- поставляется вместе с металлокаркасной шахтой;
- высота подъема — до 9 м;
- скорость — от 0,15 м/с;
- грузоподъемность — 400 кг;
- размеры кабины 1480×1120×2200 мм;
- размеры шахты 1560×1250 мм;
- верхнее пространство — от 2230 мм;
- автоматическая дверь 900—1000×2000мм;
- панорамное остекление шахты и дверей;
- внутренняя связь;
- аварийный сигнал на постоянно заряжаемых аккумуляторах;
- функция удержания, ключевого доступа;
- автоматическая блокировка дверей;
- инверторный привод.

В качестве положительных характеристик подъемника следует отметить:

- отсутствие необходимости регистрации в Ростехнадзоре; он сертифицирован и разрешен к применению в России;
- не требует машинного помещения; минимальные проемы под шахту; приямок — глубиной всего 6 см;
- двери могут устанавливаться на 3 стороны;
- полное техническое обслуживание компанией;
- складывающийся стул; поручень в кабине; гонг прибытия;
- для удобства людей на инвалидных колясках, кнопки вызова на этажах расположены на удалении от лифта.

Эскалаторы

При большом пассажиропотоке и совмещении станций СТЮ с торгово-развлекательными, спортивными и др. комплексами целесообразно использовать

эскалаторы для подъема пассажиров на платформу.

Предлагаемые эскалаторы изготавливаются в России ООО «Конвертер» из импортных комплектующих, что значительно снижает их стоимость по сравнению с аналогичными моделями иностранных производителей, например, MP Sierra и MP Pirineo, производитель Испания, или серии эскалаторов BLT (Китай).

В частности, в эскалаторах применяется:

- узкий поручень Semperit, SWE 82;
- импортные литые алюминиевые ступени LR W/S;
- вертикальный мотор-редуктор;
- в качестве вспомогательного привода — частотный преобразователь Sev-Eurodry;
- обшивка из нержавеющей стали, полированной или шлифованной, финской фирмы ASVA;
- основной и вспомогательный бегунки диаметром 80 мм;
- входная площадка и плиты перекрытия из рифленой нержавеющей стали;
- фартуки, плинтуса, панели, карнизы и все элементы обшивки выполнены из нержавеющей стали.

Производство эскалаторов осуществляется в цехах, оснащенных высокопроизводительным уникальным механическим оборудованием, в том числе с программным управлением. Производство самого массового элемента эскалатора — ступени — поточное. Ступени проходят испытания на стенде под нагрузкой 320 кг (3200 Н). Каждый поэтажный эскалатор собирается, обкатывается и испытывается в заводских условиях на стенде.

При необходимости могут быть использованы эскалаторы импортных производителей.

Современные эскалаторы производятся с применением передовых технологий, позволяющих выдерживать длительную непрерывную эксплуатацию при большом пассажиропотоке. Эскалаторы бывают внутренние и внешние в зависимости от места размещения — внутри или снаружи здания.

Из эскалаторов импортного производства предлагается использовать эскалаторы BLT (рис. 2.34). Их усовершенствованная технология отличается

повышенной надежностью, функциональностью, а также надежной системой энергосбережения.

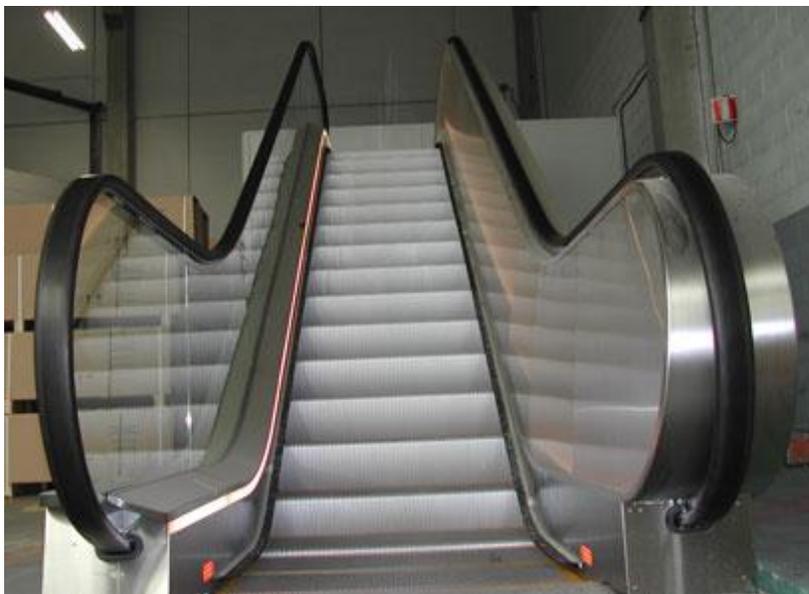


Рис. 2.34. Эскалатор серии BLT-ES

Главное управляющее устройство с программным управлением PLC имеет защиту от помех.

По способу пуска в эксплуатацию эскалаторы бывают:

- со звездочным управлением;
- с векторным преобразовательным управлением.

Пуск эскалатора осуществляется преобразовательным способом, за счет чего снижается расход пускового электротока, продлевается срок эксплуатации эскалатора, а энергия расходуется экономно. Эскалатор с преобразовательным управлением движется с медленной скоростью при наличии пассажиров, а в их отсутствие — останавливается автоматически.

Индукторное устройство позволяет запускать и останавливать эскалатор автоматически. Когда пассажиры попадают в индукторную зону, эскалатор начинает работать, а скорость движения переходит из медленной в нормальную. В отсутствие пассажиров эскалатор через определенное время останавливается. Такой эскалатор оптимален для гостиниц, офисных зданий и станций «второго уровня» с небольшим пассажиропотоком. Главное преимущество этого эскалатора — экономия энергии.



Эскалатор BLT-ES со стандартными функциями (см. табл. 2.3) применяется в магазинах и универмагах, деловых и офисных центрах. Эскалатор соответствует Правилам безопасности эксплуатации эскалаторов и пассажирских конвейеров еврокомиссии по стандартизации EN 115 (в соответствии с GB16899-1997).

Таблица 2.3

Стандартные функции эскалатора BLT-ES

№	Устройство безопасности	Выполняемые функции
1	Аварийный выключатель	В случае аварии нажать выключение и эскалатор остановится
2	Защита от перегрузки	Электропитание автоматически отключится и эскалатор остановится в случае перегрузки
3	Защита от фазной ошибки электропитания	Эскалатор остановится в случае дефицита электропитания или неправильной последовательности фаз
4	Электромагнитный тормоз	Для обеспечения необходимой тормозной дистанции и для безопасности пассажиров
5	Устройство безопасности гребенки	Эскалатор остановится в случае попадания постороннего предмета между гребенкой и рифленным настилом ступени
6	Нереверсивное устройство безопасности	Эскалатор остановится, если направление движения изменится на обратное
7	Ограничитель скорости	Эскалатор остановится, если нормальная скорость будет превышена
8	Устройство безопасности приводной цепи	Эскалатор остановится, если приводная цепь слишком ослаблена или оборвана
9	Устройство безопасности ступени	Эскалатор остановится, если из-за поломки будет осуществляться движение в нештатном режиме. Желтая ограничительная линия показывает пассажирам, где им следует находиться
10	Выключатель безопасности юбочной плиты	Эскалатор остановится в случае попадания постороннего предмета между ступенью и юбочной плитой
11	Устройство безопасности устья поручней	Эскалатор останавливается, если посторонний предмет затягивается в устье поручня
12	Устройство безопасности тяговых цепей ступеней	Эскалатор остановится, если тяговые цепи слишком ослаблены или оборваны

2.1.5. Система контроля управлением доступом пассажиров

В качестве системы контроля управления доступом пассажиров на станциях СТЮ предлагается использовать систему платного доступа PERCo-S-700. Она предназначена для управления доступом и автоматизации расчетов.

В качестве билетов в системе используются бесконтактные смарт-карты или карты с магнитной полосой. Самая современная на сегодняшний день технология — бесконтактные смарт-карты. Они обеспечивают высокое удобство пользования — срабатывают на расстоянии, не требуют четкого позиционирования, долговечны и имеют высокую криптографическую защиту от подделки. Карты с магнитной полосой используются там, где необходимы недорогие одноразовые билеты.

Принцип действия системы проиллюстрируем на примере.

Клиент запрашивает в кассе нужный ему билет. Билет может быть на ограниченное количество поездок, либо на определенное время, например, на 2 недели без ограничения количества поездок (абонемент). Типы билетов устанавливаются владельцем системы. Предусмотрена возможность учета различных категорий льгот. Администратор устанавливает также и сумму залоговой стоимости за карту, порядок ее возврата и порядок возмещения неиспользованных услуг.

Кассир программирует карту на необходимые параметры (количество единиц или время действия) с помощью контроллера ввода и продает ее клиенту. При этом автоматически печататься кассовый чек.

Для снятия информации с турникетов и касс используется специальный контроллер сбора информации, который последовательно подключается оператором к каждому контроллеру управления доступом. По окончании обхода оператор подключает контроллер сбора информации к компьютеру для централизованной обработки полученных сведений.

Этот же контроллер используется и для оперативного изменения параметров работы контроллеров управления доступом — информация задается с помощью ПО системы, затем передается в контроллер сбора информации и далее переносится в нужный рабочий контроллер.

Система позволяет автоматизировать функции учета — формировать отчеты, которые дают возможность администрации объекта:



- отслеживать интенсивность использования транспортной системы СТЮ;
- загрузку кассиров;
- количество проданных билетов за определенный промежуток времени;
- осуществлять проверку проходов по выбранной карте.

С помощью этой системы можно решать следующие задачи:

- организация доступа владельца карты к месту предоставления оплаченных услуг;
- кодирование карт доступа (условия доступа, вид и объем предоплаченных услуг);
- регистрация действий оператора по выдаче карт доступа;
- регистрация всех событий по пользованию оплаченными услугами владельца карты;
- информирование владельца карты о текущем статусе карты;
- формирование отчетов: по интенсивности пользования услугами, загрузкой кассиров, о количестве проданных билетов за определенный промежуток времени и т.п.

2.2. Эскизная проработка сервисных депо

2.2.1. Введение

Для эффективной работы транспортной системы СТЮ и обеспечения гарантированного ресурса службы рельсовых автомобилей — юнибусов — необходимо их своевременное техническое обслуживание. Все работы по профилактическому обслуживанию, а при необходимости и ремонт юнибусов, могут производиться в сервисном депо СТЮ. Сервисное депо, в зависимости от вида станции и наличия свободных площадей, может располагаться как на этаже станции СТЮ, так и в подвальных или технических (чердачных) помещениях здания. Если сервисное депо располагается в подвальных или чердачных помещениях, юнибусы доставляются на его территорию при помощи специальных лифтов или технологическими подъемными устройствами.

При планировании продления маршрута транспортной системы СТЮ,

целесообразно при строительстве сервисного депо предусмотреть дополнительные площади для возможности обслуживания большего количества юнибусов, чтобы избежать в дальнейшем дополнительных затрат на строительство дополнительных депо.

При правильной организации работ сервисного депо, можно оказывать дополнительные платные услуги возможным совладельцам транспортной системы СТЮ, например, по обслуживанию частных юнибусов, которые, наряду с общественными, могут эксплуатироваться на транспортной системе «второго уровня».

При небольших объемах работ, отдельные должностные обязанности работающих в сервисном депо, для исключения необоснованных затрат, необходимо совмещать.

2.2.2. Виды работ, выполняемых сервисными депо

В процессе эксплуатации к подвижному составу СТЮ применяются следующие виды технических воздействий: ежедневное техническое обслуживание (ЕО); первое техническое обслуживание (ТО-1); второе техническое обслуживание (ТО-2); сезонное техническое обслуживание (СО); текущий ремонт (ТР) и капитальный ремонт агрегатов и узлов (КР).

Работы в сервисном депо производятся по стандартному технологическому процессу, схожему с работой станций технического обслуживания автотранспортного предприятия. На рис. 2.35 показана схема производственного процесса полнообъемного технического обслуживания. Техническое обслуживание сервисного депо СТЮ может быть как полнообъемным, так и частичным, в зависимости от технического состояния транспортного парка — рельсовых автомобилей (юнибусов).

Для возможности выполнения полнообъемного ТО необходимо предусмотреть следующие помещения:

- смотровое, в него входят: участок мойки и участок диагностики, где производят смазку и регулировку узлов и агрегатов по мере требования технологических карт обслуживания юнибусов;

- ремонтное, в него входят: окрасочный участок (окраска, кузовные работы); механический участок; сварочный участок; разборочно-сборочный участок (разборка, ремонт и сборка);
- складское, в котором осуществляется хранение ГСМ, запасных частей и материалов, а также утилизация ГСМ, ветоши и цветных металлов;
- бытовое помещение, в котором размещаются: раздевалка для работающего персонала, кладовая для хранения инвентаря, душевая и туалетная комнаты.

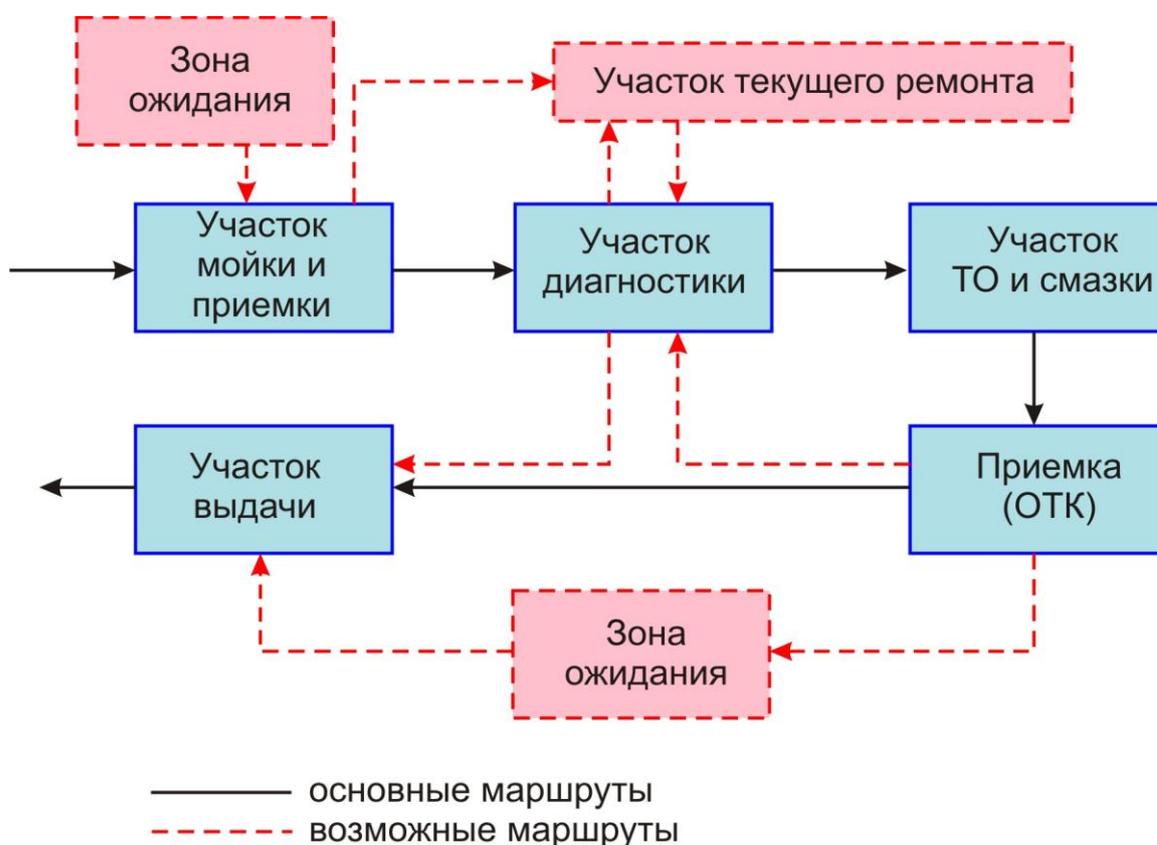


Рис. 2.35. Схема производственного процесса полнообъемного ТО сервисного депо СТЮ

На станции технического обслуживания будут выполняться ниже перечисленные работы:

- мойка и уборка юнибусов;
- заправка ГСМ (при необходимости);
- контроль и диагностика оборудования и агрегатов;
- устранение мелких неисправностей оборудования;

- крепеж узлов и агрегатов;
- регулировка узлов и их смазка;
- разборка-сборка юнибусов и агрегатов;
- сварка;
- окраска (при необходимости);
- переборка агрегатов;
- слесарно-механические и электротехнические работы;
- ремонт и заправка аккумуляторов.

2.2.3. Технологическое оснащение сервисных депо

Участки сервисные депо необходимо оснастить оборудованием (см. табл. 2.4).

