



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 181 328** (13) **C1**  
(51) МПК<sup>7</sup> **B 61 B 13/04, 5/00, E 01 C 1/00**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2001127504/28**, 11.10.2001

(24) Дата начала действия патента: **11.10.2001**

(46) Опубликовано: **20.04.2002**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2104363 C1**, 10.02.1998. **RU 2152482 C1**, 10.07.2000. **RU 2145557 C1**, 20.02.2000. **RU 2013257 C1**, 30.05.1994.

Адрес для переписки:  
**103055, Москва, ул. Тихвинская, 18/5,  
кв.110, П.Б.Пилипенко**

(71) Заявитель(и):

**Лужков Юрий Михайлович,  
Соломонов Юрий Семенович,  
Никольский Борис Васильевич,  
Беляев Александр Васильевич,  
Дорофеев Александр Алексеевич,  
Краснов Игорь Владимирович,  
Андрюшин Виктор Иванович,  
Соломонов Михаил Юрьевич,  
Митрофанов Игорь Викторович,  
Пилипенко Петр Борисович,  
Полунин Вячеслав Дмитриевич,  
Нефедов Александр Николаевич**

(72) Автор(ы):

**Лужков Ю.М.,  
Соломонов Ю.С.,  
Никольский Б.В.,  
Беляев А.В.,  
Дорофеев А.А.,  
Краснов И.В.,  
Андрюшин В.И.,  
Соломонов М.Ю.,  
Митрофанов И.В.,  
Пилипенко П.Б.,  
Полунин В.Д.,  
Нефедов А.Н.**

(73) Патентообладатель(ли):

**Лужков Юрий Михайлович,  
Соломонов Юрий Семенович,  
Никольский Борис Васильевич,  
Беляев Александр Васильевич,  
Дорофеев Александр Алексеевич,  
Краснов Игорь Владимирович,  
Андрюшин Виктор Иванович,  
Соломонов Михаил Юрьевич,  
Митрофанов Игорь Викторович,  
Пилипенко Петр Борисович,  
Полунин Вячеслав Дмитриевич,  
Нефедов Александр Николаевич**

## (54) ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС МЕГАПОЛИСА

(57) Реферат:

Изобретение относится к транспортным комплексам крупных городов, охватывающим подземный и наземный виды пассажирского транспорта. Комплекс содержит метрополитен, автобусные, троллейбусные и трамвайные

средства сообщения, электрифицированную железную дорогу, а также внеуличную монорельсовую транспортную систему. Последняя имеет электродепо и эстакадную путевую структуру с ходовой балкой, подвижным составом, стрелочными переводами и эстакадой, проходящей

через районы мегаполиса со сложившейся структурой. Электродепо совмещено с трамвайным парком и выполнено на разных с ним уровнях. Путь структура монорельсовой транспортной системы расположена вне кольцевых путей метрополитена и между его диаметральных линиями, ее станции сопряжены пересадочными узлами со станциями диаметральных линий метрополитена, а одна из них - со станцией городской электрифицированной железной дороги. Стрелочные переводы установлены в концах трассы или в непосредственной близости от депо, а также там, где необходим перевод электроподвижного состава с одной пассажирской линии на другую, или на запасную ветку, или в электродепо. Комплекс характеризуется повышенной эффективностью, обусловленной

оптимизацией характеристик монорельсовой транспортной системы. 24 з.п. ф-лы, 3 табл., 6 ил.



RU 2181328 C1

RU 2181328 C1



RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 181 328** (13) **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **B 61 B 13/04, 5/00, E 01 C 1/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2001127504/28, 11.10.2001**

(24) Effective date for property rights: **11.10.2001**

(46) Date of publication: **20.04.2002**

Mail address:

**103055, Moskva, ul. Tikhvinskaja, 18/5,  
kv.110, P.B.Pilipenko**

(71) Applicant(s):

**Luzhkov Jurij Mikhajlovich,  
Solomonov Jurij Semenovich,  
Nicol'skij Boris Vasil'evich,  
Beljaev Aleksandr Vasil'evich,  
Dorofeev Aleksandr Alekseevich,  
Krasnov Igor' Vladimirovich,  
Andrjushin Viktor Ivanovich,  
Solomonov Mikhail Jur'evich,  
Mitrofanov Igor' Viktorovich,  
Pilipenko Petr Borisovich,  
Polunin Vjacheslav Dmitrievich,  
Nefedov Aleksandr Nikolaevich**

(72) Inventor(s):

**Luzhkov Ju.M.,  
Solomonov Ju.S.,  
Nicol'skij B.V.,  
Beljaev A.V.,  
Dorofeev A.A.,  
Krasnov I.V.,  
Andrjushin V.I.,  
Solomonov M.Ju.,  
Mitrofanov I.V.,  
Pilipenko P.B.,  
Polunin V.D.,  
Nefedov A.N.**

(73) Proprietor(s):

**Luzhkov Jurij Mikhajlovich,  
Solomonov Jurij Semenovich,  
Nicol'skij Boris Vasil'evich,  
Beljaev Aleksandr Vasil'evich,  
Dorofeev Aleksandr Alekseevich,  
Krasnov Igor' Vladimirovich,  
Andrjushin Viktor Ivanovich,  
Solomonov Mikhail Jur'evich,  
Mitrofanov Igor' Viktorovich,  
Pilipenko Petr Borisovich,  
Polunin Vjacheslav Dmitrievich,  
Nefedov Aleksandr Nikolaevich**

**RU 2 181 328 C1**

**RU 2 181 328 C1**

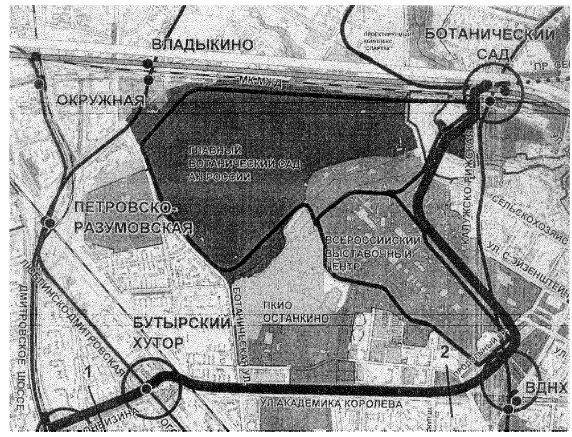
(54) **MEGA POLIS TRANSPORT COMPLEX**

(57) Abstract:

FIELD: transport systems of big cities.  
SUBSTANCE: invention relates to transport complexes of large cities and it includes underground and surface types of passenger transport. Complex includes underground, bus,

trolley-bus and street car lines, electrified railway and off-street monorail transport system. The latter has electric depot and overhead track system with running beam, vehicles, switches and overhead road passing through regions of mega polis with established structure. Electric depot

is combined with street-car yard being made at different levels with the yard. Track structure of monorail transport system is located off the tracks of underground circle lines and between its diametric lines, its stations being coupled with stations of diametric lines of underground system by interchange junctions, and one of them is connected with station of city electrified railway. Switches are installed at ends of routes or close to depot and in places when electric train should be transferred from one passenger line to the other or secondary branch or to electric depot. EFFECT: improved efficiency provided by optimization of characteristics of monorail transport system. 25 cl, 6 dwg



RU 2181328 C1

RU 2181328 C1

Изобретение относится к транспортным комплексам крупных городов-мегаполисов, охватывающим подземный и наземный виды городского пассажирского транспорта с метро, автобусами, троллейбусами, трамваями и железными дорогами.

Известны решения задач, возникающих при реализации транспортного комплекса мегаполиса в условиях тесной городской застройки. К примеру, на участках  
5 внутригородской кольцевой транспортной магистрали мегаполиса, включающих автодорожный тоннель, связанный наземным участком по крайней мере с одним пересечением кольцевой магистрали с радиальной магистралью, тоннель может быть  
10 расположен по оси кольцевой магистрали и выполнен по длине с двумя криволинейными в плане участками, обращенными выпуклой частью в противоположные стороны, а также с размещенным между ними средним и концевыми прямолинейными участками, при этом пересечение кольцевой и радиальной магистралей может быть выполнено в виде  
15 расположенной по оси кольцевой магистрали эстакады, проезжая часть которой сопряжена посредством проезжей части наземного участка с проезжей частью ramпы тоннеля (RU 2152482 C1, 10.07.2000).

Однако в данном случае имеет место преодоление лишь отдельных проблем по сокращению трудовых и материальных затрат и объемов земляных работ при возведении тех или иных участков внутригородской кольцевой транспортной магистрали, обеспечению на них высокой пропускной способности и безопасности движения.

Комплексное решение транспортной проблемы в мегаполисе возможно за счет создания  
20 внеуличных видов пассажирского транспорта, а именно монорельсовой транспортной системы, в которой подвижной состав перемещается по эстакаде с ходовой балкой, установленной на опорах на некотором расстоянии над землей.

Наиболее близким к предложенному является транспортный комплекс мегаполиса,  
25 содержащий обеспечивающие пассажирские перевозки метрополитен с кольцевой и диаметральными линиями, автобусные, троллейбусные и трамвайные средства сообщения, городские участки электрифицированной железной дороги с путевыми структурами и подвижным составом, а также внеуличную монорельсовую транспортную систему, имеющую электродепо и эстакадную путевую структуру с ходовой балкой на  
30 опорах, перемещающимся по балке подвижным составом, стрелочными переводами и эстакадой, проходящей через районы мегаполиса со сложившейся структурой, в том числе и через железнодорожные пути городских участков электрифицированной железной дороги, транспортные автомобильные магистрали, неудобья и парковые зоны (RU 2104363 C1, 10.02.1998).

Однако в известном техническом решении основное внимание уделено разгрузке  
35 центральной части города от излишних транспортно-пассажирских потоков и созданию равномерных потоков по всему ареалу мегаполиса, а также регулированию транспортно-пассажирских потоков. Между тем, весьма важными являются вопросы обеспечения оптимальных технических и эксплуатационных характеристик входящей в транспортный  
40 комплекс монорельсовой транспортной системы.

Задача изобретения заключается в оптимизации характеристик монорельсовой транспортной системы и, как следствие, повышении общей эффективности транспортного комплекса мегаполиса.

Поставленная задача решается тем, что в транспортном комплексе мегаполиса,  
45 содержащем обеспечивающие пассажирские перевозки метрополитен с кольцевой и диаметральными линиями, автобусные, троллейбусные и трамвайные средства сообщения, городские участки электрифицированной железной дороги с путевыми структурами и подвижным составом, а также внеуличную монорельсовую транспортную систему, имеющую электродепо и эстакадную путевую структуру с ходовой балкой на  
50 опорах, перемещающимся по балке подвижным составом, стрелочными переводами и эстакадой, проходящей через районы мегаполиса со сложившейся структурой, в том числе и через железнодорожные пути городских участков электрифицированной железной дороги, транспортные автомобильные магистрали, неудобья и парковые зоны, электродепо

монорельсового транспорта совмещено с трамвайным парком и выполнено на разных с ним уровнях, путевая структура монорельсовой транспортной системы расположена вне кольцевых путей метрополитена и между его диаметральными линиями, станции монорельсовой транспортной системы сопряжены пересадочными узлами со станциями диаметральных линий метрополитена, а одна из них - со станцией городской электрифицированной железной дороги, стрелочные переводы монорельсовой транспортной системы установлены в концах трассы за конечными станциями или в непосредственной близости от депо, а также на участках трассы, где необходим перевод электроподвижного состава с одной пассажирской линии на другую или на запасную ветку, или в электродепо, и обеспечивают прохождение электроподвижного состава со скоростью движения до 20 км/ч с учетом максимального замедления при экстренном торможении 3 м/с<sup>2</sup>.