Таблица 2.4

Технологическое оборудование сервисного депо СТЮ

Наименование оборудования	Кол-во	Габаритные размеры, м	Занимаемая площадь, м ²
Верстак слесарный	1	1,65×1,6	2,64
Заточный станок	1	1,45×0,35	0,15
Вертикально-сверлильный станок	1	1×0,8	0,8
Настольно-вертикальный ручной пресс	1	0,92×0,22	0,2
Контрольно-испытательный стенд электрооборудования	1	0,9×0,8	0,72
Настольно-сверлильный станок	1	0,7×0,3	0,2
Сварочный аппарат	1	0,4×0,5	0,2
Окрасочная камера (при необходимости)	1	3×2,5	7,5
Кран-балка	1	0,9×0,9	0,8
Ванна для мойки деталей	1	1,25×0,62	0,77
Солидолонагнетатель	1	0,4×0,7	0,28
Передвижная инструментальная тележка	1	0,7×0,4	0,28
Стеллаж для инструмента	4	1,4×0,5	0,7
Домкрат гаражный	1	2,6×0,3	0,78
Стеллаж для деталей	4	1,4×0,5	0,7
Ларь для обтирочных материалов	1	0,8×0,4	0,32



Наименование оборудования	Кол-во	Габаритные размеры, м	Занимаемая площадь, м ²
Ларь для отходов	1	0,8×0,4	0,32
Ящик с песком	1	0,5×0,4	0,2
Итого:			17,56

2.2.4. Рабочий персонал сервисных депо

Минимальное количество работающего персонала сервисного депо СТЮ указано в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Рабочий персонал сервисного депо

№	Должность	Кол-во	Выполняемые обязанности
1	Инженер-механик	1	Руководство, контроль, техническая консультация
2	Механик (с совмещением должности электрика)	2	Мойка модулей, диагностика, ремонт узлов и агрегатов, регулировка, смазка. Определение неисправностей, ремонт
3	Слесарь механосборочных работ (с совмещением должностей сварщика и окрасочника)	1	Слесарно-механические работы, сборка агрегатов, замена деталей, сварочные работы. Окраска, восстановление окрашенных поверхностей
4	Кладовщица (с совмещением должности уборщицы)	1	Хранение запасных частей, прием на хранение отремонтированных узлов и агрегатов, выдача запасных частей, агрегатов и материалов. Поддержание чистоты в бытовых и производственных помещениях
	Итого:	5	

3. Определение общетехнических показателей будущих трасс СТЮ для условий ХМАО—Югры

3.1. Введение

Доля транспортных издержек в стоимости продукции во всем мире постоянно растет. Неблагоприятные климатические и географические условия в России приводят к еще более высокому уровню транспортных издержек. Это связано как с ростом дальности перевозок, так и с увеличением стоимости всех составных элементов транспортного процесса — от размера заработной платы и стоимости материалов при строительстве дорог и изготовлении подвижного состава, до стоимости топлива, расходуемого этим подвижным составом. При этом средний уровень транспортных издержек в России выше, чем в странах Запада, по экспертным оценкам примерно на 50%. В отдельных регионах они еще выше, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке России. Поэтому применение СТЮ эффективно во всех природно-климатических условиях как для пассажирских, так и для грузовых перевозок — в городе, между городами, странами и континентами в любой стране мира в диапазоне скоростей от 50 до 500 км/час.

В настоящее время наибольший объем перевозок во всем мире осуществляют железные дороги, автомобильный транспорт и авиация.

К преимуществам авиационного транспорта относится высокая скорость движения. Однако на средних расстояниях (до 1000—1500 км) скорость перемещения пассажира «от двери до двери» остается невысокой (150—200 км/час). К недостаткам авиационных перевозок относится высокий расход топлива (6—8 литров на 100 пассажиро-километров), высокая стоимость самолетов — до 50 млн. USD и более — и инфраструктуры: современный аэропорт стоит 1—2 млрд. USD и более. Соответственно, экологическая опасность и себестоимость авиаперевозок — самая высокая из всех существующих видов транспорта.

К преимуществам железнодорожного транспорта следует отнести низкие



эксплуатационные издержки. Во-первых, сопротивление качению стального колеса по стальному же рельсу в 10—15 раз ниже сопротивления качению резинового колеса по дорожному полотну. Поэтому мощность привода подвижного состава на железной дороге составляет 2—3 кВт на тонну перевозимого груза, на автомобильном транспорте — 10—20 кВт/т. Соответственно различается и расход топлива на одну и ту же транспортную работу. Данное преимущество легко реализуется на железной дороге только благодаря наличию колеи, так как железнодорожный состав может иметь сколь угодно большую длину, автопоезд же не может иметь больше одного прицепа из-за неустойчивого движения по дороге, особенно в период торможения. Во-вторых, срок службы рельсов — 20—40 лет, асфальтобетонного покрытия — 5—10 лет. В-третьих, в северных регионах железнодорожные пути практически нет необходимости чистить от льда и снега, содержание же автомобильных дорог зимой обходится достаточно дорого, а ведь на большей части территории России, зимний период времени превышает летний. Кроме этого, железнодорожный транспорт отличается высокая безопасность движения, которую обеспечивает имеющийся на каждом колесе гребень (реборда), препятствующий сходу колеса с рельса.

Автомобильный транспорт является наиболее мобильным видом инфраструктурного обеспечения грузовых и пассажирских перевозок, выполняет работу практически для всех других видов транспорта, занятых массовыми перевозками.

К преимуществам автомобильного транспорта, в сравнении с железнодорожным транспортом, относится невысокая стоимость подвижного состава и самих дорог, а также высокая мобильность и компактность автомобилей, что упрощает и удешевляет инфраструктуру: подъездные пути, погрузочные и разгрузочные терминалы, ремонтные мастерские, вокзалы, остановки и др. К существенным недостаткам автомобильного транспорта относится высокая аварийность и экологическая опасность, обусловленные тем, что колесо удерживается на дорожном полотне только за счет сил трения, а также тем, что дорога расположена непосредственно на поверхности земли, то есть там, где и находится 99% живых организмов, в том числе и человек, и сосредоточена основная биомасса биосферы планеты. Это приводит к тому, что на автомобильных дорогах мира ежегодно гибнет более 1,2 млн. человек, а более 20 млн. — получают травмы, становятся инвалидами и



калеками. Кроме того, на дорогах каждый год гибнет также более миллиарда различных животных.

К общим недостаткам двух последних видов транспорта следует отнести чрезвычайно высокую материалоемкость путевой структуры, требующей для своего сооружения большого количества ресурсов, как материальных (грунт, песок, щебень, цемент, бетон, асфальтобетон, сталь и др.), так и финансовых. Очень материалоемкой и, соответственно, дорогой является и насыпь дорог: расход грунта может достигать 100 тыс. кубических метров на километр трассы, а в ряде мест она вообще не может быть устроена — например, при прохождении через водные препятствия, глубокие болота и вечную мерзлоту. При устройстве насыпей и выемок наносится серьезный ущерб Природе, как изъятием и перемещением большого количества грунта, так и уничтожением значительного количества основного биоресурса на планете, дающего жизнь всему живому на суше, где и прокладываются все дороги, — плодородного слоя (почвы), гумус в котором создавался живыми организмами в течение миллионов лет. В большинстве случаев насыпь перекрывает миграцию животных, перемещение грунтовых и поверхностных вод, поэтому ущерб от ее сооружения зачастую превышает ее стоимость. Автомобильные и железные дороги также требуют большого количества дорогостоящих искусственных сооружений: мостов, путепроводов, водопропускных труб и др. В отдельных случаях стоимость земли и почв, отнимаемых у землепользователя под дорогу, превышает стоимость самой дороги. Например, под автомобильные дороги на планете у землепользователя изъята земля, по площади превышающая суммарную территорию таких стран, как Германия и Великобритания. Стоимость этой земли составляет десятки, если не сотни триллионов долларов.

Сибирь и, в частности, ХМАО—Югра, имеет чрезвычайно низкий уровень автотранспортной обеспеченности населения. Слабо развитая автодорожная сеть оказывает негативное воздействие на экономику всей страны. В таких условиях бессмысленно говорить о крупных проектах по созданию производств с последующими технологическими пределами (например, нефте- или лесопереработка) в перспективных регионах, например, на Приполярном Урале.

При низкой транспортной обеспеченности эти регионы рассматриваются как недоразвитые. На этих территориях нерационально используются природные ресурсы



мирового уровня, поэтому они являются объектами территориальных притязаний под разными предлогами и даже — военных угроз. Россия должна не просто обозначить, а существенно усилить свое присутствие здесь и, прежде всего, через создание мощных транспортных сетей, в том числе с использованием новых видов транспорта. Для этого необходимо вовлечение не только традиционных, но и принципиально новых транспортных технологий и систем, включая путевую структуру, подвижной состав и инфраструктуру. Это, в свою очередь, потребует новых высокоэффективных видов строительных материалов, техники и технологий создания и эксплуатации транспортных систем, что будет одним из мультипликативных факторов роста ВВП.

Строительство и содержание автомобильных дорог в условиях Сибири характеризуется повышенным, по сравнению с центральной частью страны, уровнем капитальных и эксплуатационных затрат. Капитальные вложения, осуществляемые при проектировании и строительстве, в существенной мере определяют уровень эксплуатационных затрат последующих периодов. Низкий объем капитальных вложений определяет и низкое качество земляного полотна, его дорожного покрытия, большой объем ремонтных работ, нештатное использование для этого дорогостоящей техники, а потому и повышенный уровень себестоимости ремонта и содержания дорог.

К числу специфических неблагоприятных особенностей строительства и эксплуатации здесь большинства автомобильных дорог можно отнести слабую устойчивость земляного полотна. Она вызвана осадочной структурой, низкими температурами, заболоченностью, щелочной засоленностью и т.д. Земляное полотно подвержено вспучиванию, оползням, сплыву откосов и т.д., что ведет к плохой работе щебеночного покрытия, а асфальтобетонное покрытие считается непозволительной «роскошью» для обширной территории с низкой плотностью населения и промышленности. Облегченный же характер земляного полотна основной сети автомобильных дорог сдерживает рост объемов грузовых и пассажирских перевозок, особенно тех, которые связаны с освоением месторождений углеводородного сырья, а также богатейших запасов минерального сырья и иных природных ресурсов. По некоторым важным транспортным направлениям основными путями сообщений являются зимники, эксплуатация которых прекращается с началом таяния снегов.

Все сказанное относится в первую очередь к дорогам Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, стратегия экономического развития которого неотделима от стратегии развития страны в целом. При этом ХМАО занимает площадь 534,8 тыс. км², имеет 1,5 млн. жителей, расположен в срединной части России, Западно-Сибирской равнины и Тюменской области. Этот регион — донор, он лидирует в стране по ряду основных экономических показателей: 1-е место по объему промпроизводства, добыче нефти и производству электроэнергии; 2-е место по добыче газа, объему инвестиций в основной капитал и поступлению налогов в бюджет России. Помимо крупнейших, мирового уровня запасов углеводородов, округ богат и другими природными ресурсами: золото, жильный кварц, бурый и каменный уголь, железная руда, медь, цинк, свинец, ниобий, тантал, бокситы, декоративный камень, кирпично-керамзитовые глины, строительные пески, цеолиты, минеральные воды и др.

Текущая конъюнктура цен на энергоносители сказывается на отраслевой структуре ХМАО: около 90% промышленного производства составляет добыча углеводородов, 5,5% — электроэнергетика, 2,4% — машиностроение и металлообработка, 1,7% — газо- и нефтепереработка. Основная часть продукции легкой промышленности завозится из других регионов.

Географическая специфика региона (высокая заболоченность, преобладание низких температур, вечная мерзлота, наличие большого числа водных преград, горных массивов в западной части и т.д.) также выдвигает повышенные требования к надежности транспорта. На его эффективности сказываются сезонный характер основных грузоперевозок и вахтовый метод работы на предприятиях, удаленных от главных транспортных магистралей, например, железных дорог.

Сырьевая направленность региона, достаточно благоприятная сегодня, содержит в себе угрозу высоких потерь в случае снижения цен на углеводороды на мировых рынках в будущем. Надежность экономического развития ХМАО диктует необходимость уйти от сугубо сырьевого характера деятельности, организовать глубокие технологические переделы здесь. Регион вправе претендовать на финансирование для привлечения эффективных технологий XXI века.



Организация новых видов производства с углубленной переработкой сырья, мобильностью трудовых ресурсов, потребует существенного развития транспортной системы региона. Определенные надежды при этом связаны с программой «Урал промышленный — Урал полярный».

Труднодоступные территории Сибири требуют принципиально новых транспортных технологий, экологически чистых и наиболее эффективных для данного региона. Для обеспечения полной конкурентоспособности региона, его транспортные системы должны быть гибкими, надежными, эффективными и социально ориентированными. Они не должны вступать в противоречие с окружающей природной и социальной средой, быть транспортным мостом межрегионального и геополитического уровня.

Современное проектирование создания транспортных систем основано на системном подходе, что определяет их не просто как набор дорог или путей, а как комплекс взаимодействующих транспортных коридоров со всем инфраструктурным обеспечением. Последнее включает информационные технологии мониторинга продвижения транспортных единиц, грузов и пассажиров; надежность и безопасность перевозок; страхование; формирование согласованных тарифов для всех участников транспортного процесса; решение проблемы «конечной мили»; диверсификация услуг. Такими должны быть транспортные системы Сибири.

Таким образом, в настоящее время возникает острая необходимость в появлении принципиально новой транспортной системы, основанной на новых технологиях и новых стандартах, способных привести к радикальным изменениям в способах транспортировки.

Будущая транспортная система должна удовлетворять многим противоречивым требованиям: высокая пропускная способность при малой площади занимаемой земли и низких затратах на содержание и ремонт путей сообщения; минимальное негативное воздействие на окружающую среду при сохранении большого суточного пробега транспортного средства; высокая средняя скорость движения при снижении расхода топлива и числа дорожно-транспортных происшествий; путь движения должен быть пригоден для движения и маневрирования общественного и индивидуального транспорта.



Струнный транспорт Юницкого (СТЮ) способен существенно заполнить «белые пятна» транспортной системы Сибири. Этот вид транспорта проработан теоретически, имеет опытный полигон под Москвой (г. Озеры). Для СТЮ проведены серьезные конструкторские проработки подвижного состава, путевой структуры, опор и всех его составных элементов, созданы действующие модели системы, осуществлен комплекс лабораторных, стендовых и полигонных испытаний.

Технико-экономические и экологические характеристики предлагаемого вида транспорта чрезвычайно привлекательны:

1) для прокладки рельсо-струнных трасс потребуется незначительное отчуждение земли (в 150—200 раз меньше, чем для автомобильных и железных дорог);

2) отпадает необходимость в устройстве насыпей, выемок, тоннелей, мостов, путепроводов, многоуровневых развязок, в вырубке лесов, сносе строений, поэтому СТЮ легко внедряем в городскую инфрасреду и реализуем в сложных природных условиях: в зоне вечной мерзлоты, в горах, болотистой местности, в зоне водных препятствий (реки, озера и др.) при более низких эксплуатационных издержках;

3) повышается устойчивость коммуникационной системы к стихийным бедствиям (землетрясения, оползни, наводнения, ураганы), неблагоприятным климатическим условиям (туман, дождь, гололед, снежные заносы, пыльные бури, сильные жара и холод и т.п.);

4) благодаря низкой материалоемкости и высокой технологичности трассы СТЮ будут дешевле обычных (в 2—3 раза) и скоростных (в 10—15 раз) железных дорог и автобанов (в 3—4 раза), монорельсовых дорог (в 20—30 раз), поездов на магнитном подвесе (в 30—40 раз), поэтому проезд по СТЮ будет самым дешевым.

Трассы СТЮ легко совмещаются с линиями электропередач, ветряными и солнечными электростанциями, линиями связи, в том числе опτικο-волоконными.

Система СТЮ-коридоров Западной Сибири может быть создана при поддержке государства и частного капитала и работать как единое целое, соединяя между собой уже сформированную ранее транспортную систему в достаточно широком транспортно-экономическом пространстве. В нее включены такие крупные города — промышленные, транспортные и торговые узлы, как Екатеринбург, Челябинск,



Тюмень, Новосибирск, Омск, Томск, Красноярск, Новокузнецк, Кемерово, Сургут, Салехард, Ханты-Мансийск и др.

Благодаря высокому промышленному и научному потенциалу в этих городах можно организовать кооперацию по производству и сборке всех элементов СТЮ-системы для Западной Сибири. Кузбасс, Урал и Красноярск могут полностью обеспечить необходимый объем черных и цветных металлов для путевой структуры и подвижных модулей, Томск и Омск — поставку пластмасс и резинотехнических изделий, Новосибирск — цемент и т.д. Производство транспортных модулей может выполняться, например, на НПО «Полет» в Омске и НПО «Завод им. Чкалова» в Новосибирске, имеющих огромный потенциал и опыт авиастроения.

Информационная и технологическая поддержка систем автоматического управления движением также может быть обеспечена учеными и инженерами Сургута, Ханты-Мансийска, Омска, Новосибирска, Томска, что может быть вписано в программу работ любого Информационного технологического парка.

Западно-Сибирский регион может стать и полигоном, и «кузницей» принципиально нового класса технологий, проистекающих и лежащих в основе обеспечения принципиально нового вида транспортных систем, нового подвижного состава и новых технологий их взаимодействия. В перспективе это поможет обеспечить России конкурентоспособность ее транспортной системы в условиях Западной Сибири и Севера страны по отношению к хорошо отлаженной западной (а сегодня уже встающей на ноги восточной) индустрии «традиционных» видов транспорта.

Эта транспортная система включает международный транспортный коридор (МТК), исходящий из ХМАО и проходящий через Омск на Казахстан и далее с выходом на Китай.

Стыковка транспортной системы ХМАО с транспортной системой горного Алтая позволяет говорить о возможности создания другого — прямого МТК Россия — Китай, проходящего через западный участок (около 50 км) российско-китайской границы. Ключевую роль здесь может играть участок «Бийск — Урумчи», для которого авторами разработаны предварительные ТЭО в автомобильном и СТЮ исполнении. Это может служить целям развития пассажирских перевозок и туризму



Алтая, находящемуся в депрессивном состоянии. Трасса проходит священную для алтайцев долину Укок, занесенную в список исторических памятников ЮНЕСКО, не нарушая ее исторических и этнических ценностей.

Большая часть коридора «Нижневартовск — Игарка» может быть создана для грузопассажирских перевозок из соображения экономичности, и прежде всего, малых эксплуатационных затрат, всепогодности, высоких скоростей и экологической безопасности для окружающей природной среды и животного мира северных территорий, перегруженных техногенными воздействиями при разведке и добыче углеводородного сырья.

В Сургутском государственном университете (СурГУ) разработан вариант возможной СТЮ-трассы в городе Ханты-Мансийске. Ее длина около 15 км от Аэропорта до Речного порта. Движение пассажирских модулей осуществляется со скоростью до 80 км/час, при средней скорости 40 км/час (скорость метро). Трасса проходит вблизи биатлонного центра и может служить элементом обзора хода соревнований.

Для проектирования данной трассы в СурГУ разработано на основе ГИС-проектирования (геоинформационная система) компьютерная программа. Данная программа, используя трехмерные снимки местности, вписывает в ландшафт трассу, «ставит» на нее СТЮ-модуль и осуществляет в реальном режиме времени показ движения модуля по трассе. Дальнейшее развитие этой системы связано с дополнением ее блоком технических (скорость модуля в данный момент, расход топлива т.д.) и экономических показателей, также работающих в реальном режиме времени. Первые наработки такой системы, названной системой «планшетного» проектирования уже осуществлены в СурГУ в УНИКИТе и ИнЭПУ. Эта система позволит с помощью ручного передвижения курсором местоположения объекта технической системы на планшете (карте, графике Гранта и др.) получать автоматический пересчет всех характеристик системы.

3.2. Краткое описание Струнного транспорта Юницкого

СТЮ лишен основных недостатков железнодорожного и автомобильного

транспорта. В то же время, он имеет преимущества авиации и надземных дорог, так как транспортный модуль движется над землей по ажурной путевой структуре.

СТЮ представляет собой специальный (рельсовый) автомобиль на стальных колесах, размещенный на рельсах-струнах, установленных на опорах. Струнная транспортная система станет самой дешевой, долговечной, экономичной и безопасной транспортной системой «второго уровня» для перевозок пассажиров и грузов в городе (рис. 3.1, рис. 3.4), между городами, странами и континентами (рис. 3.2), а также для специализированной перевозки сыпучих, жидких (рис. 3.3), штучных и контейнерных грузов.



Рис. 3.1. Двухпутный СТЮ в городе, скорость до 120 км/час



Рис. 3.2. Высокоскоростная двухпутная трасса, скорость до 500 км/ч



Рис. 3.3. Грузовой поезд для перевозки жидких грузов



Рис. 3.4. Пассажирская трасса моноСТЮ

Преимущества СТЮ перед другими видами транспорта обусловлены комплексом его конструктивных особенностей, перечисленных ниже.

3.2.1. Рельс-струна

Рельс-струна — это обычная неразрезная (по длине) стальная, железобетонная или сталежелезобетонная балка, оснащенная головкой рельса и дополнительно усиленно армированная предварительно напряженной (растянутой) арматурой — струнами. Максимальное натяжение струн на один рельс, в зависимости от длины пролета, массы и скорости движения подвижного состава, — 50—500 тонн. Сочетает в себе свойства гибкой нити — на большом пролете между опорами, и жесткой балки — на малом пролете (под колесом транспортного модуля и над опорой). Благодаря этому качение колеса модуля будет плавным, безударным, как в середине пролета, так и над опорой. Рельс-струна характеризуется высокой прочностью, жесткостью, ровностью, технологичностью изготовления и монтажа, низкой материалоемкостью, широким диапазоном рабочих температур: от +70 °С до –70 °С. Представляет собой идеально ровный путь для движения колеса, так как по всей своей длине не имеет технологических и температурных швов (головка рельса сварена в одну плеть).

Поперечные размеры рельса-струны близки к поперечным размерам железнодорожного рельса, а по расходу металла он менее материалоемок, чем традиционный железнодорожный рельс. Проектное натяжение струн в рельсе СТЮ зависит от расчетной массы подвижного состава и расчетной скорости его движения, а также — от принятой длины пролетов. При этом строительный провис струны на каждом пролете «зашит» внутри корпуса рельса, а головка рельса, наоборот, размещена в каждом пролете со строительным подъемом, равным проектной деформации (дополнительному прогибу струны) пролета при проезде модуля. Это выравнивает путь при движении подвижного состава и обеспечивает его высокую ровность при нахождении модуля как в середине пролета, так и при прохождении опор, в том числе и при высокой скорости движения. При этом рельс-струна проектируется таким образом, чтобы, в совокупности с изгибной жесткостью пути и проектным натяжением струн, обеспечить величину вертикальных радиусов кривизны рельса, прогнутого под движущимся колесом юнибуса, не менее 500 м при скорости движения до 100 км/час, 5000 м — до 350 км/час и 10000 м — до 500 км/час, на всем протяжении трассы СТЮ независимо от погодных-климатических условий. Это также обеспечит более высокую ровность пути при движении подвижного



состава, чем на высокоскоростной железной дороге, идущей по эстакаде на «втором уровне». При этом вертикальные ускорения в салоне юнибуса, обусловленные динамическими неровностями пути, будут в пределах $0,5 \text{ м/с}^2$ (на железной дороге эти ускорения в несколько раз выше). Таким образом, рельс-струна обеспечит «бархатный» путь для движения стального колеса, а колесо при этом не будет «прыгать» ни на опорах, ни в середине пролетов.

По запасу прочности рельс-струна не имеет себе равных среди других строительных конструкций. Например, в двухрельсовом (бирельсовом) СТЮ запас прочности струны по воздействию подвижной нагрузки является более чем стократным — юнибус практически не меняет напряжения предварительного растяжения в струне, т.к. эти изменения находятся в пределах 10 кгс/см^2 . В моноСТЮ аналогичный запас прочности — десяти-двадцатикратный.

На рис. 3.5—3.7 показаны конструкция и этапы сборки рельса-струны междугороднего высокоскоростного (скорость до 350 км/час) бирельсового среднего СТЮ, городского среднего бирельсового СТЮ (колея 1,5 м) и среднего моноСТЮ. Конструкция этих рельсов-струн оптимизирована для природно-климатических условий ХМАО—Югры и по ним выполнены все необходимые прочностные расчеты для условий эксплуатации в диапазоне температур от -55°C до $+55^\circ\text{C}$ (нагрев конструкции на солнце).

3.2.2. Струна

Струна — высокопрочная предварительно напряженная арматура в виде стального витого или невитого каната отечественного или зарубежного производства. В зависимости от условий монтажа и эксплуатации могут использоваться обычные арматурные канаты, арматурные канаты с защитным покрытием или в защитной оболочке, в том числе в защитной смазке. Канаты могут поставляться с канатных заводов в готовом виде, либо монтироваться на месте производства работ из отдельных стальных проволок. Диаметр проволок, используемых для формирования струны, — 3—5 мм. В рельсе-струне может быть использовано от нескольких десятков, до нескольких сотен таких проволок.

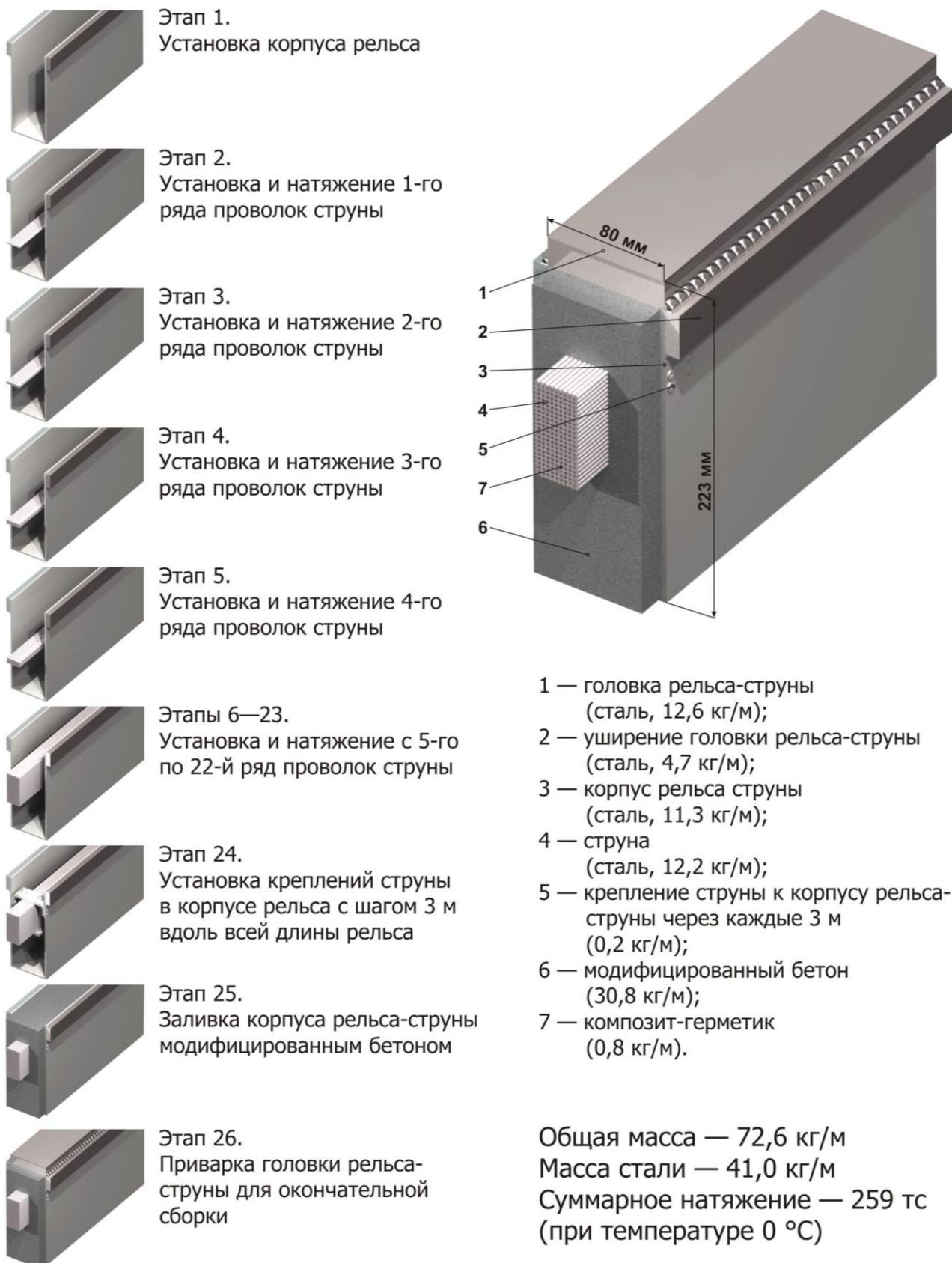


Рис. 3.5. Конструкция и этапы сборки рельса-струны междугороднего высокоскоростного (до 350 км/ч) бирельсового СТЮ колеей 1,5 м (для пролетов 30 м)

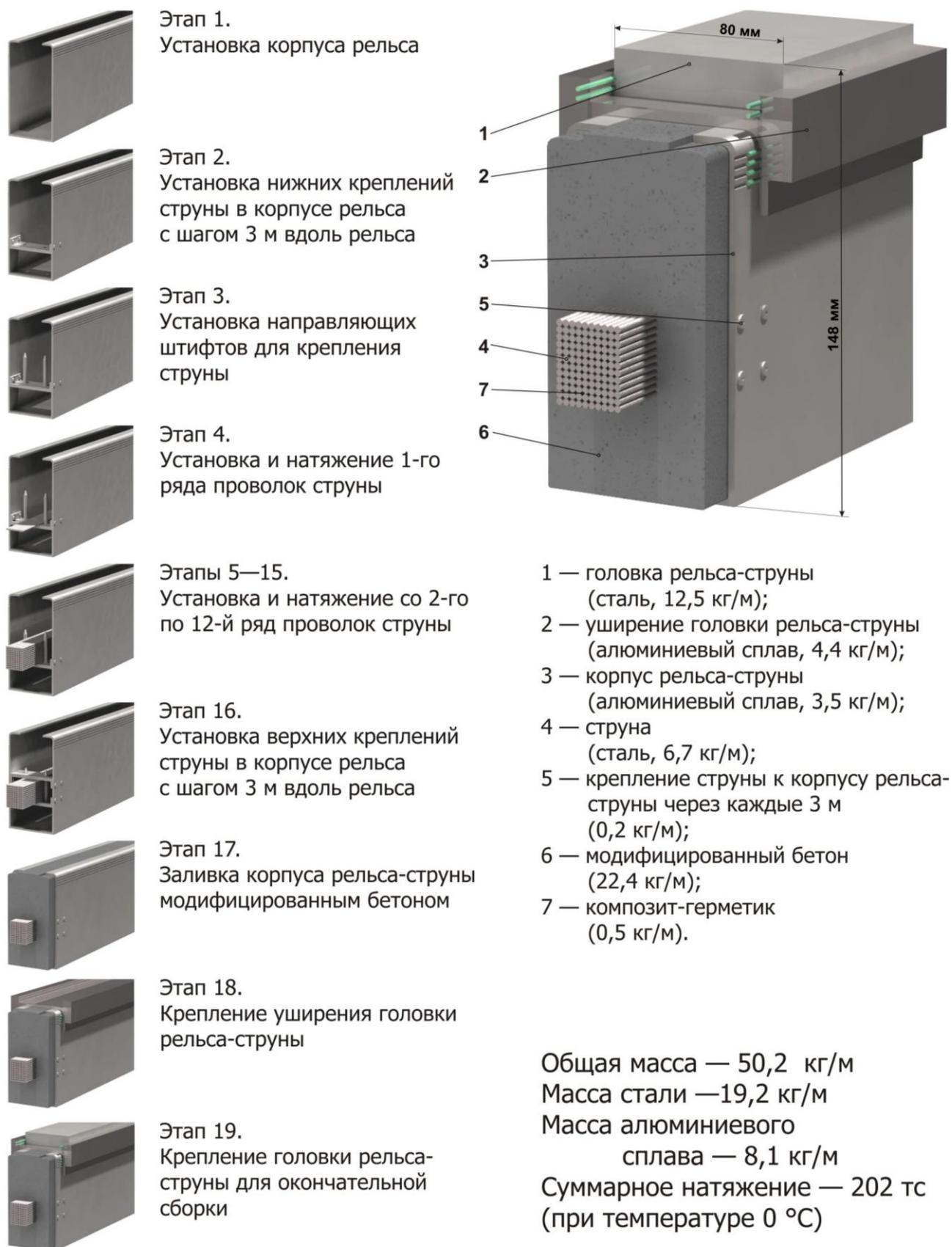


Рис. 3.6 Конструкция и этапы сборки рельса-струны городского бирельсового СТЮ колеи 1,5 м (для пролетов 35 м)



Рис. 3.7 Конструкция и этапы сборки рельса-струны среднего моноСТЮ
(для пролетов до 1000 м)

3.2.3. Рельсо-струнная путевая структура

Рельсо-струнная путевая структура двухрельсового (бирельсового) СТЮ представляет собой два рельса-струны, образующие колею шириной 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 или 2,5 м. Рельсы-струны жестко закреплены в анкерных опорах, установленных через 1—5 км и более, и свободно (шарнирно) размещены на промежуточных опорах-стойках с образованием пролетов длиной 30—40 м и более. Натяжение струн в рельсе-струне — от 50 тонн (сверхлегкий СТЮ) до 500 тонн (сверхтяжелый СТЮ).

Однорельсовый СТЮ (моноСТЮ) с подвесным моно-юнибусом имеет один рельс-струну на один путь. Натяжение рельса-струны в моноСТЮ составляет от 25 тонн (сверхлегкий моноСТЮ), до 250 тонн (сверхтяжелый моноСТЮ), что позволяет иметь пролеты до 3000 м.

Путь в двухрельсовом СТЮ выполнен со строительным подъемом 10—50 мм в середине каждого пролета, а в моноСТЮ — наоборот, с провисом 1—20 м и более (в зависимости от длины пролета — 100—1000 м и более).

У путевой структуры имеются стрелочные переводы. Конструкция может быть выполнена сборно-разборной. Колея в двухрельсовом СТЮ в 2—3 раза больше высоты нахождения центра тяжести подвижного состава над головкой рельса, поэтому движение по такой путевой структуре будет в 2—3 раза более устойчивым, чем движение вагонов на высокоскоростной железной дороге. Устойчивость движения моно-юнибусов в моноСТЮ обеспечивает то, что они подвешены снизу к рельсу-струне.

Трассы СТЮ могут быть однопутными, двухпутными и многопутными.

3.2.4. Опоры

Опоры СТЮ подразделяются на анкерные, воспринимающие горизонтальную нагрузку от струн (устанавливаются через 1—5 км и более) и поддерживающие, воспринимающие вертикальную нагрузку (устанавливаются через 30—40 м и более). Опоры могут быть выполнены из железобетона (сборного или монолитного), стальных сварных конструкций, или высокопрочных алюминиевых сплавов. Фундаменты опор, в зависимости от грунтов на трассе, могут быть свайными (забивные, винтовые, буронабивные или буроинъекционные сваи), либо плитными —

монолитными или сборными. Опоры и неразрезной рельс-струна образуют рамную конструкцию, поэтому несущая способность опор увеличена, например, в сравнении с монорельсовой дорогой в 8 раз (стоимость опор, соответственно, снижена). Если опоры СТЮ заменить на насыпь такой же высоты, то насыпь будет значительно дороже опор. Оптимальная высота опор — 5—6 м. На отдельных участках трассы, при необходимости, высота опор может быть снижена до 1 м и менее, и, наоборот, увеличена до 10—50 м и более.

Более подробно опоры описаны выше в разделе 1.

3.2.5. Колесо



Рис. 3.8. Конструкция рельса-струны и колеса

Колесо — выполнено из высокопрочной стали (рис. 3.8) или высокопрочных легких сплавов. Имеет независимую «автомобильную» подвеску и две реборды или противосходные боковые ролики, заменяющие реборды и исключающие сход подвижного состава с рельсострунной путевой структуры. Коэффициент сопротивления качению — 0,001, что ниже, чем у железнодорожного колеса, имеющего коническую поверхность опирания, в 1,5—2 раза. Пробег — до 1 млн. км и более. Стальное колесо для СТЮ дешевле резинового и в 5—10 раз долговечнее.