Решению поставленной задачи способствуют частные существенные признаки изобретения.

Трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы может проходить по сложившейся городской территории мегаполиса с историко-культурными памятниками, исключая сооружение новых направлений улично-дорожной сети и использование других видов общественного транспорта.

Трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы может связывать объекты многофункционального градостроительного комплекса, в том числе объекты выставочного комплекса.

Трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы может быть интегрирована в городское пространство и в общегородскую транспортную сеть за счет создания удобных пересадочных узлов, увязанных с существующими остановочными пунктами других видов общественного транспорта.

Трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы между станциями метро смежных радиальных линий метро может проходить по пологоволнистой равнине междуречья с абсолютной отметкой поверхности земли 150...175 м, застроенной жилыми и промышленными сооружениями, пересеченной автомобильными и железными дорогами, линиями метро и другими коммуникациями и сооружениями, в том числе высотной телевизионной башней.

Электродепо выполнено с возможностью использования комплекса зданий и сооружений совмещенного с ним трамвайного парка для обслуживания подвижного состава монорельсовой транспортной системы без ущерба для работы эксплуатационных служб трамвайного парка.

Инфраструктура электродепо для обеспечения его деятельности включает в себя административно-бытовой корпус, отстойно-ремонтный корпус, производственно-ремонтные мастерские, цех текущего ремонта, цех восстановительной окраски и сушки вагонов, камеру мойки и обдува вагонов, подстанции ТПП и ПП, компрессорную станцию, очистные сооружения, топливозаправочный пункт для автомобилей, склады: материальный, запасных агрегатов, узлов и деталей, склад ГСМ, проходную, крытую грузовую площадку с электрическим краном, снеготаялку, охраняемую стоянку для личного автотранспорта.

Инфраструктура электродепо для обеспечения работы монорельсовой транспортной системы включает помещение или площадку для размещения восстановительных средств, склады различного назначения, бункер для хранения цемента, площадку для сбора и механизированной отгрузки мусора и металлолома, емкости для слива отработанных нефтепродуктов, объединенные мастерские эксплуатационных служб.

Все здания электродепо радиофицированы, телефонизированы, оборудованы устройствами вентиляции и кондиционирования, системами водоснабжения, водоотвода и канализации, отопления и теплоснабжения, электрочасами, устройствами пожарной и охранной сигнализации и установками пожаротушения.

В электродепо имеется поворотный круг для осуществления веерного распределения

составов.

В электродепо имеется передвижная платформа для осуществления параллельного распределения составов.

5 Стрелочные переводы монорельсовой транспортной системы являются переводами роторного типа, наиболее оптимальными по габаритно-весовым характеристикам и простоте конструкции.

Стрелочные переводы выполнены с возможностью перевода монорельсовой транспортной системы за время, не превышающее 20 с.

10 Электроснабжение монорельсовой транспортной системы осуществлено от типовых тяговых трансформаторных подстанций, предназначенных для приема электроэнергии переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 10 кВ от внешней сети и преобразования ее в электроэнергию постоянного тока номинальным напряжением  $600 \pm 10\%$  В для питания контактных шин трассы монорельсовой дороги с обеспечением контроля текущих электрических параметров во всех режимах эксплуатации.

15 Путевая структура монорельсовой транспортной системы разделена на секции, а необходимое количество тяговых подстанций для их питания выбрано с помощью электрического расчета с учетом протяженности пути, характеристик контактных шин, одновременно потребляемой мощности поездами и рельефа местности.

20 Тяговые подстанции могут быть подключены к контактным шинам путевой структуры монорельсовой транспортной системы централизованно или децентрализованно.

При централизованном подключении тяговых подстанций в их состав может быть введен резервный источник питания и от одной из тяговых подстанций может быть осуществлено питание нескольких секций путевой структуры монорельсовой транспортной системы.

25 При децентрализованном подключении тяговых подстанций имеется в случае неисправности возможность подключения каждой секции путевой структуры к контактным шинам соседней путевой структуры монорельсовой транспортной системы.

30 При децентрализованном подключении тяговых подстанций сооружения станций монорельсовой транспортной системы могут быть совмещены с сооружениями тяговых подстанций для обеспечения возможности подсоединения тяговых подстанций к контактным шинам трассы  $\pm 600$  В короткими кабельными линиями при одновременном уменьшении затрат на прокладку кабельных трасс и исключении понижения подводимого питающего напряжения за допустимые пределы.

35 В состав оборудования тяговых подстанций входят трансформаторы, преобразователи, устройства распределения электроэнергии, защиты от перенапряжения и токов короткого замыкания.

40 Поперечное сечение ходовой балки выполнено коробчатым из стальных листов, ходовые и стабилизационные колесные пары подвижного состава объединены в головные и межвагонные ходовые тележки, первые из которых соединены с подвагонными рамами головных вагонов, а вторые - соответственно с подвагонными рамами смежных пассажирских или пассажирского и головного вагонов, тяговый привод выполнен с линейным двигателем, пассивные элементы которого установлены на ходовой балке, а активные элементы - на электроподвижном составе и электрически соединены с системой энергоснабжения.

45 Подвижный состав содержит два головных и от четырех до десяти пассажирских вагонов.

Номинальное значение максимальной длины подвижного состава при шести вагонах составляет 35 м.

50 Первоочередной участок монорельсовой системы начинается на территории существующего рынка у станции метро, при этом начальная точка трассы принята в увязке с архитектурной концепцией развития данной территории как современного многопрофильного торгового центра и перспективой дальнейшего развития этой линии монорельса, а плановая и высотная отметки начальной точки определены с учетом совмещения пассажирской посадочной платформы со зданием торгового комплекса с

обеспечением прохода пассажиров из вагона в торговые залы, кроме того, предусмотрен пересадочный узел между станциями метро и монорельсовой системы.

Основной радиус горизонтальных кривых трассы принят равным 200 м, что обеспечивает безопасное прохождение подвижным составом кривых участков трассы без снижения скорости, а минимальные радиусы кривых участков трассы в плане приняты 100 м с переходными кривыми длиной 15 м, обеспечивающими скорость подвижного состава до 25 км/ч, при этом предусмотрено максимальное приближение участков с малыми радиусами горизонтальных кривых - 100 м к станциям, обеспечивающее минимизацию количества участков разгона-торможения подвижного состава, а в границах станций трасса в плане выполнена прямолинейной.

На фиг. 1 представлена карта района г. Москвы со схемой первоочередного участка монорельсовой транспортной системы.

На фиг. 2 показан подвижной состав на ходовой балке.

На фиг. 3 приведено поперечное сечение ходовой балки.

На фиг. 4 показан головной вагон, вид сверху.

На фиг. 5 приведено поперечное сечение пассажирского вагона.

На фиг. 6 показан пассажирский вагон, вид сверху.

Как уже указывалось, монорельсовая транспортная система обеспечивает решение одной из основных и наиболее сложных проблем современного градостроительства - создание транспортного комплекса мегаполиса. Комплексное решение транспортной проблемы возможно за счет создания внеуличных видов пассажирского транспорта, в том числе монорельсового, в котором электроподвижной состав (ЭПС) перемещается по ходовой балке, установленной на опорах или эстакаде на некотором расстоянии над землей.

Монорельсовый транспорт обеспечивает:

- высокую надежность и безопасность движения;
- удобства для пассажиров при относительно невысокой стоимости перевозок;
- высокую скорость сообщения и достаточную провозную способность;
- возможность функционирования в автоматическом, полуавтоматическом и ручном

режимах;

- необходимую частоту и регулярность движения на линии;
- экологическую чистоту и низкий уровень шума;
- современный дизайн и интегрируемость в существующую городскую структуру;
- совмещение станций монорельсового транспорта с остановками других видов

пассажирского транспорта и имеющимися или строящимися архитектурными объектами (гостиницы, развлекательные центры, магазины и т.п.).

Монорельсовый транспорт, как и любая другая транспортная система, имеет оптимальные условия и сферы применения с точки зрения максимальной отдачи. К ним можно отнести:

- перевозку пассажиров в районах со сложившейся застройкой;
- разгрузку магистралей за счет использования для пассажироперевозок эстакадных систем как дополнительного вида скоростного транспорта;
- улучшение мобильности транспортной системы города за счет соединения монорельсовыми трассами крупных транспортных узлов, станций разных видов городского транспорта, в том числе и метро;
- создание дополнительных трасс, проходящих через неудобья, поймы и русла рек;
- использование для рекреационных целей в местах отдыха и в качестве экскурсионного транспорта.

Создание для такого мегаполиса, как г. Москва монорельсовой транспортной системы, является актуальной проблемой, поэтому работы по ее созданию в г. Москве ведутся в соответствии с Постановлением Правительства Москвы от 22 мая 2001 г. 463-ПП и утвержденным Премьером Правительства Москвы план-графиком проведения предпроектных, проектных и строительных работ по созданию первоочередного участка



монорельсовой транспортной системы в г. Москве (ст. метро "Ботанический сад" - ст. метро "Тимирязевская"). Срок ввода трассы в эксплуатацию - 2003 г. Трасса первоочередного участка монорельсового транспорта (фиг.1) проходит по сложившейся городской территории Северо-Восточного административного округа г. Москвы, богатой историко-культурными памятниками, где невозможны сооружение новых направлений

5 улично-дорожной сети и использования других видов общественного транспорта.

Монорельсовый транспорт улучшает транспортное обслуживание жилых районов Свиблово, Ростокино, Алексеевский, Останкинский, Марфино, связывает объекты многофункционального градостроительного комплекса, в том числе объекты Российского

10 выставочного центра (ВВЦ) (с перспективой проведения в 2010 году на его территории Всемирной универсальной выставки "ЭКСПО"), обладающих ресурсами по культурно-бытовому обслуживанию москвичей и гостей столицы.

Монорельсовая транспортная система, не ухудшая экологии, органично включается в городское пространство, в общегородскую транспортную сеть за счет создания

15 пересадочных узлов, увязанных с существующими остановочными пунктами других видов общественного транспорта. Не имея помех со стороны наземных транспортных потоков, монорельсовая система, минуя "пробки" на магистральных улицах города, обеспечивает комфорт и безопасность поездки, экономит время пассажиров в пути.

Трасса монорельса проходит от станции метро "Тимирязевская" до станции "ВДНХ" по пологоволнистой равнине Московско-Яузского междуречья с абсолютной отметкой

20 поверхности земли 150...175 м. Территория застроена жилыми и промышленными сооружениями, пересечена автомобильными и железными дорогами, линиями метро и другими коммуникациями и сооружениями, в том числе такими уникальными, как Останкинский телецентр. В результате создания этих объектов рельеф претерпел

25 изменения, засыпаны овраги и долины ручьев, произведены площадные засыпки. Мощность техногенных отложений составляет повсеместно 1.. .2 м, максимально - до 10 м.

На участке от станции метро "ВДНХ" до станции метро "Ботанический сад" трасса проходит в пределах долины р. Яуза с абсолютной отметкой поверхности земли 131...150 м. В рельефе выделяются пойменная и надпойменная террасы. Их поверхности

30 подверглись значительным изменениям. Мощность техногенных отложений составляет 1...2 м, максимально - до 5 м.

По трассе монорельса имеют место неблагоприятные геологические процессы, такие как карст и суффозия, оползни, заболачивание, оврагообразование. Участок трассы от

35 границы ВВЦ до ст. метро "Ботанический сад" в пределах долины реки Яуза относится к потенциально опасной территории в отношении проявления карстово-суффозионных процессов на дневной территории. На этом же участке отмечаются процессы заболачивания, оврагообразование, а также мелкие и поверхностные оползни, которыми поражены склоны р. Яуза. При инженерных изысканиях предусмотрено бурение глубоких инженерно-геологических скважин для изучения всего разреза с поверхности земли с

40 заглуплением в верхнекарбонатные известняки, не затронутые процессами карстообразования, которые могут служить основанием для свайных фундаментов опор монорельса.