3.2.6. Транспортный модуль (юнибус)

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



конденсаторного типа, топливные батареи и др.

Высокоскоростной юнибус (см. рис. 3.2) имеет уникальную форму, обладающую самым низким коэффициентом аэродинамического сопротивления среди всех известных транспортных средств ($C_x=0,07—0,1$, что лучше, чем у современного спортивного автомобиля в 3—4 раза; эти результаты получены экспериментально путем многократных продувок в аэродинамической трубе). Юнибус — самое экономичное транспортное средство из всех известных. Его сверхэкономичность особенно проявляется при невысоких, например, традиционных для автомобильного транспорта скоростях движения — 100 км/час. При установившемся движении на горизонтальном участке пути 50-местному бирельсовому юнибусу весом 10 тонн при такой скорости необходима мощность двигателя, равная всего 9 кВт (из них — 6,6 кВт на аэродинамическое сопротивление, 1,5 кВт — на сопротивление качению стального колеса по стальному рельсу, 0,9 кВт — потери в трансмиссии). При этом расход топлива на 100 км пути составит 2 литра (или 0,04 л/100 пасс.×км). Лучшие легковые автомобили расходуют в 20—30 раз больше горючего — 1—1,5 л/100 пасс.×км).

Уникальные аэродинамические качества корпуса высокоскоростного юнибуса — основное его преимущество перед другими известными транспортными средствами, в том числе — спортивными автомобилями. Например, можно построить высокоскоростную трассу СТЮ «Ханты-Мансийск — Сургут» протяженностью 250 км и использовать два варианта формы корпуса юнибуса: 1) запатентованные «струнные» обводы с $C_x=0,08$; 2) форма скопирована с одного из лучших спортивных автомобилей марки «Порше» ($C_x=0,34$). В первом варианте, по сравнению со вторым, экономия по топливу за срок действия патента (20 лет), при объеме перевозок 10 тыс. пасс./сутки, составит 550 млн. USD (!), что в 2 раза превышает стоимость строительства этой трассы, т.к. при скорости 300 км/час у десятиместного юнибуса мощность аэродинамического сопротивления будет 110 кВт, а не 420 кВт.

Еще более значительные преимущества перед традиционным городским пассажирским транспортом имеет моно-юнибус. Его уникальная топливная (энергетическая) эффективность обусловлена не только низкими потерями на скоростное движение (аэродинамическое сопротивление и сопротивление качению



стальных колес), но и тем, что ему в городском режиме движения (частые остановки, через 0,5—1,5 км) не нужен двигатель для разгона на перегоне и не нужны тормоза для торможения перед остановкой. Все эти функции выполнит земная гравитация благодаря провису рельсу-струны на пролете, имеющему заранее заданную величину. На первой половине пути между станциями моно-юнибус едет с горки и ему не нужен двигатель для плавного разгона до 100 км/ч и более. На второй половине пути он движется в горку, поэтому не нужны тормоза, которые привели бы к дополнительным потерям энергии (конечно, тормоза будут, но они выполняют другие функции — аварийные и стояночные). Поэтому, например, двадцатиместный моно-юнибус на пролете (перегоне) длиной 700 м будет развивать скорость в 80 км/ч, имея усредненную мощность привода всего 1 кВт. В это же время 20-тиместный традиционный автобус имеет привод значительно мощнее 100 кВт и никакие предпринимаемые в настоящее время высокотратные ухищрения — рекуператоры энергии, водородные и комбинированные двигатели, топливные элементы и т.п. — не позволят ему достичь характеристик моно-юнибуса по эффективности, экономичности, экологичности и безопасности. А по комфортности внутригородского движения — бесшумное, скоростное, без пробок и резкого торможения на перекрестках, с великолепным обзором на высоте птичьего полета, без тряски и стука на стыках ввиду их отсутствия, с плавным разгоном и торможением (ускорения до 1 м/с^2) — моноСТЮ не будет превзойден и в отдаленном будущем.



Рис.3.9. Городской автобус на рельсе-струне, вмонтированном в асфальт

Предельная скорость движения юнибусов на конкретной трассе бирельсового СТЮ зависит от жесткости и ровности рельсо-струнной путевой структуры (она специально проектируется под необходимую предельную скорость — от 50 до 500 км/час), мощности двигателя и аэродинамических качеств корпуса юнибуса, который специально проектируется под заданную предельную скорость движения. Предельная скорость движения моно-юнибусов в моноСТЮ зависит, в основном, от проектного провиса рельса-струны на пролете. При больших провисах и длинах пролета эта скорость может достигать 150 км/ч, например, при провисе 90 м на пролете 3000 м.

При необходимости, на путевую структуру СТЮ по требованию Заказчика может быть установлен практически любой известный легковой или грузовой автомобиль (рис. 3.3), микроавтобус или автобус (рис. 3.9).

На рис. 3.10—3.15 показаны пассажирские юнибусы, рекомендуемые для использования в ХМАО—Югре:

- на междугородных скоростных трассах колеей 0,5 м со скоростью движения до 150 км/ч (юнибус Ю-301, рис. 3.10), 180 км/ч и колеей 1 м (юнибус Ю-312, рис. 3.11), 300 км/ч и колеей 1,5 м (юнибус Ю-321, рис. 3.12);
- на городских трассах СТЮ — средний юнибус Ю-322 колеей 1,5 м (рис. 3.13); тяжелый юнибус Ю-331 колеей 2 м (рис. 3.14); средний моно-юнибус Ю-371 (рис. 3.15).

3.2.7. Инфраструктура «второго уровня»

Включает станции, вокзалы, погрузочные и разгрузочные терминалы, сервисные депо, гаражи, заправочные станции, размещенные на «втором уровне», а также стрелочные переводы. В зависимости от расчетной скорости движения юнибусов стрелочные переводы подразделяются на низкоскоростные, скоростные и высокоскоростные, а по типу организации движения — с остановкой юнибуса или без его остановки (на ходу). Стрелочные переводы размещаются в станциях, вокзалах, грузовых терминалах, депо и, при необходимости, — на трассе на анкерных опорах.

Благодаря подъему путевой структуры на второй уровень в СТЮ расширяются возможности по устройству станций и терминалов. Благодаря более благоприятным режимам эксплуатации рельсового автомобиля, уменьшается потребность в гаражах и заправочных станциях в сравнении с традиционным автотранспортом. Компактность юнибуса позволяет уменьшить размер и, соответственно, стоимость вокзалов, станций и длину перрона в 5—10 раз в сравнении с железнодорожными.

Более подробно станции и сервисные депо описаны выше в разделе 2.

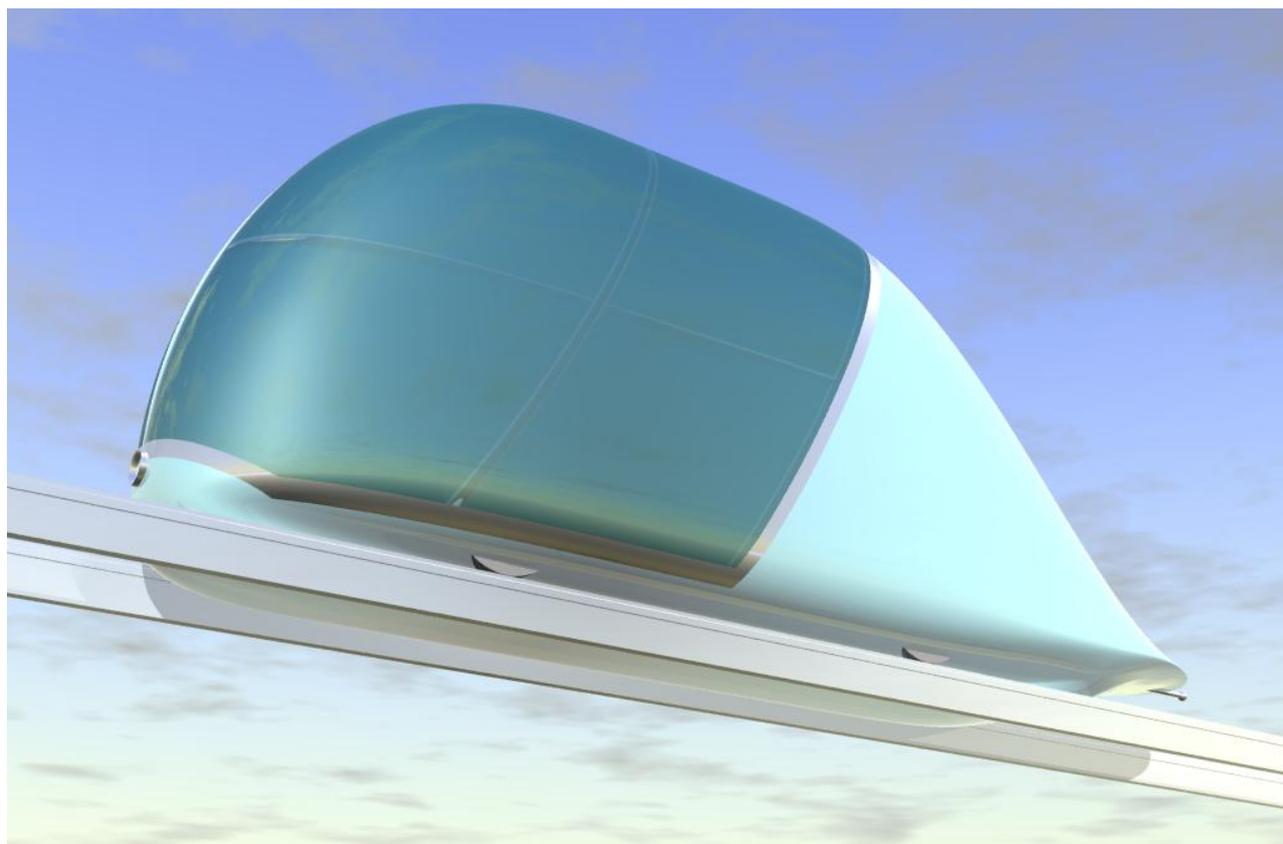


Рис. 3.10. Сверхлегкий скоростной юнибус Ю-301

Основные технические характеристики сверхлегкого скоростного юнибуса Ю-301

Назначение	междугородный пассажирский
Колесная формула	4×2
Габаритные размеры, мм:	
- длина (со стыковочными узлами)	4000
- ширина	800
- высота	1620
Колея, мм	500
База, мм	1900
Масса, кг:	
- снаряженная	450
- полная (2 пассажира + 100 кг груза)	700
Пассажировместимость, чел.	2
Максимальная скорость движения, км/ч	150
Санитарно-гигиенический блок	нет
Климат-контроль в салоне	да
Мощность электропривода (при скорости 150 км/ч), кВт	5,4
Средний расход топлива при скорости 150 км/ч (в пересчете электроэнергии в бензин с учетом затрат энергии на кондиционирование и освещение салона), кг:	
- в час	1,9
- на 100 км пробега	1,3
- на 100 пасс.×км	0,65

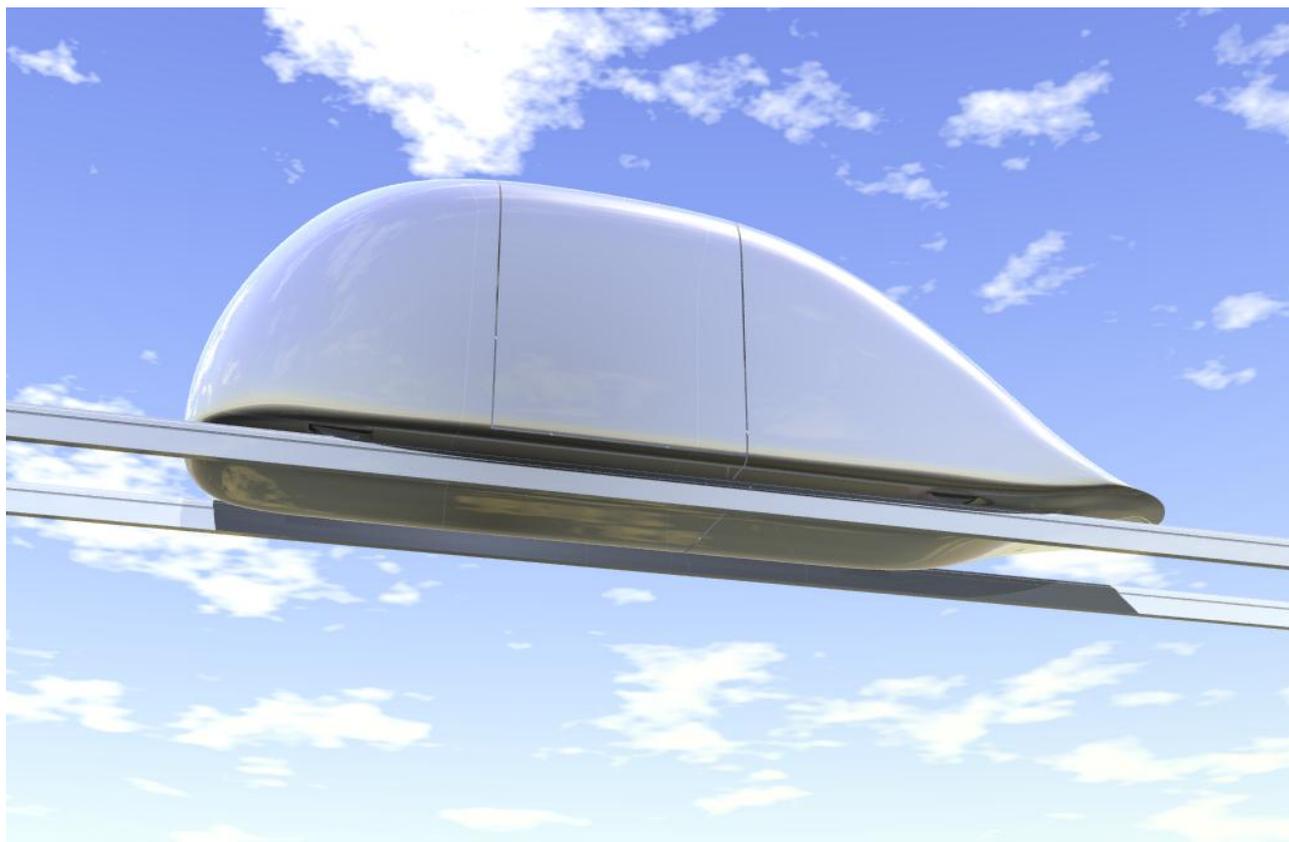


Рис. 3.11. Легкий скоростной юнибус Ю-312

Основные технические характеристики легкого скоростного юнибуса Ю-312

Назначение	междугородный грузопассажирский
Колесная формула	4×2
Габаритные размеры, мм:	
- длина (со стыковочными узлами)	5700
- ширина	1300
- высота	1700
Колея, мм	1000
База, мм	3000
Масса, кг:	
- снаряженная	800
- полная (4 пассажира + 250 кг груза)	1350
Пассажировместимость, чел.	4
Грузовместимость, кг	250
Максимальная скорость движения, км/ч	180
Санитарно-гигиенический блок	нет
Климат-контроль в салоне	да
Мощность электропривода (при скорости 180 км/ч), кВт	14
Средний расход топлива при скорости 180 км/ч (в пересчете электроэнергии в бензин с учетом затрат энергии на кондиционирование и освещение салона), кг:	
- в час	4,4
- на 100 км пробега	2,4
- на 100 пасс.×км	0,6