При проектировании плана и продольного профиля трассы монорельсовой системы от станции метро "Тимирязевская" до станции метро "Ботанический сад" учтены материалы

45 "Проекта детальной планировки реконструкции Малого кольца МЖД" и "Технико-экономического обоснования и бизнес-плана реконструкции МК МЖД для организации пассажирского движения".

Основными руководящими моментами при разработке трассы монорельса являются:

- 50 - "Временные нормы и правила проектирования и строительства опытно-промышленного участка монорельсового транспорта в г. Москве";
- положение красных линий городской застройки;
- положение красных линий перспективных городских магистральных транспортных коридоров;

- границы природоохранных зон - национальных природных и историко-культурных комплексов;
- исключение сноса жилых и минимизация сноса промышленных зданий и строений;
- положение крупных подземных коммуникаций, переустройство которых невозможно или связано со значительными затратами.

Линейная часть монорельсовой системы в целом представляет собой эстакадную конструкцию. Две ходовые балки, являющиеся одновременно пролетными строениями, опираются на единую опору. Расстояние между осями ходовых балок, равное 3,2 м, принято с учетом устройства зазора безопасности 0,9 м между подвижными составами противоположных направлений (как на прямолинейных, так и на криволинейных участках) и с учетом ширины состава.

План и продольный профиль монорельсовой трассы обеспечивают безопасность и удобство. Основные параметры монорельсовой трассы приведены в табл. 1.

Первоочередной участок монорельсовой системы начинается на территории существующего рынка у станции метро "Тимирязевская". Начальная точка трассы принята в увязке с архитектурной концепцией развития данной территории как современного многопрофильного торгового центра и перспективой дальнейшего развития этой линии монорельса. Плановая и высотная отметки начальной точки определены с учетом совмещения пассажирской посадочной платформы со зданием торгового комплекса, что позволит пассажирам из вагона попасть в торговые залы, кроме того, предусмотрен пересадочный узел между станциями метро и монорельса "Тимирязевская".

Далее трасса монорельса пересекает ул. Яблочкова и проходит по прямой по разделительной полосе (газону) между проезжими частями ул. Фонвизина до пересечения с ул. Милашенкова. Смещение трассы от осевой линии улицы к правой проезжей части обусловлено расположением по оси улицы коллектора р. Каменка. Проложение трассы по газонам левой или правой сторон улицы нецелесообразно из-за недостаточности ширины полосы между проезжей частью улицы и красной линией жилой застройки.

На следующем участке от пересечения ул. Милашенкова до ул. академика Королева возможны два варианта проложения трассы:

- трасса с поворотом влево, и далее полностью повторяя слева (южнее) направление перспективного транспортного коридора (автомобильной эстакады), проходит над промышленной территорией и, пересекая Октябрьскую железную дорогу под углом  $30^\circ$  по кривой в плане, выходит на южную сторону ул. академика Королева;

- трасса с поворотом вправо, проходя над территорией гаражного кооператива и частично над территорией Останкинского пивоваренного завода, севернее перспективного транспортного коридора (автомобильной эстакады), выходит к Октябрьской железной дороге и далее, с пересечением железнодорожных путей по прямой под углом  $50^\circ$ , выходит на северную сторону ул. академика Королева.

Уделяя особое внимание условиям пересечения с железной дорогой и сочетания в высотном отношении монорельсовой и перспективной автомобильной эстакад, к дальнейшей проработке целесообразен второй вариант. Проложение трассы по данному варианту увязывается с перспективой размещения между Огородным проездом и Октябрьской железной дорогой специализированного торгового комплекса с многоэтажным паркингом и перспективой развития территории Останкинского пивоваренного завода.

Пересечение монорельсовой трассой Октябрьской железной дороги осуществляется, учитывая перспективы ее путевого развития. Переход расположен на прямой в плане, угол пересечения  $50^\circ$ . Проложение трассы по ул. Академика Королева обусловлено следующими условиями:

- расположением коллектора рек Каменка и Копытовка, проходящего на всем протяжении улицы по оси, под разделительной полосой (газоном);

- расположением границ охранной зоны национального природно-исторического парка "Останкино";

- максимальным сохранением визуально-панорамного обзора историко-архитектурного

комплекса "Останкино".

Исходя из вышеперечисленных условий, трасса монорельса проходит по газону южной стороны улицы академика Королева между основной проезжей частью и местным проездом до пересечения с Аргуновской улицей. Далее трасса, пересекая проезжие части, переходит на северную сторону улицы и проходит по газону между пешеходной дорожкой и трамвайными путями. Параллельно трамвайным путям трасса выходит на Продольный проезд и проходит вдоль территории ВВЦ.

На этом участке также возможны два варианта проложения трассы:

- трасса проходит по прямой по Продольному проезду вдоль главной фасадной части ВВЦ до ул. Сергея Эйзенштейна;

- трасса проходит по Продольному проезду до центрального (главного) входа на ВВЦ, далее поворотом вправо подходит к станции метро "ВДНХ", огибает по кривой главную аллею перед центральным входом на ВВЦ и возвращается на Продольный проезд.

Основным критерием выбора варианта на данном участке является сохранение архитектурной панорамы комплекса сооружений и зеленой зоны у главного входа на ВВЦ, что обеспечивает второй вариант, но при рассмотрении технико-эксплуатационных характеристик вариантов наиболее предпочтительным выглядит первый вариант, поскольку обеспечивает относительно ровный режим движения подвижного состава монорельса.

По улице Сергея Эйзенштейна трасса монорельса проходит с западной стороны в зеленой полосе вдоль ограды ВВЦ до его Северного входа и уходит на территорию Центра. По территории ВВЦ трасса проложена к его северо-восточной части с учетом существующей застройки и перспективой развития его территории для проведения Всемирной выставки "ЭКСПО-2010". Далее, покинув территорию ВВЦ в районе пожарной части, трасса пересекает пойму р. Яуза, минимально затрагивая новую территорию проектируемой ландшафтной экспозиции в поймах рек Яуза, Лихоборка, Каменка и Главного ботанического сада РАН, и выходит на восточную сторону улицы Вильгельма Пика, по которой трасса проложена в пределах красных линий улицы до станции метро "Ботанический сад".

Конечная точка трассы принята в непосредственной близости от павильона южного выхода станции метро "Ботанический сад". Как и на начальном участке, плановые и высотные параметры конечного участка трассы дают возможность перспективного развития линии монорельса далее на север с пересечением Малого кольца МЖД.

Основной радиус горизонтальных кривых трассы принят равным 200 м, что обеспечивает прохождение подвижным составом кривых участков трассы без снижения скорости, при обеспечении безопасности движения. Минимальные радиусы кривых участков трассы в плане приняты 100 м с переходными кривыми длиной 15 м, что обеспечивает скорость подвижного состава до 25 км/ч. Данная величина радиуса закругления обусловлена максимальной длиной пролетного строения и применяется при переходах через проезжие части ул. академика Королева и ул. Вильгельма Пика. В целях уменьшения количества участков разгона-торможения подвижного состава предусматривается максимальное приближение участков трассы с малыми радиусами горизонтальных кривых (100 м) к местам станций. В границах станций трасса в плане запроектирована прямолинейной.

Продольный профиль запроектирован согласно требованиям МГСН 5.02-99 относительно приближения строительных конструкций путепроводов и эстакад к проходящим под ними проезжим частям улиц и линиям рельсового транспорта. Учитывая большое количество пересечений трассой монорельсовой дороги улиц, местных и служебных проездов и отрицательное влияние часто чередующихся обратных вертикальных кривых на режим движения подвижного состава и комфортабельность проезда, продольный профиль разработан в основном с примерно одной руководящей рабочей отметкой, обеспечивающей беспрепятственное движение других видов транспорта под монорельсовой эстакадой. Это несколько увеличивает стоимость строительства за

счет устройства на отдельных участках трассы опор с большим запасом высоты, однако позволяет повысить качественные характеристики режима движения монорельсового подвижного состава, расширить возможности размещения эстакады в непосредственной близости от проезжих частей улиц с их консольным перекрытием пролетными строениями и, кроме того, при пересечении и проходе вдоль городских зеленых массивов позволит минимизировать их вырубку, ограничившись кронированием деревьев до определенной высоты.

Руководящая рабочая отметка продольного профиля, учитывая высоту пролетного строения (ходовой балки), принята равной 7,0 м. Минимальный радиус вертикальной вогнутой кривой 1400 м, минимальный радиус вертикальной выпуклой кривой 1600 м, максимальный уклон - 40 пром. (4%). При проектировании продольного профиля учтено высотное положение перспективных автомобильных эстакад. В границах участков намечаемого размещения станций продольный профиль выполнен прямым с максимальным продольным уклоном менее или равным 0,3%.

Электроподвижной состав (ЭПС) (фиг. 2) предназначен для эксплуатации в составе монорельсовой транспортной системы г. Москвы и содержит головные 1 и от четырех до десяти пассажирских вагонов 2, при этом между смежными вагонами установлены межвагонные перекрытия 3, а сам подвижной состав перемещается по трассе, выполненной в виде ходовой балки 4 коробчатого сечения. Ходовая балка выполнена из стальных листов, образующих поперечные полки 5 и вертикальные стенки 6 (фиг. 3).

Электроподвижной состав отвечает современным требованиям конструктивного и функционального исполнения. Головной вагон 1 подвижного состава оборудован кабиной водителя аэродинамической формы с лобовым стеклом большого размера для лучшего обзора (фиг. 2) и рабочим местом водителя 7 (фиг. 4). В пассажирском салоне головного вагона предусмотрено семь мест 8 для сидения пассажиров и площадь 9, равная 5 м<sup>2</sup>, для стоящих пассажиров (фиг. 4).

Номинальная вместимость пассажиров определена из расчета 5 человек на 1 м<sup>2</sup> свободной площади пола. Максимальная расчетная вместимость, используемая при расчетах на прочность, определена при плотности стоящих пассажиров 10 человек на 1 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Конструкция электроподвижного состава рассчитана на его безопасную эксплуатацию в течение 20 лет. Климатическое исполнение ЭПС - "У" категории 1 по ГОСТ 15150 для температур окружающей среды от -40°С до +40°С и относительной влажности воздуха 90% (при +20°С). Комфортный для пассажиров микроклимат в салонах вагонов обеспечивает специальное оборудование 10, часть которого размещена на крыше подвижного состава (фиг. 5). В пассажирском салоне пассажирского вагона предусмотрено восемь мест 8 для сидения пассажиров и площадь 9, равная 5 м<sup>2</sup>, для стоящих пассажиров (фиг.6).

Ходовая часть (шасси) ЭПС для обеспечения плавности его хода и повышения комфортности пассажиров выполнена на колесном пневматическом ходу. Все конструктивные решения по ЭПС направлены на обеспечение максимальной безопасности пассажирских перевозок, обеспечение максимального комфорта пассажиров, простоты и удобства эксплуатации. Конструкция узлов и деталей вагонов электропоезда выполнена ремонтпригодной (кроме неразборных узлов). Устанавливаемое на ЭПС оборудование надежно работает при уровне вибрации, многократных и одиночных ударах по ГОСТ 26143-84 и ГОСТ 17516.1-90. Конструкцией вагонов предусмотрена возможность механизированной промывки кузовов и подвагонного оборудования, а также механизированной влажной уборки пассажирских салонов.