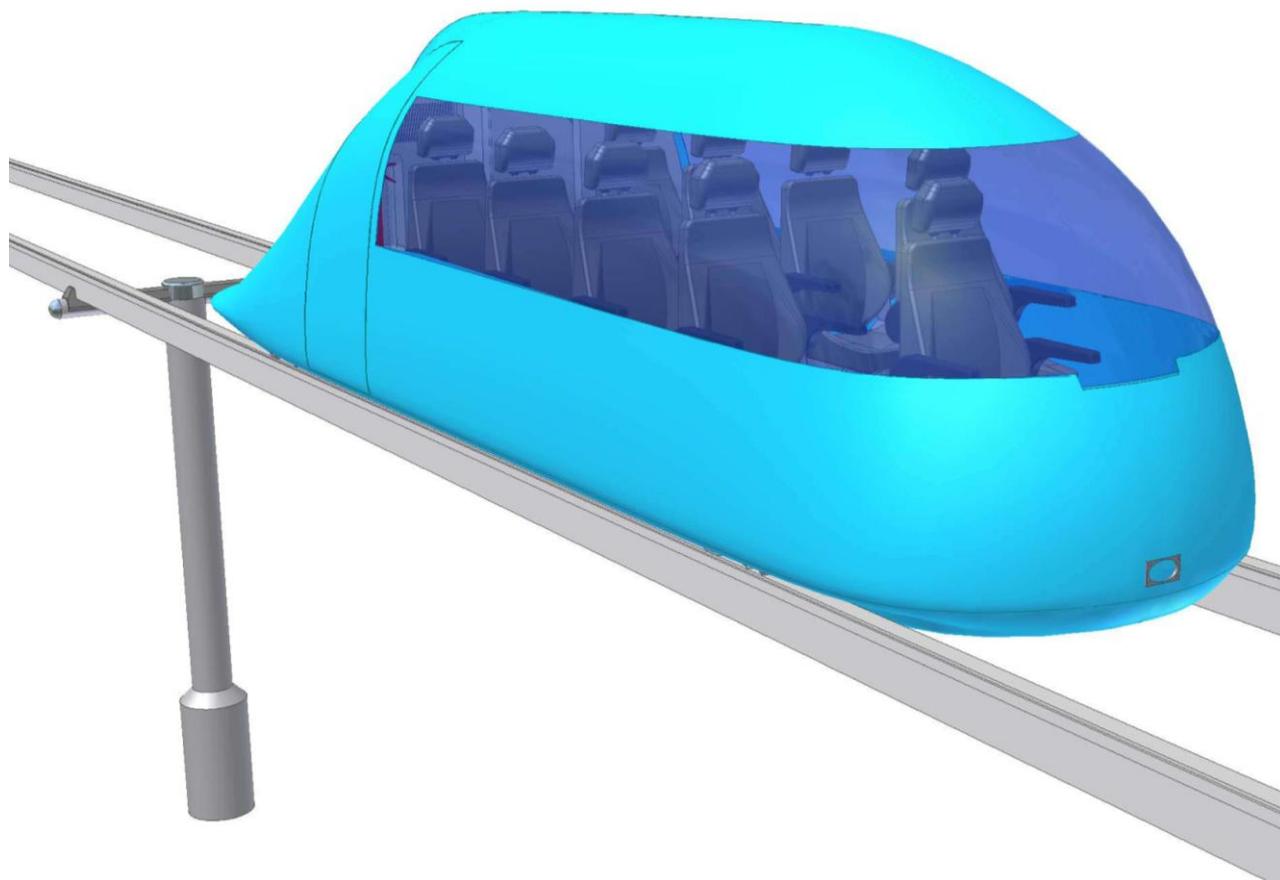


Рис. 3.12. Средний высокоскоростной юнибус Ю-321

Основные технические характеристики среднего высокоскоростного юнибуса Ю-321

Назначение	междугородный пассажирский
Колесная формула	4×2
Габаритные размеры, мм:	
- длина (со стыковочными узлами)	7750
- ширина	1850
- высота	1980
Колея, мм	1500
База, мм	4500
Масса, кг:	
- снаряженная	1600
- полная (9 пассажиров + 500 кг груза)	2800
Пассажировместимость, чел.	9
Максимальная скорость движения, км/ч	300
Санитарно-гигиенический блок	да
Климат-контроль в салоне	да
Мощность привода (дизельный двигатель с автоматической коробкой передач) при скорости 300 км/ч, кВт	145
Средний расход топлива при скорости 300 км/ч (с учетом затрат энергии на кондиционирование и освещение салона), кг:	
- в час	46,2
- на 100 км пробега	15,4
- на 100 пасс.×км	1,71



Рис. 3.13. Средний городской юнибус Ю-322

Основные технические характеристики среднего городского юнибуса Ю-322

Назначение	городской пассажирский
Колесная формула	4×4
Габаритные размеры, мм:	
- длина (со стыковочными узлами)	4200
- ширина	2100
- высота	2800
Колея, мм	1500
База, мм	2200
Масса, кг:	
- снаряженная	1300
- полная (9 пассажиров + 500 кг груза)	2475
Пассажировместимость, чел.	
- комфортная	9
- максимальная	18
Максимальная скорость движения, км/ч	105
Санитарно-гигиенический блок	нет
Климат-контроль в салоне	да
Мощность электропривода (при скорости 65 км/ч), кВт	12,5
Средний расход топлива при скорости 65 км/ч (в пересчете электроэнергии в бензин с учетом затрат энергии на кондиционирование и освещение салона), кг:	
- в час	3,9
- на 100 км пробега	6,0
- на 100 пасс.×км	0,4

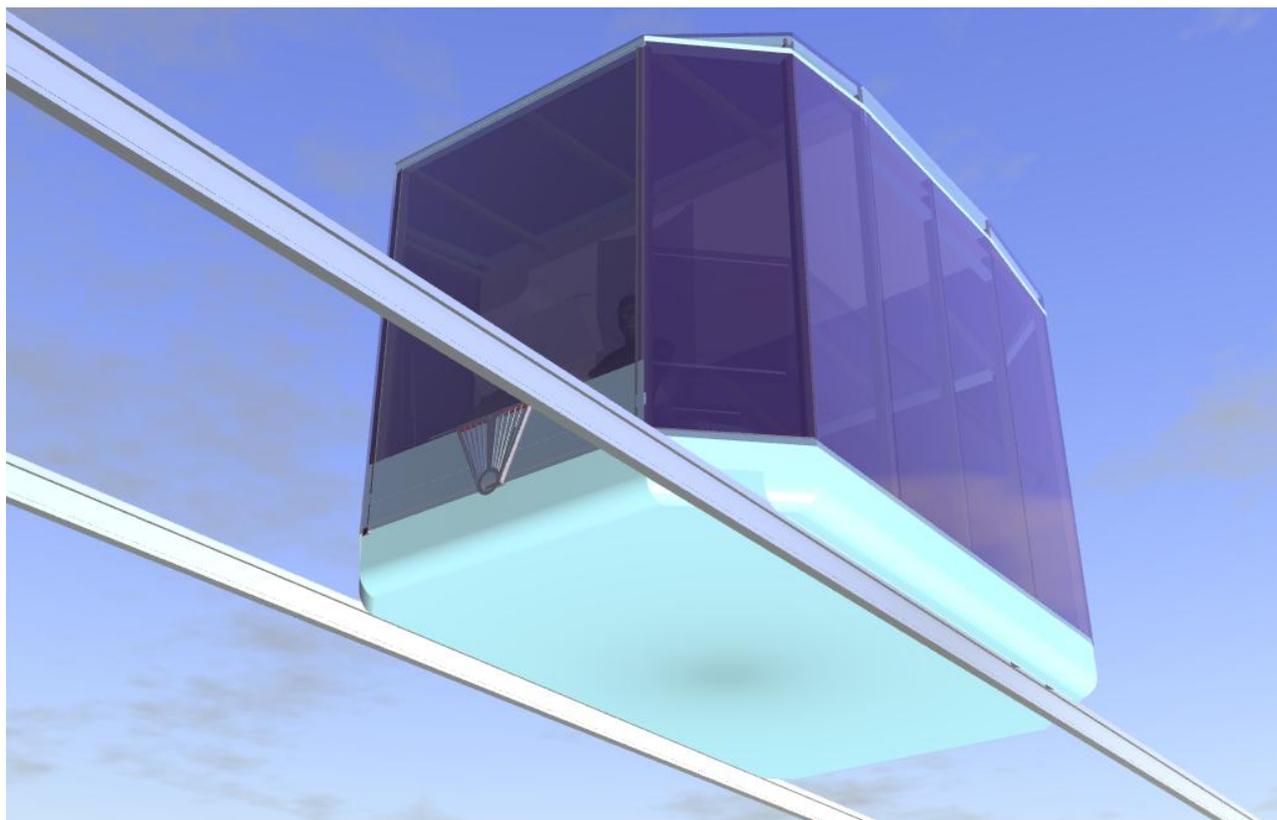


Рис. 3.14. Тяжелый городской юнибус Ю-331

Основные технические характеристики тяжелого городского юнибуса Ю-331

Назначение	городской пассажирский
Колесная формула	4×4
Габаритные размеры, мм:	
- длина (со стыковочными узлами)	4200
- ширина	2500
- высота	2800
Колея, мм	2000
База, мм	2200
Масса, кг:	
- снаряженная	2500
- полная (20 пассажиров + 500 кг груза)	4500
Пассажировместимость, чел.:	
- комфортная	20
- максимальная	30
Максимальная скорость движения, км/ч	105
Санитарно-гигиенический блок	нет
Климат-контроль в салоне	да
Мощность электропривода (при скорости 65 км/ч), кВт	16
Средний расход топлива при скорости 65 км/ч (в пересчете электроэнергии в бензин с учетом затрат энергии на кондиционирование и освещение салона), кг:	
- в час	5,3
- на 100 км пробега	8,2
- на 100 пасс.×км	0,33

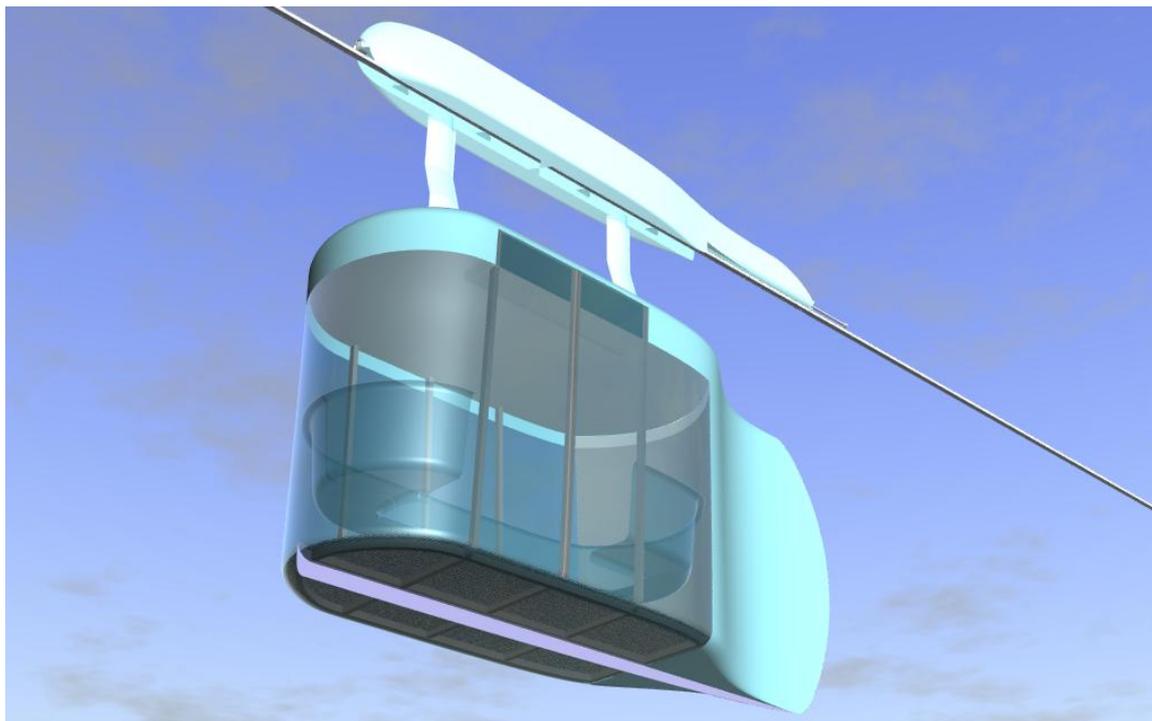


Рис. 3.15. Средний моно-юнибус Ю-371

Основные технические характеристики среднего моно-юнибуса Ю-371

Назначение	городской пассажирский
Колесная формула	4×4
Габаритные размеры, мм:	
- длина (со стыковочными узлами)	5800
- ширина	1700
- высота общая	4500
- высота подвесной кабины	2400
Масса, кг:	
- снаряженная	1600
- полная (10 пассажиров + 250 кг груза)	2600
Пассажировместимость, чел.:	
- комфортная	10
- максимальная	15
Максимальная скорость движения, км/ч:	
- для пролетов, равных 2 км	110
- для пролетов, равных 1 км	75
Санитарно-гигиенический блок	нет
Климат-контроль в салоне	да
Мощность электропривода (усредненная на пролете), кВт:	
- для пролетов, равных 2 км	5,5
- для пролетов, равных 1 км	2,2
Средний расход топлива при скорости 75 км/ч (в пересчете электроэнергии в бензин с учетом затрат энергии на кондиционирование и освещение салона), кг:	
- в час	1,2
- на 100 км пробега	1,6
- на 100 пасс.×км	0,14

3.3. Техничко-экономическое обоснование применения инновационной технологии в ХМАО—Югре

Основные технические и стоимостные данные различных типов бирельсового СТЮ и моноСТЮ, строящихся в ХМАО—Югре, приведены в табл. 3.1 и 3.2 (приведены конкурентные мировые цены в долларах США для условий России).

Юнибус в транспортной системе «второго уровня» является разновидностью автомобиля, поэтому некоторые стандарты СТЮ взяты из автомобильной промышленности, имеющей столетний опыт развития и получившей, в силу своих преимуществ, наибольшее распространение среди всех других видов транспортного машиностроения. В частности, по вместимости пассажирского юнибуса СТЮ имеет следующие аналоги среди автомобилей (колесных транспортных средств):

- 1) сверхлегкий СТЮ — мопед (мотоцикл);
- 2) легкий СТЮ — легковой автомобиль;
- 3) средний СТЮ — микроавтобус;
- 4) тяжелый СТЮ — легкий автобус;
- 5) сверхтяжелый СТЮ — тяжелый автобус, троллейбус, трамвай.

При одинаковых условиях использования — объем пассажирских и грузовых перевозок, скорость движения подвижного состава, «второй уровень» размещения путевой структуры и др. — СТЮ будет дешевле (см. табл. 3.1 и 3.2):

- автомобильных и железных дорог в эстакадном исполнении — в 10—20 раз;
- монорельсовых дорог и легкого метро — в 20—30 раз;
- поезда на магнитном подвесе и высокоскоростных железных дорог — в 30—40 раз;
- подземного метро — в 40—50 раз.

В этом сравнении учтена не только стоимость путевой структуры, как это обычно принято, но и стоимость всех остальных составляющих транспортной системы: подвижного состава, инфраструктуры и земли, изымаемой у землепользователя.

Таблица 3.1

Основные технические и стоимостные характеристики различных типов
бирельсового СТЮ при строительстве в ХМАО—Югре
(для условных двухпутных равнинных трасс длиной более 10 км,
строящихся за пределами городской застройки*)

Типы бирельсового СТЮ	Основные технические характеристики грузопассажирских СТЮ	Ориентировочная стоимость** создания пассажирских не электрифицированных трасс СТЮ в зависимости от скоростных режимов эксплуатации, млн. USD/км				
		Элемент СТЮ	до 100 км/час	до 200 км/час	до 300 км/час	до 400 км/час
 <p>Сверхлегкий</p>	Ширина колеи, м 0,5 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 2 / 0,2 Объем перевозок*** в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 20 / 2	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,3—0,4 0,05—0,10 0,05—0,10 0,4—0,6	0,4—0,6 0,1—0,15 0,1—0,15 0,6—0,9	— — — —	— — — —
 <p>Легкий</p>	Ширина колеи, м 1,0 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 5 / 0,5 Объем перевозок*** в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 50 / 5	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,4—0,6 0,1—0,15 0,1—0,15 0,6—0,9	0,6—0,9 0,1—0,2 0,1—0,2 0,8—1,3	0,9—1,2 0,2—0,3 0,2—0,3 1,3—1,8	1,2—1,5 0,3—0,4 0,3—0,4 1,8—2,3
 <p>Средний</p>	Ширина колеи, м 1,5 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 10 / 1 Объем перевозок*** в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 100 / 10	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,6—0,9 0,15—0,2 0,15—0,2 0,9—1,3	0,9—1,2 0,2—0,3 0,2—0,3 1,3—1,8	1,2—1,5 0,3—0,4 0,3—0,4 1,8—2,3	1,5—1,8 0,4—0,5 0,4—0,5 2,3—2,8
 <p>Тяжелый</p>	Ширина колеи, м 2,0 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 20 / 2 Объем перевозок*** в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 200 / 20	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,9—1,3 0,2—0,3 0,2—0,3 1,3—1,9	1,3—1,6 0,3—0,4 0,3—0,4 1,9—2,4	1,6—1,9 0,5—0,6 0,5—0,6 2,6—3,1	1,9—2,2 0,6—0,7 0,6—0,7 3,1—3,6
 <p>Сверхтяжелый</p>	Ширина колеи, м 2,5 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 50 / 5 Объем перевозок*** в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 500 / 50	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	1,4—1,8 0,3—0,4 0,4—0,5 2,1—2,7	1,8—2,2 0,4—0,5 0,5—0,6 2,7—3,3	2,2—2,6 0,5—0,6 0,6—0,7 3,3—3,9	2,6—3,0 0,7—0,8 0,7—0,8 4,0—4,6

* в условиях пересеченной местности и городской застройки, а также более короткие трассы СТЮ будут стоить на 20—50% дороже. Грузовые трассы будут дешевле пассажирских на 5—10% и более, а электрифицированные (с контактной сетью) — дороже на 15—20% и более.

** стоимость (в ценах по состоянию на 01.01.2007 г.) приведена для организации движения по СТЮ с помощью одиночных юнибусов (не более одного модуля на пролете). При объединении юнибусов в поезда (более одного модуля на пролете) стоимость СТЮ возрастет на 30—60%, при этом производительность СТЮ не возрастет, так как, в целях безопасности, придется значительно увеличить интервал движения таких поездов в сравнении с одиночными юнибусами.

***указанный в таблице объем перевозок (пассажиров и грузов) взят в размере около 10% от предельной конструкционной (провозной) способности СТЮ (из расчета не более одного юнибуса на пролете). В перспективе, при создании соответствующей системы автоматического управления движением высокоскоростного транспортного потока, указанный объем перевозок, на уже построенных трассах СТЮ, может быть увеличен примерно на порядок.