Длина вагонов, планировка салонов, число мест, основная составность ЭПС и типы вагонов, расположение сидений в салонах, а также тип тягового привода определены технико-экономическими расчетами. Общая длина состава составляет 35 м. Управление электроподвижным составом осуществляется одним лицом. Предусматривается видеотрансляция оператору происходящего на перроне (платформе) при посадке-высадке пассажиров и в салонах вагонов. Салоны вагонов оборудуются информационными табло с

указанием времени, маршрута следования, наименования ближайшей станции или платформы и пр. Вагоны ЭПС приспособлены для перевозки инвалидов с колясками и для их безопасной посадки и высадки. Пожарная безопасность ЭПС отвечает требованиям ГОСТ 12.1.004-91. Общие технические требования, предъявляемые к электроподвижному составу, представлены в табл. 2.

Ходовая часть (шасси) обеспечивает движение ЭПС по ходовой балке монорельсового пути (фиг. 1 и 2). Ходовая часть подвижного состава представляет собой сборку, состоящую из последовательно соединенных головных, основных подвагонных рам и головных и межвагонных ходовых тележек с ходовыми и стабилизационными колесными парами. Колесные пары спроектированы с учетом максимально действующих статических и динамических нагрузок для обеспечения запланированного 20-летнего срока эксплуатации ЭПС. Соединение ходовой части и кузовов вагонов выполняются через демпфирующие элементы - амортизаторы.

Ходовая часть предусматривает рациональное размещение тягового электропривода, возможность буксировки состава, предупреждение схода состава с ходовой балки в аварийных и экстремальных ситуациях. Для обеспечения буксировки передняя и задняя рамы снабжены бампером с устройствами крепления буксировочных приспособлений.

Головные и межвагонные тележки подвижного состава обеспечивают движение ЭПС по ходовой балке с одновременной его стабилизацией в горизонтальной и вертикальных плоскостях и исключают возможность схода состава с ходовой балки при сверхнормативных воздействиях на ЭПС, в том числе и при разрушении ходовых тележек.

Ходовые пневматические колеса рассчитаны с таким учетом, чтобы справиться с предельной нагрузкой в аварийной ситуации для случая, если второе, рядом расположенное колесо, окажется поврежденным. При этом состав остается на ходу, но скорость его движения должна быть снижена.

Четыре горизонтальных стабилизационных колеса обеспечивают движение состава при поворотах, принимая на себя нагрузку, возникающую в результате действия центробежных сил. Для обеспечения постоянного контакта они постоянно прижаты к вертикальной стенке ходовой балки и воспринимают опрокидывающие моменты, действующие на подвижной состав при прохождении криволинейных участков трассы.

Система торможения состоит из двух независимых систем - системы электродинамического торможения и системы механического торможения.

Система электродинамического торможения с помощью линейных асинхронных двигателей в реверсивном режиме обеспечивает необходимое торможение и возможность остановки ЭПС.

Система механического торможения

- включается в режиме подтормаживания, если система управления обнаружит возможность неточного позиционирования при подходе к станции. Может использоваться как стояночная система на уклонах до 4%;

- используется в режиме стояночно-аварийного торможения при остановке ЭПС на уклонах более 4% для экстренного торможения по команде водителя или оператора диспетчерской.

Подача электропитания на подвижной состав осуществляется через систему токоприемников, устанавливаемых на выносных пилонах межвагонных тележек. Для обеспечения гарантированного контакта, снижения величины тока и исключения искрения токоприемники продублированы. Для компенсации взаимных перемещений подвижного состава относительно ходовой балки подвеска токоприемников выполнена плавающей, подпружиненной. Максимальное потребление электроэнергии ЭПС при работе линейных двигателей составляет 600 В при силе тока 2000 А (при работе всех систем, включая отопление салонов).

От подстанций постоянный ток подается на шины питания, состоящие из секций длиной 10 м. Шины питания крепятся на приваренных к ходовой балке кронштейнах, расстояние между которыми равно 2 м. Крепление шин осуществляется через специальные

изоляционные подвесы, имеющие узел крепления (болт) к кронштейнам. Шины питания представляют собой алюминиевый профиль с установленной в нем стальной контактной пластиной, по которой скользит токосъемник.

5 К каждой шине питания и шине заземления поджимаются по два токосъемника, которые дублируют друг друга. Усилие поджатия каждого токосъемника - не менее 3 кг.

Токосъемники выполнены из материала углерод-углерод, пропитанного медным расплавом с определенными добавками лигирующих металлов или из материалов порошковой металлургии, имеющих высокую электропроводность. Токосъемники устанавливаются в систему из 3-х пантографов, которая крепится к тележке с независимой подвеской.

10 Каждый пантограф несет на себе по два токосъемника, поджимаемых к соответствующей шине питания или шине заземления.

Состав кузовов головного и пассажирского вагонов:

- корпус кабины водителя;
- корпус кузова вагонов головного и пассажирского;
- 15 - комплект остекления кабины водителя и салона;
- двери автоматические с блокировкой;
- комплект монтажа системы управления;
- комплект монтажа световых приборов;
- система оповещения пассажиров;
- 20 - система отопления салона;
- система вентиляции салона.

Кузов головного и пассажирского вагонов и межвагонные перекрытия вместе с размещаемым внутри вагона оборудованием и аппаратурой предназначены для комфортной и безопасной транспортировки пассажиров в различных условиях

25 эксплуатации монорельсового транспорта. Кузова вагонов имеют двойную обшивку для защиты от климатических воздействий. В салоне имеются поручни и стойки, расположенные в тех местах, где они наиболее эффективно будут использоваться и не мешать входу и выходу пассажиров, включая пассажиров на инвалидных колясках. Конструкция пола вагонов выполнена как единый жесткий блок, конструктивно

30 обеспечивающий его прочность. Настил пола выдерживает как распределенные, так и сосредоточенные нагрузки с учетом заполнения вагона с плотностью 10 пас./м<sup>2</sup>. Покрытие пола выполнено из износостойкого нескользкого материала. Для остекления салонов и кабин использованы тонированные, тепло- и звуконепроницаемые стекла, безопасные при разрушении.

35 Остекление кабины не замерзает при всех условиях эксплуатации ЭПС и обеспечивает хороший обзор водителю в любых погодных условиях. Каждый вагон с двух сторон оборудуется двухстворчатыми автоматическими раздвижными дверями. Дверные панели сдвигаются по направляющим желобам с наружной стороны вагонов. Предусмотрено три состояния двери: дверь открыта; дверь закрыта; дверь заблокирована. Движение ЭПС с незаблокированной дверью исключено. Для аварийного открытия дверей снаружи

40 предусмотрены аварийные рычаги. После открытия аварийного рычага дверные замки выводятся из положения блокировки и позволяют открыть дверь вручную. Кузов вагона оборудован комплектами систем управления, освещения, оповещения пассажиров, а также системами отопления и вентиляции салона.

45 В системах тягового электропривода городского транспорта до настоящего времени в основном используются двигатели постоянного тока. Однако двигатели постоянного тока имеют существенные недостатки. Это прежде всего наличие коллекторно-щеточного узла, требующего обслуживания в результате быстрого износа щеток и коллектора. Помимо этого наличие якорной обмотки в двигателе ограничивает максимальную скорость

50 вращения, от которой зависит мощность двигателя, так как возникает опасность ее разрушения под действие центробежных сил в сочетании с высокими температурами нагрева.

Асинхронные электродвигатели свободны от указанных недостатков, они отличаются

высокой надежностью и находят широкое применение в различных отраслях промышленности.

Сдерживающим фактором их применения на электротранспорте являлась аппаратура преобразования электрической энергии и регулирования частоты, которая имела  
5 неприемлемые массогабаритные характеристики из-за низкого уровня развития силовой электроники.

В последние годы с появлением мощных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), способных переключать токи до нескольких сотен ампер при напряжении до 2...3 кВ, преимущества транзисторных инверторов стали неоспоримыми.

10 В системе электропровода с асинхронными двигателями реализуется получение оптимальных тяговых характеристик двигателя как в двигательном режиме при трогании, разгоне и регулировании скорости, так и в генераторном режиме (режим рекуперации) при торможении и движении под уклон.

В качестве асинхронного двигателя тягового привода могут быть использованы два  
15 принципиально различных по конструкции двигателя:

- двигатель вращательного движения (классического типа), передающий тяговое усилие за счет трения через колесо на поверхность качения;

- линейный двигатель, передающий тяговое усилие бесконтактно за счет  
20 электромагнитного взаимодействия индуктора (развернутой обмотки статора асинхронного двигателя), расположенного на транспортном средстве, и вторичного элемента (ротора асинхронного двигателя), представляющего собой ферромагнитно-алюминиевую накладку, установленную на всем протяжении пути.

В системе электропривода с асинхронными двигателями реализовано получение оптимальных механических характеристик двигателя как в двигательном режиме при  
25 трогании, разгоне и регулировании скорости, так и в генераторном режиме при торможении и остановке.

Для обеспечения технических характеристик ЭПС в данном техническом решении применен электропривод на базе линейного асинхронного двигателя. Линейный двигатель передает тяговое усилие бесконтактно за счет электромагнитного взаимодействия  
30 индуктора (развернутой обмотки статора асинхронного двигателя), закрепляемого на головных и межвагонных тележках, и вторичного (пассивного) элемента (ротора асинхронного двигателя), представляющего собой ферромагнитно-алюминиевую накладку, установленную на всем протяжении ходовой балки.

Подвеска индуктора линейного двигателя обеспечивает оптимальный зазор между  
35 индуктором и вторичным элементом в пределах  $10 \pm 5$  мм.

Электропривод обеспечивает разгон электроподвижного состава номинальной массой 41900 кг с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ , движение с установившейся скоростью (до 16,6 м/с), выбег и электрическое торможение с замедлением  $1...1,5 \text{ м/с}^2$  до полного останова подвижного  
40 состава.

Для обеспечения заданных технических характеристик все ходовые тележки комплектуются индукторами линейного двигателя, каждый из которых взаимодействует с пассивным вторичным элементом, непрерывно уложенным вдоль продольной оси на  
верхней горизонтальной поверхности монорельса.

45 Масса индуктора по предварительным оценкам не превышает 350 кг. Вторичный элемент формируется из блоков длиной 2000 мм. Масса блока вторичного элемента 110 кг.

Питание на индуктор линейного двигателя подается от преобразователя частоты и напряжения. Представляется целесообразным каждый двигатель оснастить своим комплектом преобразовательного оборудования, что повышает надежность  
50 функционирования тяговой передачи, снижает габариты и массу единицы комплекта преобразовательного оборудования, позволяет гибко формировать мощность тяговой передачи.

Передача усилия, в случае применения линейного двигателя, осуществляется бесконтактно. Ходовые колеса в этом случае выполняют только функцию опоры и

направления экипажа, при этом исключается проблема сцепления колеса с полотном, а значит и проблема эксплуатации в условиях гололеда и снежного наката.

Тяговая передача с линейным электроприводом обладает следующими достоинствами:

- 5 - трансмиссия значительно проще, поскольку в ней отсутствуют редуктор, карданные передачи и дифференциалы;
- нет необходимости сочленять ось колеса и само колесо в жесткую кинематическую связь с двигателем, что позволяет поезду преодолевать кривые участки пути без юза и проскальзывания;
- 10 - отсутствует ограничение по сцеплению, что позволяет обеспечить движение на крутых уклонах и подъемах, вследствие чего снижаются затраты на спрямление пути;
- за счет упрощения трансмиссии снижаются габариты подвагонного и внутривагонного пространства, занятого тяговым электроприводом;
- отсутствие ограничений по сцепному весу позволяет выгодно применять легкие и сверхлегкие конструкционные материалы;
- 15 - благодаря уменьшению габаритов и массы подвижного состава снижаются затраты на эстакадные путепроводы и тоннели;
- низкие затраты на обслуживание из-за отсутствия в линейном двигателе вращающихся частей, редуктора, подшипников и т.д., а также из-за уменьшения износа колес и путевого полотна.