Таблица 3.2

Основные технические и стоимостные характеристики различных типов однорельсового СТЮ (моноСТЮ) при строительстве в ХМАО—Югре (для условных двухпутных равнинных трасс длиной более 10 км, строящихся за пределами городской застройки*)

Типы моноСТЮ	Основные технические характеристики грузопассажирских моноСТЮ	Ориентировочная стоимость** создания пассажирских неэлектрифицированных трасс моноСТЮ в зависимости от скоростных режимов эксплуатации, млн. USD/км			
		Элемент СТЮ	до 50 км/час	до 100 км/час	до 150 км/час
 <p>Сверхлегкий</p>	Длина пролета, м до 1000 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 2 / 0,2 Объем перевозок в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 20 / 2	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,2—0,4 0,4—0,65 0,1—0,15 0,7—1,2	0,4—0,6 0,65—0,8 0,15—0,2 1,2—1,6	0,6—0,8 0,8—1,0 0,2—0,3 1,6—2,1
 <p>Легкий</p>	Длина пролета, м до 1500 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 5 / 0,5 Объем перевозок в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 50 / 5	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,4—0,6 0,65—0,8 0,15—0,2 1,2—1,6	0,6—0,9 0,8—1,0 0,2—0,3 1,6—2,2	0,9—1,2 1,0—1,2 0,3—0,4 2,2—2,8
 <p>Средний</p>	Длина пролета, м до 2000 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 10 / 1 Объем перевозок в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 100 / 10	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,6—0,9 0,8—1,2 0,2—0,3 1,6—2,4	0,9—1,2 1,2—1,6 0,3—0,4 2,4—3,2	1,2—1,5 1,6—2,0 0,4—0,5 3,2—4,0
 <p>Тяжелый</p>	Длина пролета, м до 2500 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 20 / 2 Объем перевозок в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 200 / 20	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	0,9—1,5 1,0—1,5 0,3—0,4 2,2—3,4	1,5—2,0 1,5—2,0 0,4—0,5 3,4—4,5	2,0—2,5 2,0—2,5 0,5—0,6 4,5—5,6
 <p>Сверхтяжелый</p>	Длина пролета, м до 3000 Вместимость юнибуса: • пасс. / т до 50 / 5 Объем перевозок в сутки: • тыс. пасс. / тыс. т до 500 / 50	Путь, опоры Станции, депо Юнибусы Всего:	1,5—2,1 1,5—2,0 0,4—0,5 3,4—4,6	2,1—2,7 2,0—2,5 0,5—0,7 4,6—5,9	2,7—3,3 2,5—3,0 0,7—0,9 5,9—7,2

* в условиях пересеченной местности и городской застройки, а также более короткие трассы моноСТЮ будут стоить на 20—50% дороже. Грузовые трассы будут дешевле пассажирских на 10—30% и более, а электрифицированные (с контактной сетью) — дороже на 15—20% и более

** стоимость (в ценах по состоянию на 01.01.2007 г.) приведена для организации движения по моноСТЮ с помощью одиночных юнибусов (не более двух модулей на пролете)

3.4. Техничко-экономические показатели трудо-энерго-природосбережения при применении СТЮ в ХМАО—Югре

Благодаря более низким контактным напряжениям в паре «колесо — рельс» (10—20 кгс/мм² против 100—200 кгс/мм² на железной дороге), износ головки рельса в СТЮ будет менее интенсивным, чем на железнодорожном транспорте. Толщину головки рельса закладывают на весь срок службы СТЮ (50—100 лет) — например, для обеспечения объема перевозок 500 млн. т, достаточно толщины головки в 20—25 мм.

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

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

Эффективность применения СТЮ в ХМАО—Югре в сравнении с основными существующими наземными транспортными системами (все трассы — двухпутные, все показатели — относительные, при равнозначных условиях создания и эксплуатации систем) приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Преимущества СТЮ

Показатель	Относительный размер показателя	Обоснование преимуществ СТЮ
1. Усредненная стоимость транспортной системы (трасса*, инфраструктура** и подвижной состав***): <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p style="text-align: center;">100%</p> <p style="text-align: center;">300—500%</p> <p style="text-align: center;">150—200%</p> <p style="text-align: center;">1.000—1.500%</p> <p style="text-align: center;">1.500—2.000%</p>	<p>Стоимость СТЮ снижена благодаря: низкой материалоемкости струнной путевой структуры, опор, рельсовых автомобилей и основных элементов инфраструктуры; использованию традиционных, недорогих и недефицитных материалов и исходных сырьевых ресурсов, машиностроительных узлов и агрегатов; высокой технологичности возведения трассы, строительства инфраструктуры и изготовления рельсовых автомобилей; низкой стоимости и организации высокоэффективной работы (без пробок, с высокой скоростью безаварийного и всепогодного движения и др.) рельсовых автомобилей (это требует меньшего количества транспортных средств на единицу транспортной работы); малой площади занимаемой земли и низкому объему земляных работ.</p>
2. Усредненная себестоимость пассажирских и грузовых перевозок: <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p style="text-align: center;">100%</p> <p style="text-align: center;">300—400%</p> <p style="text-align: center;">150—200%</p> <p style="text-align: center;">500—800%</p> <p style="text-align: center;">800—1.200%</p>	<p>СТЮ имеет самую низкую себестоимость пассажирских и грузовых перевозок среди известных наземных транспортных систем, что обусловлено невысоким значением ее составных частей: 1) низкие затраты на создание транспортной системы (низкая материалоемкость путевой структуры, опор, инфраструктуры, рельсовых автомобилей при использовании недорогих материалов, узлов и агрегатов; высокая технологичность строительства и изготовления всех составных элементов; низкий объем земляных работ и невысокая площадь отчуждения земли); 2) низкие амортизационные отчисления (большой срок службы путевой структуры, опор, инфраструктуры, рельсовых автомобилей и низкая их стоимость); 3) низкие эксплуатационные издержки (малый расход топлива; высокая долговечность путевой структуры, не требующей ремонтно-восстановительных работ; всепогодность, в том числе отсутствие необходимости очищать путевую структуру зимой от снега и льда; высокая производительность рельсовых автомобилей, обусловленная высокой скоростью движения, отсутствием заторов на дороге, всепогодностью работы).</p>

* в стоимость трасс включена стоимость земли, изымаемой у землепользователя под размещение транспортной системы

** инфраструктура включает: станции, вокзалы, грузовые терминалы, депо, ремонтные мастерские, гаражи, переезды, мосты, путепроводы, развязки, заправочные станции, силовые линии электропередач, электрические подстанции и др., а также занимаемая ими земля

*** учтена средняя стоимость пассажирского и грузового подвижного состава, приходящегося на 1 км протяженности дорог (для автодорог — мотоциклы, легковые автомобили, микроавтобусы, автобусы, троллейбусы, грузовые автомобили и др.)

Показатель	Относительный размер показателя	Обоснование преимуществ СТЮ
<p>3. Площадь земли, занимаемая транспортной системой (трассой и инфраструктурой):</p> <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p>100%</p> <p>5.000—8.000%</p> <p>3.000—5.000%</p> <p>150—200%</p> <p>200—300%</p>	<p>Уменьшение площади земли, занимаемой системой, в СТЮ обеспечивается за счет: отсутствия насыпей, выемок, многоуровневых развязок; исключения мостов и путепроводов, на подходах к которым на автомобильных и железных дорогах требуется высокая и протяженная насыпь, занимающая большую площадь земли; исключения широкого сплошного полотна, требующего опирания на подушку и, соответственно, на земляную насыпь и поверхность земли; уменьшения поперечного сечения опор в сравнении, например, с монорельсом в 2—3 раза.</p>
<p>4. Объем перемещаемого грунта при строительстве трассы с инфраструктурой:</p> <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p>100%</p> <p>3.000—5.000%</p> <p>4.000—6.000%</p> <p>200—300%</p> <p>300—500%</p>	<p>Уменьшение объема перемещаемого грунта при строительстве СТЮ достигается за счет: отсутствия выемок, насыпей*; уменьшения размера и глубины залегания фундаментов опор благодаря уменьшению нагрузок на опоры в сравнении с монорельсовой дорогой; исключения сплошного ездового полотна (или рельсо-шпальной решетки в железной дороге), требующих опирания на подушку и уплотненный грунт; уменьшения поперечного сечения опор, например, в сравнении с монорельсом в 2—3 раза.</p>
<p>5. Расход топлива (электрической энергии) на единицу транспортной работы (при скорости движения подвижного состава 100 км/час):</p> <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p>100%</p> <p>300—500%</p> <p>150—200%</p> <p>200—300%</p> <p>200—300%</p>	<p>Основные причины уменьшения расхода топлива (электрической энергии) при пассажирских и грузовых перевозках в СТЮ: низкое сопротивление качению стального колеса по стальному рельсу в сравнении с резиновым колесом (в 20—30 раз); цилиндрическое опирание колеса (на железной дороге опорная поверхность колеса — конус); две реборды на каждом колесе или противосходные боковые ролики (на железной дороге — один гребень на колесе) и отсутствие колесных пар (каждое колесо имеет независимую подвеску); улучшение аэродинамики подвижного состава, в том числе за счет исключения эффекта экрана (отсутствие сплошного ездового полотна); более высокий КПД стального колеса в сравнении с электромагнитным подвешиванием; уменьшение массы подвижного состава, приходящейся на единицу груза; повышение ровности ездовой поверхности (за счет исключения температурных деформационных швов и предварительного натяжения струн и головки рельса).</p>

* объем земляных работ при строительстве современных автомобильных и железных дорог достигает 100 тыс. куб. м/км, что приводит к их удорожанию и наносит существенный ущерб окружающей Природе



Показатель	Относительный размер показателя	Обоснование преимуществ СТЮ
<p>6. Расход материалов (кроме грунта) на строительство трассы и инфраструктуры и изготовление подвижного состава:</p> <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p>100%</p> <p>2.000—3.000%</p> <p>1.000—1.500%</p> <p>1.000—1.500%</p> <p>1.500—2.000%</p>	<p>Основные причины снижения расхода материалов на создание СТЮ (снижение ресурсоемкости системы): исключение сплошного материалоемкого и дорогостоящего ездового полотна, опирающегося на подушку и насыпь (его заменили компактные, имеющие низкую материалоемкость и стоимость рельсы-струны); уменьшение материалоемкости путевой структуры за счет использования предварительно напряженных струн (благодаря этому путевая структура работает не как мостовая балка на изгиб, а как жесткая нить) без ухудшения прочности и жесткости путевой структуры; уменьшение нагрузок на опоры и их фундаменты (только 1% опор испытывает повышенную нагрузку — это анкерные опоры); уменьшение материалоемкости рельсового автомобиля (в пересчете на единицу груза) в сравнении с традиционным подвижным составом.</p>
<p>7. Суммарное загрязнение окружающей среды при строительстве и эксплуатации транспортной системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	<p>100%</p> <p>1.000—1.500%</p> <p>300—400%</p> <p>200—300%</p> <p>200—300%</p>	<p>Основные причины снижения суммарного загрязнения окружающей среды (СТЮ в сравнении с другими транспортными системами): значительное снижение расхода топлива (энергии) на перемещение пассажиров и грузов во всем диапазоне скоростей (при равнозначных внешних условиях); отсутствие износа резиновых шин и асфальта и их запаха в жаркую погоду; отсутствие пылящих, легко разрушаемых земляных насыпей и выемок, щебеночных и других подушек; исключение использования антиобледенительных солей и снегоуборочной техники зимой; отсутствие высоких электрических напряжений, больших токов и сильных переменных электромагнитных полей; низкая ресурсоемкость системы, что повышает экологическую безопасность на стадии строительства (повышается технологическая экологическая чистота за счет снижения экологической нагрузки на Природу на стадиях добычи и переработки исходного сырья и осуществлении строительномонтажных работ на площадке).</p>
<p>8. Суммарные эксплуатационные издержки (включая расход топлива, электрической энергии, затраты на ремонт и содержание пути, подвижного состава и инфраструктуры, заработную плату работников и др.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный 	<p>100%</p> <p>400—600%</p>	<p>Низкие эксплуатационные издержки в СТЮ обусловлены следующим: низкий расход топлива на единицу транспортной работы; повышенный срок службы рельса-струны, опор и рельсового автомобиля (благодаря отсутствию температурных швов и высокой ровности головки рельса-струны в СТЮ практически отсутствуют динамические ударные нагрузки от движущегося колеса); всепогодность работы подвижного состава (в проливной дождь, град, сильный туман, ураганный ветер, гололед, обильный снегопад, наводнение и др.); нет необходимости в зимнее время года очищать путевую структуру от снега и льда; при экстремальных погодных условиях (ураганный ветер, проливной дождь, наводнение, землетрясение, цунами и др.) нет необходимости</p>



Показатель	Относительный размер показателя	Обоснование преимуществ СТЮ
транспорт <ul style="list-style-type: none"> • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	200—300% 150—200% 200—300%	восстанавливать путь из-за отсутствия его разрушений; снижения объема ремонтно-восстановительных работ на трассе как за счет повышения долговечности системы, так и снижения ее материалоемкости.
9. Транспортная аварийность (с травмами и гибелью людей, домашних и диких животных): <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	100% более 10.000% 300—500% 100% 100%	Высокая устойчивость рельсового автомобиля на рельсах-струнах (благодаря противосходной системе, которой снабжено каждое колесо юнибуса, независимой подвеске каждого колеса и более устойчивой, по сравнению с железной дорогой, колее) и «второй уровень» движения, исключая столкновения с наземными транспортными средствами, людьми, домашними и дикими животными, сделают СТЮ самой безопасной транспортной системой (аварийность, с травмами и гибелью людей, будет ниже, чем на железной дороге и в авиации сегодня, т.е. примерно в 100 раз меньшей, чем на автодорогах). Отсутствие насыпей и выемок не препятствует движению грунтовых и поверхностных вод, перемещениям людей, животных, сельскохозяйственной и др. техники, что снизит аварийность и повысит безопасность системы. Отсутствие неустойчивых к механическим воздействиям насыпей повысит устойчивость транспортной системы к наводнениям, цунами, землетрясениям и др. стихийным бедствиям, а также террористическим актам (благодаря высоким запасам прочности опор, путевой структуры и труднодоступности рельса-струны, поднятой на значительную высоту).
10. Комплексное негативное воздействие на окружающую природную среду (при создании и эксплуатации трассы, инфраструктуры и подвижного состава): <ul style="list-style-type: none"> • СТЮ • автомобильный транспорт • железнодорожный транспорт • монорельсовая дорога • поезд на магнитном подвесе 	100% 1.500—2.000% 500—800% 200—300% 300—500%	Воздействие СТЮ на окружающую среду будет минимальным на всех этапах жизненного цикла, так как: коэффициент полезного действия систем подвеса подвижного состава относительно путевой структуры (т.е. стального колеса) — самый высокий из всех известных и перспективных решений (99,9%) и не будет превзойден в будущем (например, КПД электромагнитного подвешивания в поезде «Трансрапид», Германия, — 40%), поэтому рельсовый автомобиль, в совокупности с высокими аэродинамическими качествами, — самое экономичное транспортное средство из всех известных с минимальным воздействием на окружающую среду; бесстыковый рельсовый путь с ровной поверхностью катания (рабочая поверхность рельса будет шлифована для устранения микронеровностей) сделает качение колеса тихим во всем диапазоне скоростей; высокая аэродинамичность рельсовых автомобилей (лучше, чем у спортивных автомобилей в 4—5 раз, — экспериментальные данные) исключит появление аэродинамических шумов во всем диапазоне скоростей; прокладка трасс СТЮ, в отличие от других

Показатель	Относительный размер показателя	Обоснование преимуществ СТЮ
		наземных транспортных систем, не приведет к разрушению природных ландшафтов и биогеоценозов, а также значительно снизит гибель людей и животных на дорогах; низкий объем земляных работ и малая площадь отчуждения земли под СТЮ приведет к минимальному изъятию плодородной почвы, гумус в которой создавался в течение миллионов лет, из землепользования и процесса генерирования зелеными растениями кислорода, необходимого для его постоянного и непрерывного восстановления в атмосфере планеты.

Преимущества СТЮ особенно сильно выражены при использовании масштабного фактора. Например, в России к имеющимся 900 тыс. км автомобильных дорог и 90 тыс. км железных дорог (в США, соответственно, — 6,4 млн. км и 230 тыс. км) в 21-ом веке необходимо построить 3—5 млн. км новых дорог, без которых экономика этой огромной страны не будет успешной. По меньшей мере, 100 тыс. км из этих дорог должны быть высокоскоростными. Если они будут построены по российским струнным технологиям, то это даст России экономию, по сравнению с японскими высокоскоростными железными дорогами (в эстакадном исполнении, т.е. с размещением на «втором уровне»), в размере 5 триллионов USD (!). 200 тыс. юнибусов, курсирующих по этим дорогам, заменят 5 млн. легковых автомобилей и 5 тыс. высокоскоростных железнодорожных поездов, суммарная мощность двигателей которых превысит 300 млн. кВт. Мощность же парка высокоскоростных юнибусов составит всего 30 млн. кВт. Экономия мощности — 270 млн. кВт (!). А ведь мощность — это не просто цифра. Это расход энергии (топлива), это загрязнение окружающей среды и, соответственно, экология, это, наконец, ресурсы (материальные и финансовые), запасы которых имеют ограниченные размеры.

3.5. Новые потребительские свойства транспортной системы «второго уровня»

СТЮ, как транспортная система, имеет значительно более высокие потребительские свойства:



- снижение себестоимости перевозок в 1,5—2 раза в сравнении с железной дорогой и в 3—5 раз в сравнении с автомобильным транспортом;
- снижение расхода топлива (электрической энергии) на единицу транспортной работы в 1,5—2 раза в сравнении с железной дорогой и в 5—6 раз и более в сравнении с автомобильным транспортом;
- снижение загрязнения окружающей среды на единицу транспортной работы в 3—4 раза в сравнении с железной дорогой и в 10—15 раз в сравнении с автомобильным транспортом;
- снижение отчуждения земли под трассу и инфраструктуру в 30—50 раз и более в сравнении с железной дорогой и в 50—80 раз и более в сравнении с автомобильными дорогами;
- снижение эксплуатационных издержек на единицу транспортной работы в 2—3 раза в сравнении с железной дорогой и в 4—6 раз и более в сравнении с автотранспортом;
- многофункциональность: в рельсе-струне легко размещаются оптоволоконные и проводные линии связи, кабельные линии электропередач, на опорах и рельсо-струнной путевой структуре — узлы сотовой и радиорелейной связи, ветряные и солнечные электростанции и др.;
- другие преимущества — см. выше п. 3.4.