20 Недостаток линейного электропривода в сравнении с классическим - увеличенное энергопотребление, что обусловлено увеличенным рабочим зазором в двигателе и краевыми эффектами, если говорить о линейном двигателе асинхронного типа. Применительно к рассматриваемой транспортной системе КПД линейного электропривода в точке максимального потребления мощности составляет 0,65 о.е., а КПД пары двигатель

25 вращения-редуктор, например, для трамвая составляет соответственно 0,77 о.е., то есть линейный электропривод в точке максимального потребления мощности имеет увеличенное на 12% энергопотребление. Следует отметить, что масса тягового линейного двигателя примерно в 2...3 раза меньше, чем масса двигателя вращения с редуктором, что позволяет уменьшить массу шестивагонного подвижного состава на 1,5...2,0 т.

30 Капитальные затраты на подвижной состав с линейным электроприводом за счет упрощения трансмиссии по сравнению с подвижным составом, оборудованным классическим электроприводом, снизятся ориентировочно на 5...10%.

В то же время появятся дополнительные затраты, связанные с оснащением трассы пассивным элементом линейного двигателя. Ориентировочная стоимость укомплектования

35 одного километра трассы пассивным элементом составляет 80 тыс. \$ США. Однако эти затраты в сравнительной оценке транспортных систем с линейным и вращательным приводом могут частично или полностью окупиться, поскольку при использовании традиционного привода по крайней мере на станционных участках торможения (длина 110...150 м) необходима установка электрооборудования для подогрева. По данным

40 эксплуатации автоматизированной транспортной системы Morgantown, США на обогрев 1 м<sup>2</sup> путевого полотна расходуется 753 Вт электроэнергии. Это означает, что на каждом станционном участке при двухпутном движении необходимо установить оборудование мощностью 160...220 кВт. (Для условий Москвы эта цифра будет больше).

Сравнение эксплуатационных затрат на транспортную систему, оснащенную линейным

45 электроприводом, с аналогичными затратами на транспортную систему, укомплектованную традиционным электроприводом, на данной стадии работы над проектом выполнить сложно. Однако ряд соображений в пользу линейного электропривода представляется привести возможным.

Опыт эксплуатации автомобильного транспорта показывает, что износ ведущих колес в

50 1,2...1,3 раза больше, чем ведомых. Поскольку в подвижном составе с линейным электроприводом нет ведущих колес, то вполне обоснованно можно говорить об уменьшении на 20...30% расходов на замену ходовых колес подвижного парка транспортной системы.



Отсутствие редуктора, карданных передач и муфт исключает затраты на ремонтные и регламентные работы, связанные с этими узлами. Нормы затрат на средний редукторный ремонт одного моторного вагона трамвая составляют 56 ч, а на капитальный ремонт - 106 ч.

5 Годовое потребление электроэнергии, рассматриваемой в проекте транспортной системы с линейным электроприводом, составляет ориентировочно  $(30-40) \cdot 10^5$  кВт·ч, что примерно на  $(3,5-4,8) \cdot 10^5$  кВт·ч больше, чем при эксплуатации системы с традиционным приводом. Расходы электроэнергии на обогрев путевого полотна в зимнее время, при реализации тяги в паре колесо-путь, при использовании полной мощности подогрева на 10 пристанционных участках при двухпутном движении в течение одного дня (при эксплуатации в течение 20 ч) составляют  $(3,2...4,4) \cdot 10^3$  кВт·ч для одной станции.

Для Москвы и Московского региона более 40 дней в году наблюдается температура гололедообразования (расход электроэнергии на обогрев составляет 15  $(1,28...1,76) \cdot 10^5$  кВт·ч на одну станцию), количество же дней, когда выпадают осадки в виде снега, составляет от одного до трех месяцев. В связи с этим вполне обоснованно можно говорить об экономии общего годового потребления энергии транспортной системой с линейным электроприводом, не требующей электроподогрева для обеспечения надежного торможения подвижного состава на пристанционных участках.

20 Конструктивные решения пролетных строений проектируемой монорельсовой трассы от ст. метро "Тимирязевская" до ст. метро "Ботанический сад" в зависимости от ее трассировки можно условно разделить на простые, средней и повышенной сложности. Вне зависимости от указанного деления конструктивные решения базируются на опыте проектирования и строительства пролетных строений экспериментального монорельсового участка, построенного в 2000 году.

К конструктивным решениям простого вида отнесены пролетные строения, расположенные на прямых участках трассы при отсутствии уклона или при небольшом продольном уклоне. Такой вид применим на участках, проходящих по улицам Фонвизина, Королева и на части ул. Вильгельма Пика. Здесь для придания монорельсовой эстакаде архитектурной выразительности целесообразно использовать неразрезные стальные коробчатые пролетные строения высотой порядка 1 м с регулярно повторяющимися пролетами. Полагаем, что средний пролет в трехпролетной неразрезной схеме должен иметь длину около 30 м. Возможно также применение одинаковых пролетов указанной длины.

35 К конструктивным решениям средней сложности отнесены пролетные строения, расположенные на криволинейных участках трассы с элементами переходных кривых и прямых вставок. Такие участки расположены в районе метро "ВДНХ", на территории ВДНХ, при выходе (входе) трассы на улицы Королева и Фонвизина, на ее концевых участках и т.д. Здесь также предусмотрены стальные коробчатые балки постоянной высоты (порядка 40 м), образующие неразрезные схемы. В зависимости от местных условий на данных участках могут быть применены пролетные строения с длиной пролетов от 20 до 40 м в 2-х, 3-х или 4-х пролетной неразрезной схеме.

45 К конструктивным решениям повышенной сложности отнесены пролетные строения, расположенные на участках пересечения трассой Октябрьской ж.д. и реки Яузы. На этих участках предусмотрены неразрезные пролетные строения в виде неразрезной фермы, либо неразрезной балки переменной высоты. Длина центрального пролета здесь может достигать 40...60 м и более.

50 Пролетные строения, расположенные на прямых участках трассы, - балочные, коробчатого поперечного сечения (фиг. 3). Верхний лист коробки принят сечением 1200 x 25 мм. Края верхнего листа выступают за стенки коробки на 150 мм с двух сторон. По верхнему поясу балок предусмотрена установка элементов (элемента) линейного двигателя подвижного состава. Вертикальные стенки коробок расставлены на расстояние 900 мм. К вертикальным стенкам крепят консоли контактных проводов, элементы

управления и подогрева. Нижний лист сечением 980 x (32...40) мм имеет вырезы (перфорацию) по всей длине балок. Перфорацию используют при изготовлении балок пролетных строений, для удобства размещения кабелей инженерных коммуникаций внутри коробок, для крепления внешних конструкций и т.д.

5 Внутри коробок, с шагом 1,5...3 м вдоль балок, на всю высоту сечения предусмотрены поперечные диафрагмы. Для сквозного пропуска кабелей вдоль балок в диафрагмах имеются отверстия. Представленное поперечное сечение пролетных строений выполнено с учетом особенностей расположения ходовых и удерживающих колес подвижного состава. В связи с этим верхняя часть несущей конструкции (ходовая часть) должна быть  
10 одинаковой для всех типов пролетных строений.

Пролетные строения устанавливают на металлические опорные части и закрепляют от опрокидывания на опорах. Между смежными пролетными строениями предусмотрены деформационные швы. От допустимых линейных перемещений деформационных швов будет зависеть полная длина пролетных строений. Поэтому для данной монорельсовой  
15 трассы необходимо разработать деформационные швы на перемещение не менее 100 мм.

Пролетные строения, расположенные на участках средней сложности, при сохранении указанных выше внешних габаритных размеров будут отличаться разнообразием пролетов, высотой, мощностью сечений и т.д. Длины пролетных строений здесь будут зависеть как  
20 от местных условий, так и от конструктивного решения опирания пролетных строений на опоры в связи с необходимостью восприятия дополнительных изгибающих моментов и кручения от центробежных сил, торможения, перепадов температуры и т.д.

На самых сложных участках трассы ходовые балки будут укладываться на форменные пролетные строения, которые представлены в 2-х вариантах.

В варианте 1 продольные балки, по которым осуществляется передвижение подвижного  
25 состава, располагают на поперечных балках несущих ферм. При этом поперечные балки расставлены с шагом 5...6 м вдоль пролета. Продольные балки включаются в совместную работу с нижними поясами ферм за счет системы нижних продольных связей. Фермы приняты открытого типа (без верхних связей).

В варианте 2 пролетные строения высотой до 2-х метров объединены между собой  
30 поперечными диафрагмами и продольными связями в уровне нижних поясов и между стенками на высоте 800 мм ниже уровня верхнего пояса. При расположении пролетных строений на большой высоте над уровнем земли для повышения комфортности езды пассажиров предлагается с внешней стороны балок установить видеозащитные (непрозрачные) экраны, подобно шумозащитным.

35 На первоочередном участке монорельсовой системы предусмотрено устройство восьми станций (посадочных платформ), включая начальный и конечные пункты трассы. Размещение станций (посадочных площадок) выполнено из условий создания максимальных удобств и комфорта пользователям монорельсовой системы, с учетом мест формирования и корреспонденции пассажиропотоков.

40 В целях создания единых пересадочных узлов, станции размещены, как правило, вблизи остановок других видов общественного транспорта. Предусмотрено два типа станций: с единой (центральной) посадочной пассажирской платформой и с двумя отдельными пассажирскими платформами для противоположных направлений пассажиропотоков. Внешний вид станций выполнен в едином стиле, подчеркивающим принадлежность  
45 сооружения новой транспортной системе.

Стрелочные переводы являются неотъемлемой частью монорельсовой транспортной системы и предназначены для обеспечения возможности маневрирования электроподвижного состава в сети монорельсовой дороги. Они могут устанавливаться как  
50 в концах трассы за конечными станциями или в непосредственной близости от депо, так и на участках трассы, где необходим перевод ЭПС с одной пассажирской линии на другую или в депо. Кроме того, в случае необходимости, с помощью стрелочного перевода можно перевести ЭПС на запасную ветку, которая может быть установлена на любом участке монорельсовой дороги.

Стрелочный перевод должен обеспечивать прохождение ЭПС со скоростью движения до 20 км/ч с учетом максимального замедления при экстренном торможении - 3 м/с<sup>2</sup>.

В результате проектно-поисковых работ и анализа существующих в мире систем для создаваемой трассы разработана конструкция стрелочного перевода роторного типа, как наиболее оптимальная по габаритно-весовым характеристикам и простоте исполнения.

Элементы конструкций стрелочного перевода устанавливаются на закладные элементы железобетонных опор эстакады и крепятся к ним с помощью сварки или фундаментных болтов. Крепление частей ходовых балок стрелочного перевода к путевым конструкциям эстакады монорельсовой трассы осуществляется с помощью монтажных накладок с последующим креплением их высокопрочными болтами.

Парковочное устройство предназначено для перевода ЭПС с магистрального пути его перемещения и приема на любой парковочный путь или обратного перевода ЭПС с любого парковочного пути на магистральный путь. Парковочное устройство устанавливается в депо непосредственно перед местами хранения и технического обслуживания ЭПС.

По результатам проектно-поисковых работ и анализа отечественных и зарубежных образцов-аналогов выбрано парковочное устройство поворотного типа, которое обеспечивает наиболее простую и надежную реализацию требуемой точности стыковки подвижной и неподвижной балок и контактной поверхности токонесущих шин при перемещении ЭПС, а также характеризуется относительно низкой энергозатратностью приводов и малой металлоемкостью конструкции в целом.

В состав парковочного устройства входят следующие составные части:

балка поворотная, каретка опорная, опорный узел, рама, привод поворота балки, механизм фиксации, демпфер, электрооборудование: система управления парковочного устройства и силовое оборудование; кабельная сеть питания силовых цепей парковочного устройства, кабельная сеть питания силовых цепей ЭПС.

Конструкция парковочного устройства состоит из поворотной балки, на которую въезжает ЭПС для перевода на необходимый парковочный путь, и стационарной части, являющейся продолжением магистрального или парковочного пути. Балка представляет собой трехопорную сварную конструкцию, опирающуюся в центре на опорно-поворотный узел, а по краям поворотной балки расположены две опорные каретки, в которых расположены два привода поворота, вращающие колеса кареток.

Электрооборудование парковочным устройством обеспечивает управление как дистанционно от системы управления монорельсовой дорогой, так и с местного пульта управления (в период испытаний, пуско-наладочных работ и при ремонте).

Основные характеристики парковочного устройства представлены в табл. 3.

Вспомогательное оборудование должно обеспечивать обслуживание монорельсовой трассы при выполнении следующих операций:

- буксировка электроподвижного состава;
- буксировка на трассе диагностических агрегатов и вагона-лаборатории для периодического контроля геометрических параметров и состояния силовой конструкции ходовой балки;
- эвакуация пассажиров из ЭПС, остановившегося на трассе между станциями;
- буксировка неисправного или обесточенного подвижного состава (пустого или с пассажирами);
- очистка от снега верхней поверхности ходовых балок;
- очистка ото льда верхней поверхности ходовых балок;
- техническое обслуживание опорных колонн и ходовых балок, токонесущих шин, элементов систем управления, размещенных на ходовых балках и опорных колоннах, стрелочных переводов; элементов освещения линейной части трассы (вне станций);
- обеспечение освещением и электропитанием мест проведения обслуживания.

Исходя из анализа работ, выполняемых с использованием вспомогательного оборудования, а также из конструктивных особенностей создаваемой монорельсовой трассы предлагается следующий состав комплекса вспомогательного оборудования.

Комплект оборудования, базирующегося на унифицированном шасси подвижного состава:

- дизельный тягач;
- дизельный очиститель путей;
- 5 - дизель-электростанция с комплектом освещения;
- смотровая (ремонтная) тележка.

Комплект оборудования, базирующегося на автомобильном шасси:

- машина обслуживания (вышка автомобильная), ВА-12 (доработанная);
- вышка телескопическая ВТ-26;

10 - лестница-эвакуатор (для эвакуации пассажиров с настила монорельсового пути (эстакады));

- автокран КС-6973 (грузоподъемность 50 т) {или автокран гидравлический МТА 200 (грузоподъемность 25 т) - 2 шт.};

- бортовой полуприцеп КЗАП 9370 (или ЧМЗАП-907.200000.010);

15 - тягач УРАЛ 44202-10;

- мастерская аварийно-ремонтная самоходная МАРС;

- бортовой автомобиль ЗИЛ-433360;

- осветительная машина (доработка на базе аварийно-спасательной машины АСМ 41-07-43101 "Помощник");

20 - нормоконкомплект для очистных и малярных работ (автоприцеп).

Комплект специального оборудования (балки, траверсы, подставки, лестницы, трапы, переходные мостки и т.п.). Набор ремонтного оборудования и приспособлений. Комплект ЗИП.

В процессе проработки основных проектных решений рассмотрены три варианта территориального размещения электродепо для обслуживания подвижного состава монорельсовой системы.

1. Территория агропредприятия "Марфино".

2. Территория завода "Стройдеталь" в районе станции метро "Ботанический сад".

3. Территория существующего трамвайного депо им. Баумана на ул. Сергея

30 Эйзенштейна.

Основными критериями выбора площадки являлись:

- возможность отчуждения земельных площадей;

- минимально необходимая величина площади для размещения внутренних линий, зданий и сооружений депо;

35 - удобство подъезда от основной линии монорельсовой системы.

Возможность размещения электродепо обслуживания подвижного состава монорельсовой системы в разных уровнях позволит без ущерба для работы эксплуатационных служб трамвайного парка совместить существующие сооружения и необходимый комплекс зданий и сооружений для обслуживания подвижного состава монорельсовой системы.

Кроме того, использование существующей сети инженерных коммуникаций парка позволит максимально сократить затраты на инженерное обустройство электродепо.

Согласно этим требованиям в составе депо необходимо предусмотреть:

45 - для обеспечения деятельности электродепо: административно-бытовой корпус, отстойно-ремонтный корпус, производственно-ремонтные мастерские, цех текущего ремонта, цех восстановительной окраски и сушки вагонов, камеру мойки и обдува вагонов, подстанции ТПП и ПП, компрессорную станцию; очистные сооружения, топливозаправочный пункт для автомобилей, склады: материальный, запасных агрегатов, узлов и деталей, склад ГСМ, проходную, крытую грузовую площадку с электрическим

50 краном, снеготаялку, охраняемую стоянку для личного автотранспорта;

- для обеспечения работы линии монорельсового транспорта: помещение или площадку для размещения восстановительных средств, склады различного назначения, бункер для хранения цемента, площадку для сбора и механизированной отгрузки мусора и

металлолома, емкости для слива отработанных нефтепродуктов, объединенные мастерские эксплуатационных служб.

5 Все здания радиофицированы, телефонизированы, оборудованы устройствами вентиляции и кондиционирования, системами водоснабжения, водоотвода и канализации, отопления и теплоснабжения, электрочасами, устройствами пожарной и охранной сигнализации и установками пожаротушения.

Разработано два варианта принципиальных технологических схем постановки подвижного состава в депо:

- распределение составов веерно, посредством поворотного круга;
- 10 - распределение составов параллельно, посредством передвижной платформы.

В зависимости от протяженности линии пути, характеристик контактных шин (сечения и материала токоведущих частей), одновременно потребляемой мощности поездами на линии и рельефа местности делается электрический тяговый расчет, и трасса делится на секции и выбирается необходимое количество ТП для их питания.

15 Под безопасностью функционирования технологических систем, включая предназначенные для автоматизированной перевозки людей, понимается их способность выполнять свои функции без ущерба для жизни и здоровья людей.

К технологическим системам (согласно ГОСТ 22954-78) относят совокупность средств технологического оснащения (технических объектов, предметов производства, людей-исполнителей), обеспечивающих осуществление заданных технологических процессов или операций в заданных условиях.

25 Торцевая часть головных вагонов со стороны кабины управления оборудована осветительными приборами для наружного освещения, габаритными огнями и устройствами для подачи звуковых сигналов. Кабина управления оборудована техническими средствами двусторонней связи с центральным постом управления и с машинистами других составов.

Конструкция вагонов предусматривает возможность эвакуации пассажиров в случае аварийной ситуации, опасной для пассажиров. Для эвакуации пассажиров в случае аварийной ситуации предусмотрены приспособления для разбития остекления.

30 В качестве основных вариантов эвакуации рассматриваются:

- эвакуация на ближайшей станции маршрута;
- эвакуация на настил между ходовыми балками.

В кабине управления предусмотрена защита от несанкционированного входа в управление.

35 Конструкция ЭПС рассчитана на максимальные случаи нагружения и исключает сход подвижного состава с ходовой балки. Для исключения опасного сближения ЭПС на маршруте и исключения столкновений в составе СУ ЭПС имеется система обнаружения препятствий, позволяющая автоматически остановить состав в опасных ситуациях.

40 Электрооборудование ЭПС отвечает требованиям ГОСТ 12.1.019. Обеспечена защита от перегрузок и аварийных режимов в силовой цепи, цепях управления вспомогательного оборудования.

Соединения электрических цепей осуществляются кабелями и проводами, уложенными в металлических трубах или желобах, с отдельной прокладкой кабелей и проводов цепей с питанием от токоприемника и цепей с питанием от статического преобразователя и аккумуляторной батареи. Раздельная прокладка указанных цепей осуществляется также и при вводе в аппараты. Ввод жгутов в аппаратный отсек и кабину управления осуществляется в желобах (коробах) или трубах. Заполнение сечения коробов и труб кабелями и проводами не превышает 60%. Защитные чехлы на проводах и жгутах исключают попадание влаги, пыли, снега на провода.

50 Кожухи (корпуса), контроллер машиниста, системы безопасности движения, главный выключатель, пульт управления, панели с электрическими выключателями, компрессор, блоки питания заземлены через специальные секции токоприемников.

Электрооборудование имеет защиту от токов короткого замыкания.

Установленное на вагоне электрооборудование имеет степень защиты 1P54 по ГОСТ 14254-80 (для полупроводникового оборудования - 1P55). Полупроводниковое оборудование, установленное в кабине водителя и пассажирском помещении, имеет степень защиты 1P54. Все провода имеют маркировку в соответствии с электрической схемой вагона для облегчения их идентификации.

ЭПС отвечает требованиям ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.044-89 и требованиям для городского пассажирского электротранспорта. ЭПС оборудован системой обнаружения и тушения пожара, включающей в себя установки пожарной сигнализации (УПС) и автоматические установки пожаротушения (УПТ). Пожарные извещатели (датчики) УПС реагируют на тепловые и (или) световые, и (или) дымовые признаки пожара, имеют температуру и время срабатывания, чувствительность, инерционность, вибростойкость, помехозащищенность, соответствующие значениям этих показателей в действующей нормативно-технической документации.

УПС автоматически определяет неисправность (обрыв, короткое замыкание) на линиях подключения пожарных извещателей, если при единичном отказе система не может выполнять нормально свои функции. Выбранные огнетушащие вещества в УПТ надежно ликвидируют очаги пожара классов А и В по ГОСТ 27331-89.

ЭПС, кроме УПТ, оборудован первичными средствами пожаротушения - ручными огнетушителями. Их тип, количество и размещение определены в соответствии с существующими нормами.

Материалы, предназначенные для применения в элементах внутренних конструкций вагонов электропоездов, характеризуются совокупностью следующих контрольных показателей: группы горючести материала ( $D_{tmax}$ ,  $D_m$ ) и (или) индекса распространения пламени ( $J$ ), которые определяются методами, изложенными в ГОСТ 14.1.044-89

"Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения".

Для внутренней обшивки кабины и салонов вагонов применены материалы, которые не выделяют токсических веществ при допустимой температуре окружающего воздуха по ГОСТ 16350-80.

Тепло-шумоизоляция стенок пассажирского помещения и кабины управления выполнена из трудновозгораемого материала. Обивка сидений воздухопроницаемая и трудновозгораемая. Кабели и провода должны применяться с изоляцией, не распространяющей горение и не выделяющей вредных и отравляющих веществ.

#### Формула изобретения

1. Транспортный комплекс мегаполиса, содержащий обеспечивающие пассажирские перевозки метрополитен с кольцевой и диаметральными линиями, автобусные, троллейбусные и трамвайные средства сообщения, городские участки электрифицированной железной дороги с путевыми структурами и подвижным составом, а также внеуличную монорельсовую транспортную систему, имеющую электродепо и эстакадную путевую структуру с ходовой балкой на опорах, перемещающимся по балке подвижным составом, стрелочными переводами и эстакадой, проходящей через районы мегаполиса со сложившейся структурой, в том числе и через железнодорожные пути городских участков электрифицированной железной дороги, транспортные автомобильные магистрали, неудобья и парковые зоны, отличающийся тем, что электродепо монорельсового транспорта совмещено с трамвайным парком и выполнено на разных с ним уровнях, путевая структура монорельсовой транспортной системы расположена вне кольцевых путей метрополитена и между его диаметральными линиями, станции монорельсовой транспортной системы сопряжены пересадочными узлами со станциями диаметральных линий метрополитена, а одна из них - со станцией городской электрифицированной железной дороги, стрелочные переводы монорельсовой транспортной системы установлены в концах трассы за конечными станциями или в непосредственной близости от депо, а также на участках трассы, где необходим перевод

электроподвижного состава с одной пассажирской линии на другую, или на запасную ветку, или в электродепо, и обеспечивают прохождение электроподвижного состава со скоростью движения до 20 км/ч с учетом максимального замедления при экстренном торможении - 3 м/с<sup>2</sup>.