Учитывая значительные технико-экономические преимущества перед традиционными и перспективными транспортными системами, СТЮ может быть отнесен к прорывным транспортным технологиям.

3.6. Стадия и уровень разработки СТЮ

Технология строительства путевой структуры и опор, а также основные узлы и элементы СТЮ в 2001—2006 г.г. прошли успешную апробацию на однопутном испытательном полигоне, построенном в России (г. Озеры Московской области, рис. 3.16). Основные характеристики стенда: протяженность — 150 м, суммарное натяжение струн — 450 тс (при +20 °С), высота опор — до 15 м, максимальный пролет — 48 м, максимальная масса подвижной нагрузки — 15 т, относительная

жесткость наибольшего пролета под нагрузкой — 1/1500, металлоемкость путевой структуры — 120 кг/м, уклон трассы — 100 ‰. В зимнее время модифицированный грузовой автомобиль ЗИЛ-131, установленный на стальные колеса, отвечающие стандартам СТЮ, уверенно идет на подъем при толщине льда 50 мм (лед намораживали специально, т.к. он не удерживается на рельсе и после первого же прохода колеса разрушается и сбрасывается им с рельса).

На полигоне испытывались:



Рис. 3.16. Испытательный полигон
(октябрь 2001 г.)

- различные струны (витые канаты диаметром 27 мм из проволоки диаметром 3 мм и диаметром 15,2 мм из проволоки диаметром 5 мм);
- анкеровка струн;
- релаксация предварительно напряженных струн (релаксация каната К-7 диаметром 15,2 мм, расчетные напряжения в котором составляют 10400 кгс/см^2 , в течение 6 лет не зафиксирована);
- свайные, буро-инъекционные и плитные фундаменты промежуточных и анкерных опор;
- специальный высокопрочный бетон для рельса-струны;
- двухребордное стальное колесо, задемпфированное резиновой прослойкой между ободом и ступицей (показало надежность и устойчивость движения — за 5 лет эксплуатации не произошло ни одного касания ребордой головки рельса, так как штатный режим движения обеспечивает тороидальная опорная поверхность колеса);
- сцепление колеса с рельсом (минимальный коэффициент трения в паре «колесо — рельс» во время дождя и оледенения — 0,15—0,2, что позволяет проектировать высокоскоростные трассы СТЮ с затяжными уклонами до 150—200‰);
- правильность расчетов прочности и жесткости опор, путевой структуры и струн под воздействием нагрузок от подвижного состава, сезонного изменения температур, ветра, оледенения и др.

Полигон СТЮ в г. Озеры был необходим для отработки основных узлов и элементов новой системы и относится к ее первому поколению (выполнил ту же роль, что, например, и первый деревянный самолет братьев Райт в 1903 г., который показал, что новая транспортная система жизнеспособна). Далее пошла оптимизация и в настоящее время ООО «СТЮ» предлагает к реализации третье поколение рельсо-струнных дорог (аналог в авиации — цельнометаллический самолет «Боинг», предложенный рынку примерно через 30 лет после первого полета самолета братьев Райт).

Таким образом, сегодня имеются все возможности для проектирования и строительства в ХМАО—Югре недорогих, надежных, долговечных, быстровозводимых и быстро окупаемых рельсо-струнных дорог.

Рельсо-струнная путевая структура и опоры СТЮ спроектированы как транспортная эстакада в соответствии с требованиями российских нормативов (СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы»), а также основных положений мостовых норм США и стран ЕС. Поэтому, аналогично мостам, СТЮ не требует сертификации. Необходимы лишь государственная экспертиза проектной документации в соответствующих органах экспертизы и испытания при вводе каждой трассы СТЮ в эксплуатацию. Юнибусы, являющиеся разновидностью трамвая, также не требуют сертификации согласно действующему в России законодательству. Однако разработчик — ООО «СТЮ» — воспользуется правом добровольной сертификации и совместно с Научно-исследовательским институтом городского электрического транспорта Минтранса РФ, с которым заключено соответствующее соглашение, намерен сертифицировать те юнибусы, которые будут использоваться на трассах СТЮ в ХМАО—Югре.

3.7. Зависимость общетехнических показателей от трассировки СТЮ

3.7.1. Скоростные междугородные трассы

Выбор места прокладки трассы СТЮ является одним из основных критериев для определения главных технических и экономических показателей проекта. Однако необходимо отметить, что здесь будут рассмотрены лишь факторы, влияющие на



реализацию проекта не с точки зрения возможности его создания, а — выбора изначально оптимального и экономически наиболее выгодного варианта его реализации.

При проектировании трассы, соединяющей города, следует учитывать интересы всех потенциальных пользователей, находящихся в регионе строительства. Поэтому кратчайшее расстояние между этими городами может не всегда быть прямой линией, а — проходить еще и по более мелким населенным пунктам, находящимися в стороне от кратчайшего расстояния. При этом общая протяженность трассы увеличивается. Добавляются станции пересадок и могут возникнуть ответвления от основного направления. Появляются дополнительные поворотные анкерные опоры, возрастает пассажиропоток, снижается средняя скорость юнибусов на трассе и, вследствие чего, увеличивается их количество, появляются дополнительные заправочные станции или возрастает расход электроэнергии.

Важную роль при выборе трассировки играет также рельеф местности и состав грунтов, в первую очередь их несущая способность. Строительство станций, анкерных и промежуточных опор на заболоченной местности затруднительно летом и требует переноса сроков строительства на зимний период, когда по мерзлому грунту можно подвести строительные механизмы и технику. Это касается также рек и озер, где весной возможен ледоход и разлив. Чтобы упростить и удешевить строительство на таких участках трассы, можно увеличить расстояние между поддерживающими опорами или обойти эти места стороной.

Высотные отметки местности, глубокие и широкие овраги, судоходные реки, также влияют на конфигурацию трассы. При этом следует отметить, что самое экономичное, комфортное и безопасное движение высокоскоростного юнибуса по трассе — прямая горизонтальная линия. Любое отклонение от прямой линии при высокой скорости движения требует дополнительных энергетических затрат и приводит к появлению боковых и вертикальных ускорений в салоне транспортного средства. Поэтому при прокладке трассы СТЮ необходимо делать больше прямых горизонтальных участков.

Для этого устанавливают для выравнивания пути по горизонтали различные по высоте промежуточные и анкерные опоры; изменяют расстояние (шаг) между



опорами, чтобы пропустить между ними очень глубокие места и дополнительно ставят на месте пропуска опор поддерживающие ферменные конструкции для обеспечения ровности и жесткости пути. Поэтому необходимо либо вносить эти конструкторские изменения, которые в большинстве случаев увеличивают стоимость СТЮ, либо, по возможности, следует избегать при трассировке сильно пересеченных участков местности.

Изменение направления трассы СТЮ может быть также вызвано несогласием или предъявлением завышенных требований частных лиц, руководителей населенных пунктов или фермерских хозяйств, владеющих землей, по которой наиболее целесообразна прокладка трассы «второго уровня».

Схема организации движения по трассе СТЮ также влияет на прокладку пути. Двухпутная трасса по одному ряду опор, или два пути, каждый из которых проходит по своему ряду поддерживающих опор, дают различные возможности для маневрирования на пересеченной местности и для выбора более выгодного маршрута. Для прохождения неудобных участков, можно развести два пути по отдельным рядам поддерживающих опор и даже провести их на различном расстоянии и на различной высоте относительно друг друга.

В отдельных случаях, для присоединения небольших поселков к основной трассе, целесообразно создавать ответвления от основной при помощи создания однопутной трассы с челночным порядком движения подвижного состава (по типу паромной переправы). Многообразие разработанных вариантов организации движения позволяет выбрать оптимальный вариант или скомбинировать несколько вариантов в одном проекте.

Из выше сказанного следует, что прокладка маршрута трассы является важной составляющей, влияющей на технические и экономические показатели проекта. Каждый участок маршрута междугородней трассы СТЮ должен быть серьезно проанализирован и обоснован.

Общий вид вариантов скоростных междугородных трасс бирельсового СТЮ, проходящего по территории Ханты-Мансийского автономного округа—Югры, показан на рис. 3.17 и 3.18.



Рис. 3.17. Высокоскоростная междугородная трасса двухпутного бирельсового СТЮ колеи 1,5 м



Рис. 3.18. Высокоскоростная междугородная трасса двухпутного бирельсового СТЮ колеи 1,5 м

3.7.2. Городские грузопассажирские трассы СТЮ

На выбор места прокладки трассы СТЮ в городских условиях влияют те же основные факторы, что и для междугородных трасс. Особенно в тех случаях, когда трасса должна пройти по уже застроенным территориям. Для этих участков желательно использовать широкие прямые проспекты или улицы, пустыри, технические зоны с низкой застройкой. Следует учитывать, что любое изменение маршрута от прямой линии требует установки анкерной поворотной опоры.

Высотные отметки (крутые подъемы и спуски, высокие строения, узкие кривые улицы) также требуют изменения направления трассы. При этом также применяется установка дополнительных промежуточных опор, специальных ферменных конструкций, установка опор разной высоты. Используется различная организация движения, примыкание к существующим зданиям, при возможности — проход сквозь здания (по типу туннеля) и т.д., а именно — используется вариант, наиболее целесообразный в каждом конкретном случае.

Общий вид вариантов городских грузопассажирских трасс двухпутного бирельсового СТЮ колеей 1,5 м, на примере г. Ханты-Мансийска, показан на рис. 3.19 и 3.20.



Рис. 3.19. Вариант городской грузопассажирской трассы бирельсового СТЮ в г. Ханты-Мансийске



Рис. 3.20. Вариант городской грузопассажирской трассы бирельсового СТЮ в г. Ханты-Мансийске

3.7.3. Городские грузопассажирские трассы моноСТЮ

Трассы моноСТЮ менее прихотливы, чем бирельсового СТЮ, к рельефу местности и высотности существующей застройки. Для снижения стоимости моноСТЮ при прокладке трассы желательно до минимума снижать высоту опор и уменьшать расстояние между ними, использовать естественные овраги и впадины, возвышенности, высотные промышленные здания для примыкания к ним.

Из всех типов трасс СТЮ данный тип больше всего подходит для организации грузопассажирских перевозок в городских условиях. Этот тип транспорта удобно располагать в существующей городской застройке. Станции могут быть расположены на расстоянии от 500—800 м до 2—5 км друг от друга. Расстояния выбираются из необходимости места расположения станций для организации требуемых грузопассажирских перевозок. С увеличением однопролетного расстояния между

станциями пропорционально увеличивается и высота анкерных опор и, соответственно, высота размещения станций «второго уровня». Снижения высоты можно добиться установкой между станциями специальных поддерживающих опор. Опоры можно устанавливать на расстоянии от 100—200 м до 500—800 м, что существенно улучшает общетехнические и экономические показатели моноСТЮ.

Другой метод улучшения экономических показателей — это совмещение станций моноСТЮ с торговыми, жилыми и многофункциональными многоэтажными комплексами. Привязка станций моноСТЮ к готовым проектам позволяет использовать уже запроектированные несущие конструкции, эскалаторы, лифты, лестничные марши, технические этажи и т.п. Учитывая компактность промежуточных станций моноСТЮ (порядка 100 м²) и их малое влияние на несущие конструкции и фундаменты зданий, их себестоимость будет практически равна стоимости выделяемых в этих зданиях помещений.

Общий вид вариантов городских грузопассажирских трасс моноСТЮ в г. Ханты-Мансийске показан на рис. 3.21 и 3.22.



Рис. 3.21. Вариант городской грузопассажирской трассы моноСТЮ в г. Ханты-Мансийске

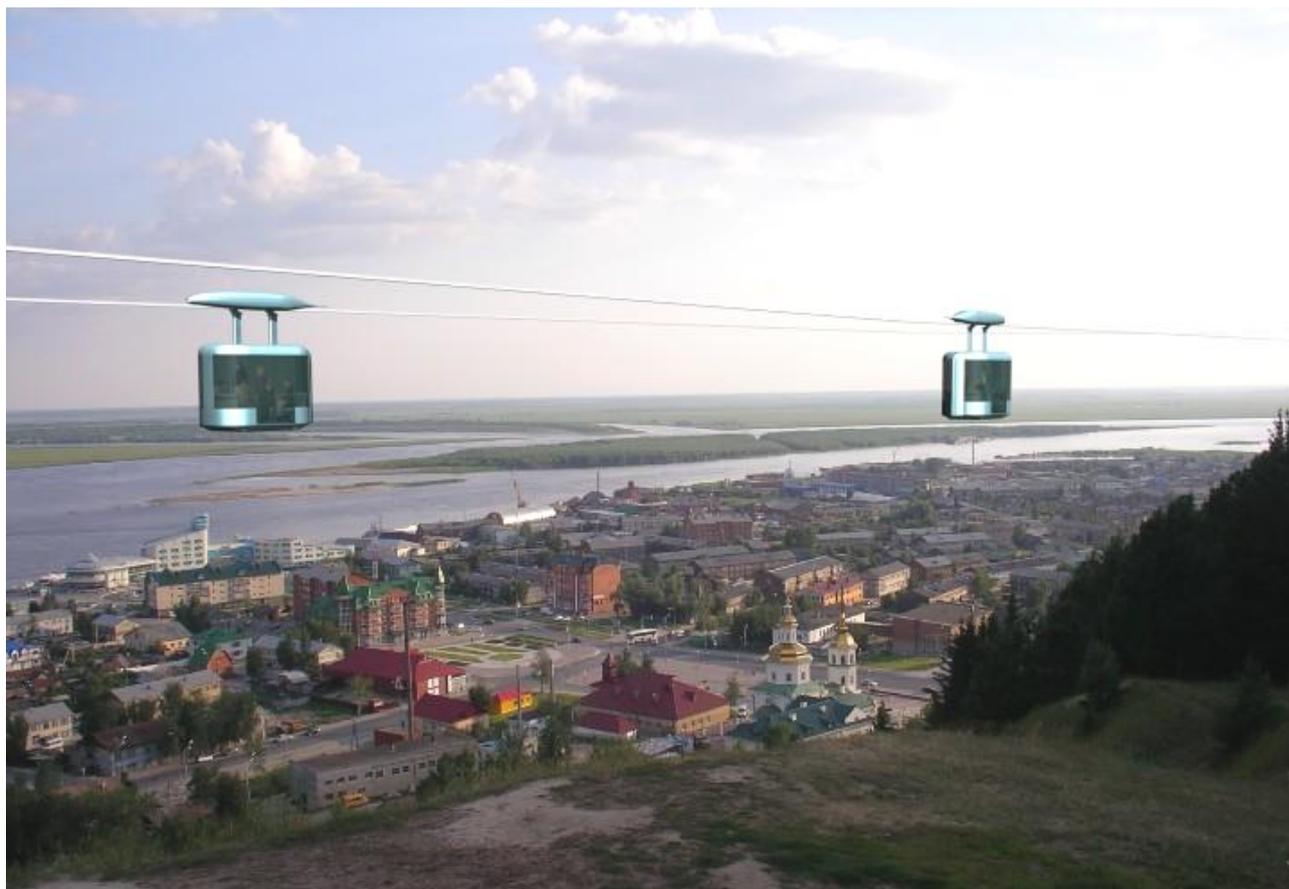


Рис. 3.22. Вариант городской грузопассажирской трассы моноСТЮ в г. Ханты-Мансийске

3.7.4. Грузовые трассы бирельсового СТЮ

При прокладке специальных грузовых трасс следует придерживаться тех же принципов, что и при прокладке других трасс СТЮ. При этом не следует забывать, что грузовые трассы автоматизированы и требуют на конечных пунктах установки специализированных погрузочно-разгрузочных или переагрузочных терминалов. Для них необходимо выделять определенные территории.

Установка специальных терминалов — вынужденная мера на данном этапе внедрения СТЮ. Сложный технологический процесс существующих грузовых перевозок вынудил разработать целый комплекс своих стандартов, приспособленных под неоптимальные существующие стандарты. В настоящее время перевозчики уже не способны эффективно справляться с существующими транспортными нагрузками, поэтому СТЮ необходимо вклинивать в уже существующие технологические процессы, приспособивать их к современным транспортным технологиям. С развитием сети транспортных систем СТЮ, когда все грузы будут доставляться от

добывающего сырья предприятия до потребителя конечной продукции только транспортом СТЮ, необходимость в строительстве перегрузочных терминалов полностью отпадет.

Варианты грузовых трасс бирельсового СТЮ в ХМАО—Югре, подвижной состав которых создан на базе выпускаемых промышленностью традиционных грузовых автомобилей и прицепов к ним, показаны на рис. 3.23 и 3.24.

3.7.5. Грузовые трассы моноСТЮ

Уникальной разработкой для перевозки различных типов грузов являются грузовые трассы моноСТЮ. Полностью автоматизированная подвесная трасса, не зависящая от рельефа местности, со специальными самоходными транспортными модулями, высокой скоростью перемещения и малым временем погрузки-разгрузки, практически не имеет конкурентов по производительности для малых (1—10 км), средних (10—50 км) и больших (свыше 50 км) расстояний (см. выше рис. 1.18).

Варианты грузовых трасс моноСТЮ в ХМАО—Югре для перевозки леса и контейнерных грузов показаны на рис. 3.25 и 3.26.



Рис. 3.23. Вариант грузовой трассы бирельсового СТЮ для перевозки леса



Рис. 3.24. Вариант грузовой трассы бирельсового СТЮ для перевозки сыпучих материалов

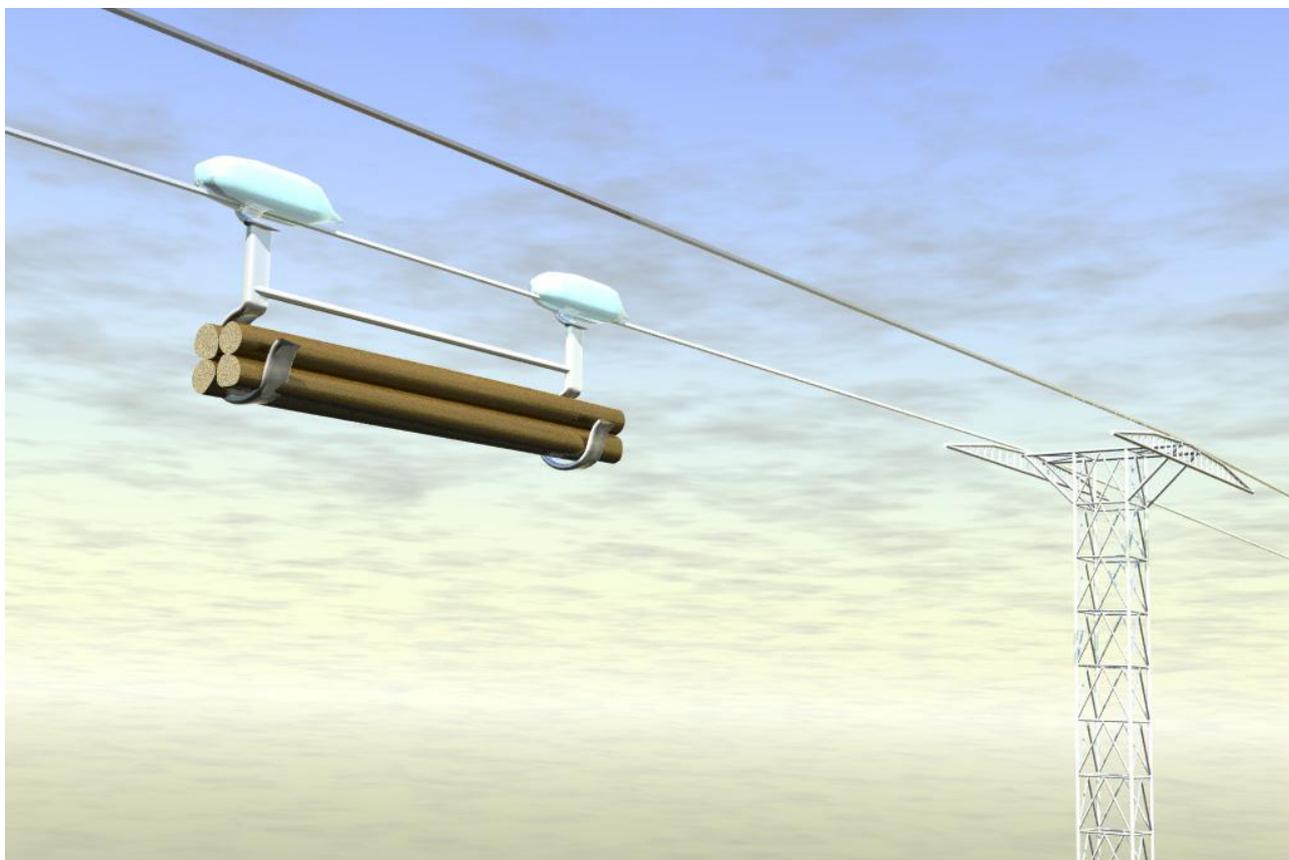


Рис. 3.25. Грузовая трасса моноСТЮ для перевозки леса

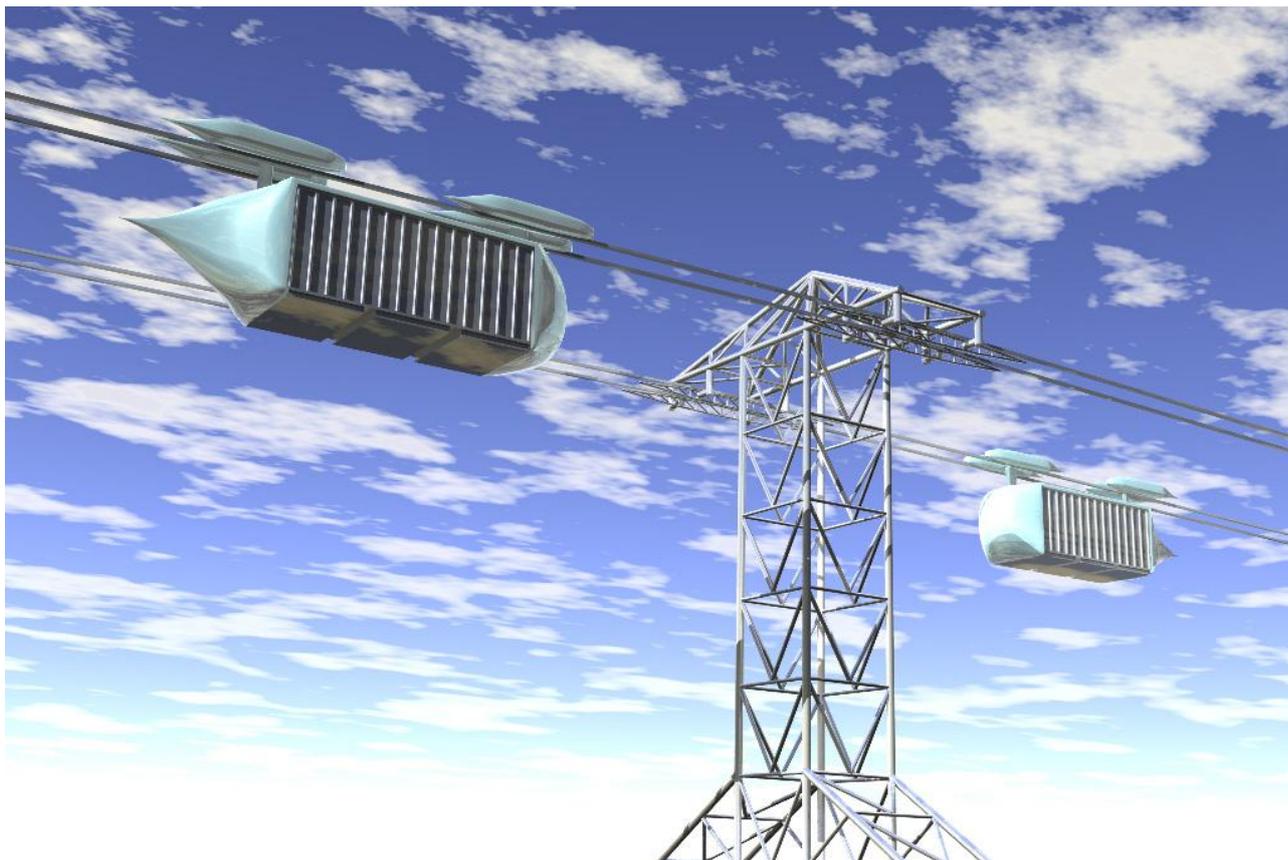


Рис. 3.26. Грузовая трасса моноСТЮ для перевозки контейнерных грузов

3.8. Влияние пассажиропотока и грузопотока на оснащение трассы юнибусами, грузовыми терминалами и станциями

Развитие городов, большая потребность населения в качественной транспортной услуге, необходимость быстрого передвижения населения на большие расстояния, требуют постоянного развития городского и междугороднего транспорта. При исследовании пассажиропотоков проектируемой трассы следует прогнозировать перспективы ее развития. Для этого необходимо учесть возможность продления уже построенной трассы и ее разветвления.

Увеличение количества перевозимых пассажиров и грузов потребует от проекта предварительного анализа и проработки возможности:

- расширения обслуживающих ремонтных сервисных депо;
- установки дополнительных станций и грузовых терминалов;
- увеличения на трассе количества юнибусов;

- организации подвоза дополнительного топлива или подвода электроэнергии.

Транспортная система проектируется на долгий срок безремонтной эксплуатации — 50—100 лет. Поэтому прогнозирование должно быть долгосрочным. В противном случае неудачный прогноз может привести к необходимости реконструкции станций, невозможности расширения сервисных депо и терминалов или размещения новых.

Решению возникающих проблем помогает правильный выбор разработанных ООО «СТЮ» транспортных модулей по грузо- и пассажироместимости и скоростям движения, а также правильный подсчет максимальной производительности транспортной линии.

Следует учитывать, что транспортные модули разных типов имеют различные стандарты по колее, колесной базе, минимальным радиусам поворота и т.д., и в дальнейшем стремление перевести маршрут на другой тип юнибусов будет равносильно строительству новой трассы.

3.9. Оснащение трасс сервисными депо и стандартизованными элементами

Протяженность транспортных линий СТЮ, введение новых линий и их объединение с ранее построенными линиями, потребуют увеличения общего транспортного парка и как следствие — дополнительного сервисного обслуживания.

В проект следует вводить необходимое количество стрелочных переводов и разворотных кругов, сервисных депо, исходя не из сиюминутной достаточности, а с возможностью достижения этой линией в дальнейшем максимальной производительности.

Отсутствие в нужных количествах сервисных депо, заправочных станций и стрелочных переводов могут привести к снижению уровня обслуживания и появлению перебоев в работе.



3.10. Издержки при эксплуатации трасс СТЮ

Определяющими затратами при эксплуатации трасс СТЮ является вид и количество потребляемой энергии. Это вытекает из следующего:

- рельсо-струнный путь закладывается на 50—100 лет эксплуатации в соответствии с мостовыми международными нормами строительства, а издержки по его содержанию и эксплуатации будут сводиться, в основном, только к визуальному осмотру рельсо-струнной путевой структуры и восстановлению наружного покрытия, защищающего рельсы-струны от коррозии (при условии использования, по желанию заказчика, более дешевых материалов при строительстве, которым необходимы дополнительные меры антикоррозийной защиты, например, окраска);
- юнибусы при правильном сервисном обслуживании обеспечат бесперебойную работу в течение 20—25 лет (т.е. до момента технического устаревания);
- компактные здания станций и инфраструктуры имеют, в сравнении с другими видами транспорта, очень небольшие площади, поэтому требуют минимальных затрат на их содержание.

Таким образом, основным затратным фактором в СТЮ станет энергопотребление транспортной линии. Для различных регионов, где будут построены трассы СТЮ, будут выгодны различные виды топлива (энергии), потребляемые юнибусами.

В городских условиях целесообразнее всего применять электроэнергию. Если затраты на автономное электропитание (аккумуляторы, накопители энергии и др.) будут высокими, то СТЮ целесообразнее будет подключить к общей городской электрической сети. Возможен также вариант, когда маршрут обеспечивается электроэнергией сетью автономных подстанций (дизель-генераторами малой мощности, по 10—20 кВт каждый), установленных на остановочных пунктах.

В условиях междугородних перевозок, во избежание значительных потерь передачи электроэнергии на большие расстояния (более 100 км), целесообразнее использовать юнибусы с двигателями, работающими на дизельном, био-дизельном



или другом альтернативном, экологически чистом топливе. При этом затраты по топливу будут сведены к минимуму т.к. станции на трассе, которые располагаются на больших расстояниях друг от друга, будут использовать автономные дизель-генераторы малой мощности, а юнибусы в данном случае не нуждаются в сетевой электроэнергии.

Заправочные топливом станции могут располагаться на больших расстояниях (500 км и более), поэтому их количество будет незначительным. Кроме этого по маршруту могут быть организованы дополнительные (аварийные) заправочные пункты, которые будут иметь небольшой, экстренный запас горючего.

Строительство дополнительных электроподстанций, электростанций или передающих линий электропередач в СТЮ экономически не выгодно, если развитие таких электросетей, совмещенных с СТЮ, не приведет дополнительно к улучшению социальной и экономической составляющей развития районов, прилегающих к транспортной инфраструктуре.

3.11. Технологические приемы монтажа трассы и их влияние на сроки строительства

ООО «СТЮ» использует технологический опыт дорожного строительства, где используется дорожные отряды для поточного строительства. Сформированные отряды, выполняя отдельные технологические операции (например: первый отряд устанавливает фундаменты опор, второй — устанавливает промежуточные опоры, третий — анкерные опоры и т.д.), идут друг за другом до завершения строительства. При этом, в зависимости от протяженности трассы, количества строительных отрядов и наличия технологического оборудования и оснастки, можно довести скорость поточного строительства СТЮ до 0,5—1 километра в сутки.

Одно из основных преимуществ строительства транспорта «второго уровня» заключается в том, что большую часть времени монтаж будет происходить на «втором уровне», не препятствуя работе других служб, существующему транспорту и т.д.

Организация изготовления типовых железобетонных элементов опор СТЮ на местных заводах ЖБИ, по технологической документации и на оснастке ООО



«СТЮ», сократит работы по монтажу элементов «первого уровня» транспортной системы.

Снижение высоты прохождения трассы сократит расходы на материалы, сроки возведения анкерных и промежуточных опор, а также стоимость работ монтажников-высотников.

4. Охрана окружающей среды

При проектировании транспортных коммуникаций, а также отдельных транспортных сооружений, предусматриваются мероприятия, обеспечивающие минимальное воздействие проектируемых объектов на окружающую природную среду при их строительстве и эксплуатации.

Проектные решения по охране окружающей среды принимаются на основании территориальных комплексных схем охраны природы и данных экологических изысканий на местах строительства.

Загрязнения атмосферного воздуха, воды в водоемах санитарно-бытового пользования, а также уровень шума и вибрации в местах размещения объектов и средств транспорта в СТЮ не превышают предельных значений санитарных норм с учетом величин выбросов и загрязнений от производственных нетранспортных объектов.

Природоохранные мероприятия на промышленном транспорте во всех случаях проектируются с учетом фактического состояния окружающей среды (степени загрязнения атмосферного воздуха и водоемов, уровня шума и т.д.).

На стадиях проектирования производится оценка его воздействия на окружающую среду (ОВОС) с определением характера и степени опасности потенциального влияния проектируемых объектов на природную среду как в условиях стабильной эксплуатации при расчетных параметрах и показателях, так и в экстремальных условиях (значительное превышение расчетной интенсивности движения) или в случае аварии (разрушение в результате стихийного бедствия и т.д.).

Порядок выполнения и состав материалов по ОВОС в проектах отвечает требованиям соответствующих нормативных документов органа исполнительной власти по охране окружающей среды.

При эколого-экономической оценке рассматриваемых вариантов учитываются:

- полные затраты на осуществление мероприятий по охране окружающей среды с учетом всех выявленных последствий;



- дополнительные затраты в зависимости от целей проектирования и условий эксплуатации проектируемых объектов СТЮ (хозрасчетные выгоды, компенсационные выплаты, затраты на ликвидацию или смягчение отдельных отрицательных последствий и т.д.);
- затраты по общей эколого-экономической оценке, определяемые в стоимостной форме.

Кроме того, учитываются результаты оценки факторов, не нашедших стоимостного выражения (которые принимаются в натуральном исчислении или соответствующим образом комментируются).

Предусматриваемые природоохранные мероприятия обеспечивают:

- сохранение природных ландшафтов, заповедников, санаторно-курортных зон, памятников природы и культуры;
- максимальную экономию площади сельскохозяйственных земель и лесных угодий, отводимых для размещения проектируемых объектов СТЮ;
- предотвращение загрязнения водных бассейнов и подземных вод жидкими и твердыми отходами;
- устранение вредного влияния на окружающую среду пыления грузов при транспортировании, погрузке и выгрузке;
- максимально возможную защиту атмосферного воздуха от отработавших газов и дыма;
- защиту жилых районов, животноводческих хозяйств и мест обитания диких животных от шума, создаваемого транспортными средствами.

Шумовыми характеристиками потоков транспорта СТЮ являются эквивалентные уровни звука $\Delta L_{A, экв}$ в дБА на расстоянии 7,5 м от оси колеи, ближней расчетной точке и находятся в интервале 60—65 дБА (железнодорожная — от 72 до 90), т.е. в СТЮ уровень шума будет на 12—25 децибел ниже, чем на железной дороге.

Возможны дополнительные меры снижения шума. Например, при посадке полос зеленых насаждений с плотным примыканием крон деревьев между собой и заполнением пространства под кронами до поверхности земли кустарником, шумовая характеристика снижается на 10—12 дБА.



Площадь земель, занимаемых под сооружения транспорта «второго уровня», будет меньше самых минимальных Норм отвода земель для строительства традиционных транспортных линий и сооружений.

Земельные участки, временно занимаемые на период строительства объектов СТЮ, после их завершения, приводятся в состояние, пригодное для сельскохозяйственного, лесохозяйственного или водохозяйственного пользования.

Предусматриваемые в проектах решения полностью удовлетворяют требованиям действующих основ законодательства об охране земель, недр, водных ресурсов, атмосферного воздуха, растительного и животного мира, а также действующих постановлений, положений, правил, инструкций и методических указаний, утвержденных в установленном порядке законодательными органами.



5. Нормативная и справочная литература

- 5.1. СНиП 2.05.07-91 «Промышленный транспорт».
- 5.2. СНиП II-12-77 «Защита от шума».
- 5.3. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».
- 5.4. ГОСТ 18105-86 «Бетоны. Правила контроля прочности»
- 5.5. ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия»
- 5.6. ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия»
- 5.7. СНиП III-41-76 «Контактная сеть».
- 5.8. Инструкция ВСН 12-82 по приемке строительных и монтажных работ при электрификации дорог.
- 5.9. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».
- 5.10. СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».
- 5.11. СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы».
- 5.12. СНиП II-23-81 «Стальные конструкции».
- 5.13. Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Гл. редактор Н.С. Конарев. — М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 1994. — 559 с.
- 5.14. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе. — Гомель: Инфотрибо, 1995. — 337 с.: ил.