5 2. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы проходит по сложившейся городской территории мегаполиса с историко-культурными памятниками, исключаящими сооружение новых направлений улично-дорожной сети и использование других видов общественного транспорта.

10 3. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы связывает объекты многофункционального градостроительного комплекса, в том числе объекты выставочного комплекса.

15 4. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы интегрирована в городское пространство и в общегородскую транспортную сеть за счет создания удобных пересадочных узлов, увязанных с существующими остановочными пунктами других видов общественного транспорта.

20 5. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что трасса первоочередного участка монорельсовой транспортной системы между станциями метро смежных радиальных линий метро проходит по пологоволнистой равнине междуречья с абсолютной отметкой поверхности земли 150-175 м, застроенной жилыми и промышленными сооружениями, пересеченной автомобильными и железными дорогами, линиями метро и другими коммуникациями и сооружениями, в том числе высотной  
25 телевизионной башней.

30 6. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что электродепо выполнено с возможностью использования комплекса зданий и сооружений, совмещенного с ним трамвайного парка для обслуживания подвижного состава монорельсовой транспортной системы без ущерба для работы эксплуатационных служб трамвайного парка.

35 7. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 6, отличающийся тем, что инфраструктура электродепо для обеспечения его деятельности включает в себя административно-бытовой корпус, отстойно-ремонтный корпус, производственно-ремонтные мастерские, цех текущего ремонта, цех восстановительной окраски и сушки вагонов, камеру мойки и обдува вагонов, подстанции ТПП и ПП, компрессорную станцию, очистные сооружения, топливозаправочный пункт для автомобилей, склады:  
материальный, запасных агрегатов, узлов и деталей, склад ГСМ, проходную, крытую грузовую площадку с электрическим краном, снеготаялку, охраняемую стоянку для личного автотранспорта.

40 8. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 6, отличающийся тем, что инфраструктура электродепо для обеспечения работы монорельсовой транспортной системы включает помещение или площадку для размещения восстановительных средств, склады различного назначения, бункер для хранения цемента, площадку для сбора и механизированной отгрузки мусора и металлолома, емкости для слива отработанных  
45 нефтепродуктов, объединенные мастерские эксплуатационных служб.

50 9. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 6, отличающийся тем, что все здания электродепо радиофицированы, телефонизированы, оборудованы устройствами вентиляции и кондиционирования, системами водоснабжения, водоотвода и канализации, отопления и теплоснабжения, электрочасами, устройствами пожарной и охранной сигнализации и установками пожаротушения.

10. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 6, отличающийся тем, что в электродепо имеется поворотный круг для осуществления веерного распределения составов.

11. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 6, отличающийся тем, что в электродепо имеется передвижная платформа для осуществления параллельного распределения составов.

5 12. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что стрелочные переводы монорельсовой транспортной системы являются переводами роторного типа, наиболее оптимальными по габаритно-весовым характеристикам и простоте конструкции.

13. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что стрелочные переводы выполнены с возможностью перевода монорельсовой транспортной системы за время, не превышающее 20 с.

10 14. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что электроснабжение монорельсовой транспортной системы осуществлено от типовых тяговых трансформаторных подстанций, предназначенных для приема электроэнергии переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 10 кВ от внешней сети и преобразования ее в электроэнергию постоянного тока номинальным напряжением  $600 \pm 10\%$  В для питания  
15 контактных шин трассы монорельсовой дороги с обеспечением контроля текущих электрических параметров во всех режимах эксплуатации.

15 15. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 14, отличающийся тем, что путевая структура монорельсовой транспортной системы разделена на секции, а необходимое количество тяговых подстанций для их питания выбрано с помощью электрического  
20 расчета с учетом протяженности пути, характеристик контактных шин, одновременно потребляемой мощности поездами и рельефа местности.

16. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 14, отличающийся тем, что тяговые подстанции подключены к контактным шинам путевой структуры монорельсовой транспортной системы централизованно или децентрализованно.

25 17. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 16, отличающийся тем, что при централизованном подключении тяговых подстанций в их состав введен резервный источник питания и от одной из тяговых подстанций осуществлено питание нескольких секций путевой структуры монорельсовой транспортной системы.

30 18. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 16, отличающийся тем, что при децентрализованном подключении тяговых подстанций имеется в случае неисправности возможность подключения каждой секции путевой структуры к контактным шинам соседней путевой структуры монорельсовой транспортной системы.

35 19. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 16, отличающийся тем, что при децентрализованном подключении тяговых подстанций сооружения станций монорельсовой транспортной системы совмещены с сооружениями тяговых подстанций для обеспечения возможности подсоединения тяговых подстанций к контактным шинам  
40 трассы  $\pm 600$  В короткими кабельными линиями при одновременном уменьшении затрат на прокладку кабельных трасс и исключении понижения подводимого питающего напряжения за допустимые пределы.

40 20. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1 или 16, отличающийся тем, что в состав оборудования тяговых подстанций входят трансформаторы, преобразователи, устройства распределения электроэнергии, защиты от перенапряжения и токов короткого замыкания.

45 21. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что поперечное сечение ходовой балки выполнено коробчатым из стальных листов, ходовые и стабилизационные колесные пары подвижного состава объединены в головные и межвагонные ходовые тележки, первые из которых соединены с подвагонными рамами  
50 головных вагонов, а вторые - соответственно с подвагонными рамами смежных пассажирских или пассажирского и головного вагонов, тяговый привод выполнен с линейным двигателем, пассивные элементы которого установлены на ходовой балке, а активные элементы - на электроподвижном составе и электрически соединены с системой энергоснабжения.

22. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что подвижный состав содержит два головных и от четырех до десяти пассажирских вагонов.



23. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что номинальное значение максимальной длины подвижного состава при шести вагонах составляет 35 м.

24. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что первоочередный участок монорельсовой транспортной системы начинается на территории существующего рынка у станции метро, при этом начальная точка трассы принята в увязке с архитектурной концепцией развития данной территории как современного многопрофильного торгового центра и перспективой дальнейшего развития этой линии монорельса, а плановая и высотная отметки начальной точки определены с учетом совмещения пассажирской посадочной платформы со зданием торгового комплекса с обеспечением прохода пассажиров из вагона в торговые залы, кроме того, предусмотрен пересадочный узел между станциями метро и монорельсовой транспортной системы.

25. Транспортный комплекс мегаполиса по п. 1, отличающийся тем, что основной радиус горизонтальных кривых трассы принят равным 200 м, обеспечивающим безопасное прохождение подвижным составом кривых трассы без снижения скорости, а минимальные радиусы кривых трассы в плане приняты 100 м с переходными кривыми длиной 15 м, обеспечивающими скорость подвижного состава до 25 км/ч, при этом предусмотрено максимальное приближение участков с малыми радиусами горизонтальных кривых - 100 м к станциям, обеспечивающее минимизацию количества участков разгона-торможения подвижного состава, а в границах станций трасса в плане выполнена прямой.

20

25

30

35

40

45

50

## Основные параметры монорельсовой трассы

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
Расчетная скорость движения	км/ч	40	
Радиус кривой в плане рекомендуемый для расчетной скорости минимальный - для главных линий - для служебных линий	м м м	200 25 20	Кривые радиусом менее 200 м следует сопрягать посредством переходных кривых (клотоид)
Наибольший продольный уклон ходовой балки - для главных и служебных линий - в депо и на станциях	% %	7,0 0,3	Протяженность участков с уклонами не должна превышать 4,0% – 700 м, 5,0% – 500 м, 6,0% – 350 м; 7,0% – 250 м
Наименьший продольный уклон ходовой балки	%	0,25	
Наименьшие радиусы вертикальных кривых - выпуклых, - вогнутых	м м	600 600	
Величина максимально допустимой алгебраической разности уклонов между смежными прямыми в продольном профиле	%	0,2	

## Основные технические характеристики ЭПС

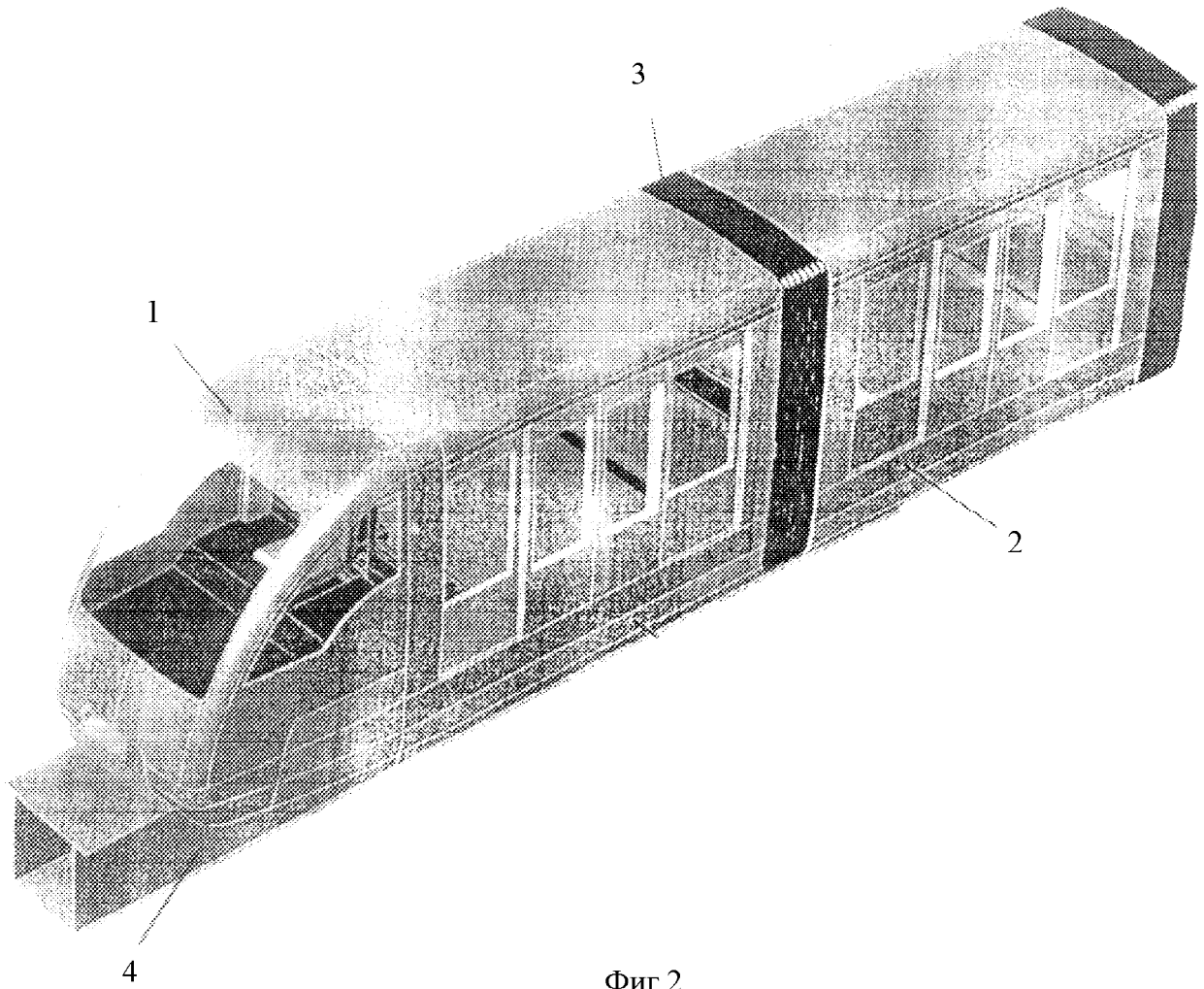
Таблица 2

Длина состава	Не более 35 м
Высота состава над ходовой балкой (при номинальной загрузке)	Не более 3,2 м
Ширина состава	2,3 м
Количество вагонов в составе	6
Количество сидячих мест (не менее)	8 – для пассажирского вагона 7 – для головного вагона
Количество пассажиров в вагоне	33 – при плотности загрузки 5 чел/м <sup>2</sup> 48 – при плотности загрузки 8 чел/м <sup>2</sup> 58 – при плотности загрузки 10 чел/м <sup>2</sup>
Общее число пассажиров в составе	200 – при плотности загрузки 5 чел/м <sup>2</sup> 290 – при плотности загрузки 8 чел/м <sup>2</sup> 350 – при плотности загрузки 10 чел/м <sup>2</sup>
Вес порожнего состава	Не более 30000 кг
Вес загруженного состава, кг	
Номинальный	44000 – при плотности загрузки 5 чел/м <sup>2</sup>
Максимально эксплуатационный	50300 – при плотности загрузки 8 чел/м <sup>2</sup>
Максимально расчетный	54500 – при плотности загрузки 10 чел/м <sup>2</sup>
Кондиционирование воздуха в кабине водителя	Предусматривается
Обогрев, вентиляция в пассажирском салоне	Предусматривается
Двери	Автоматические с блокировкой
Время открытия дверей	1,2 сек
Время закрытия дверей	2,3 сек
Усилие закрытия дверей	10 кг
Усилие аварийного открытия дверей вручную после снятия блокировки	Не более 10 кг
Ширина дверного проема	1,2 м
Высота дверного проема	2,0 м
Отклонение поверхности пола вагона (по отношению к уровню платформы станции)	±35 мм
Зазор между поездом и платформой	Не более 40 мм
Максимальная скорость движения состава	16,7 м/сек (60 км/час)
Подвод питания (к токоведущим шинам)	600 В постоянного тока
Заземление корпуса ЭПС	Через специальную шину
Диапазон температур окружающей среды (при эксплуатации состава)	От минус 40°С до +40°С
Максимальный уровень шумов внутри пассажирского вагона при скорости 40 км/час	65 дБ
Максимальный уровень шума на расстоянии 25 м от движущегося состава при скорости 40 км/час	65 дБ
Время разгона до скорости 43,2 км/ч (12 м/с)	Не более 13 сек
Длина тормозного пути со скоростью движения 43,2 км/ч (12 м/сек)	
При служебном торможении	Не более 80 м
При экстренном торможении	Не более 36 м
Ускорение при разгоне и торможении	1 м/сек <sup>2</sup>
Максимальная скорость изменения горизонтального ускорения	≈0,6 м/с <sup>3</sup>
Максимальная скорость изменения вертикального ускорения	≈0,3 м/с <sup>3</sup>
Максимальная скорость изменения продольного ускорения	≈0,8 м/с <sup>3</sup>
Режим работы СУ ЭПС	Автоматический, полуавтоматический, ручной, режим диагностики

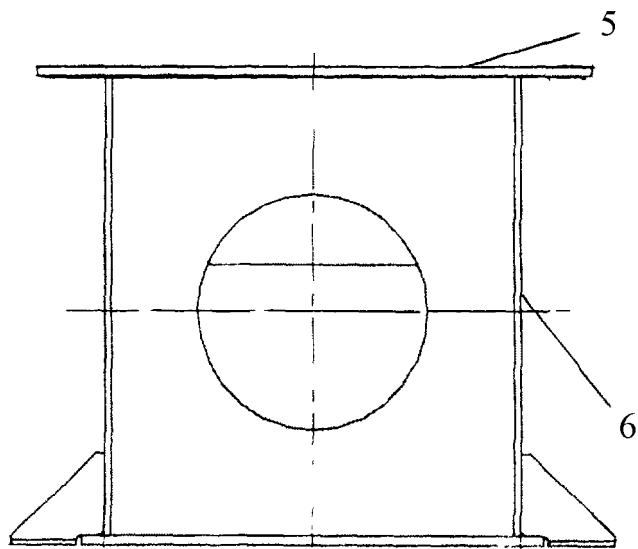
## Основные характеристики парковочного устройства

Таблица 3

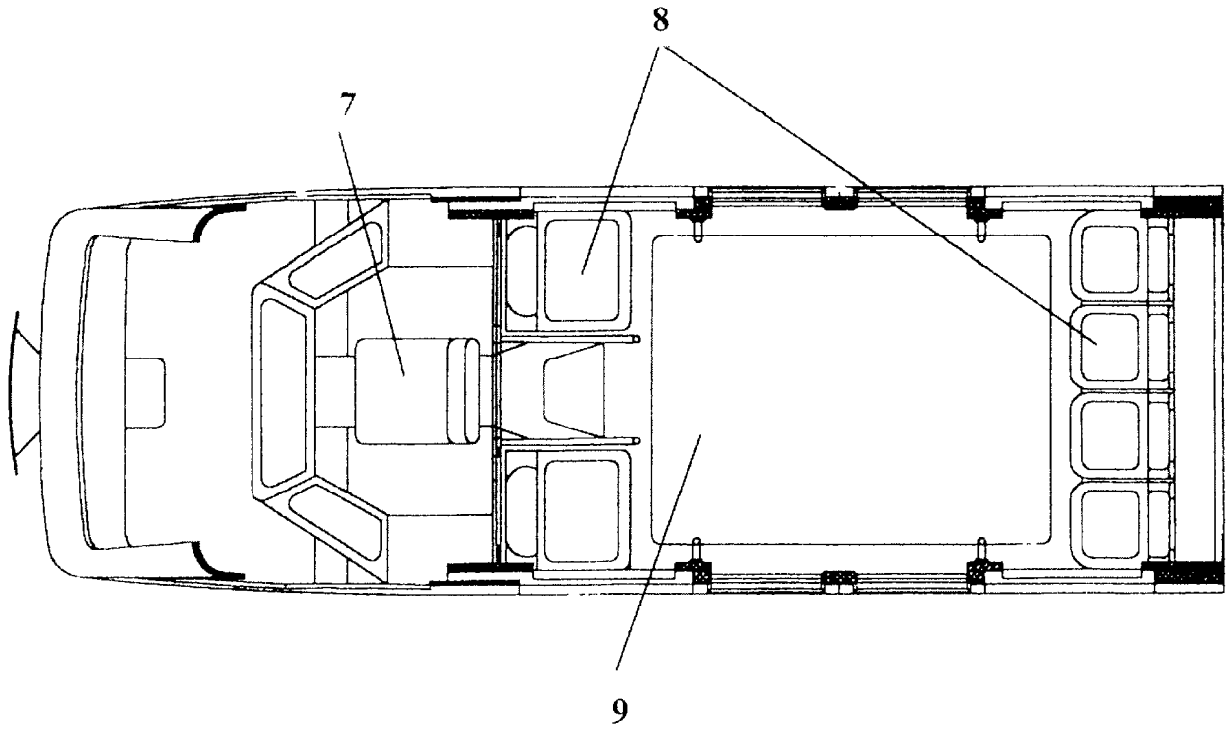
Характеристика	Величина
1 Время поворота балки с ЭПС на максимальный угол от центрального положения, с	100
2 Продолжительность работы каждого из механизмов фиксации, с	30
3 Продолжительность цикла обслуживания одного состава, с	240
4 Продолжительность работы	
– часов в сутки	19
– дней в году	365
5 Угол поворота балки относительно центрального положения, град	85
6. Степень защиты электрооборудования	IP54
7 Габаритные размеры парковочного устройства, м.	
– длина:	
парковочного устройства в целом	39
поворотной балки	37
– высота	2
8 Масса, т.	
– поворотной балки	32
– общая	43
9 Привод поворота балки, шт	2
9.1 Мощность электродвигателя, кВт	2,2
9.2 Режим работы привода	Повторно-кратковременный, реверсивный
9.3 Питание электропривода	50 Гц, 220/380 В
10 Механизм фиксации, шт	2
10.1 Тип	Электровинтовой
10.2 Ход перемещения штока, мм	260
10.3 Мощность электродвигателя, кВт	
10.4 Питание электропривода	50 Гц, 220/380 В
11 Дискретные команды управления	Логические, «Сухой контакт»
12 Управление	
– дистанционное	От СУ МД
– автономное (пусконаладочные, ремонтные и регламентные работы)	Местный пульт управления



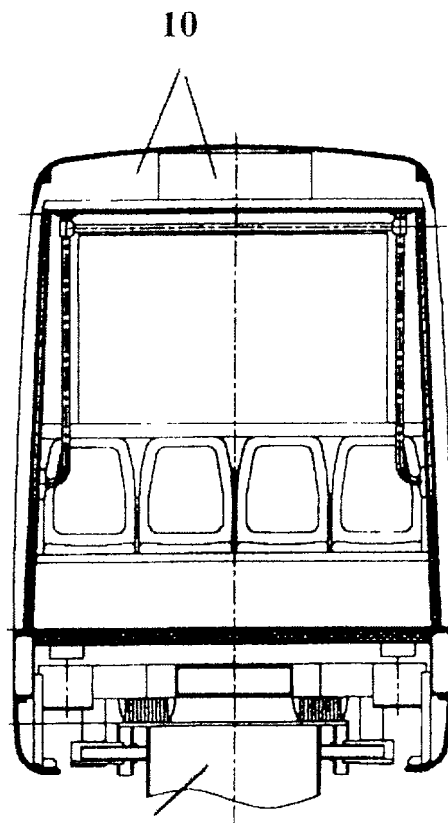
Фиг.2



Фиг.3

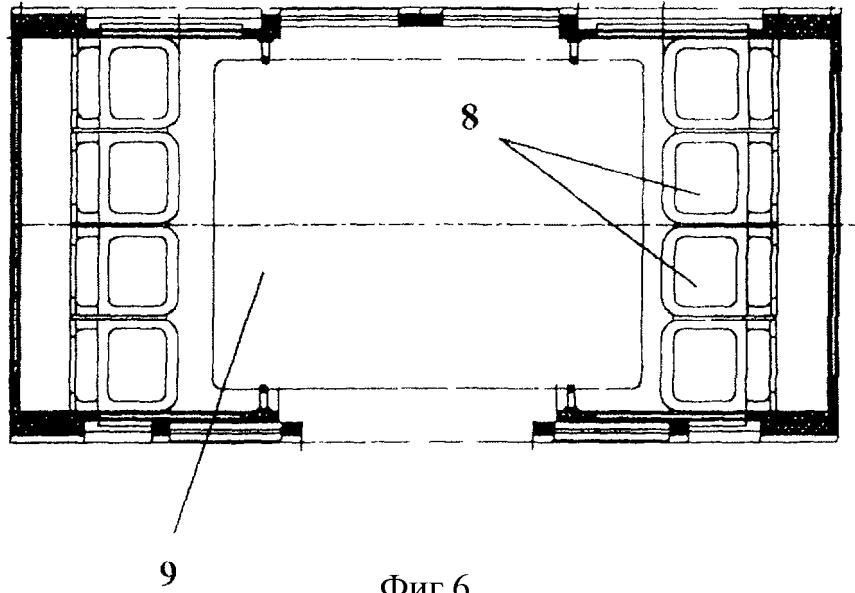


Фиг.4



1

Фиг.5



Фиг.6