

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **033863**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2019.12.03**

**(51)** Int. Cl. **B61B 3/02** (2006.01)  
**B61B 15/00** (2006.01)

**(21)** Номер заявки  
**201800011**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2017.10.31**

---

**(54) СТРУННАЯ ПУТЕВАЯ СТРУКТУРА**

---

**(43)** **2019.05.31**

**(56)** RU-C2-2325293  
US-B2-8640626

**(96)** **2017/ЕА/0088 (ВУ) 2017.10.31**

**(71)(72)(73)** Заявитель, изобретатель и патентовладелец:  
**ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ  
ЭДУАРДОВИЧ (ВУ)**

Вибрации в технике: Справочник/Ред.  
совет: В.Н. Челомей и др. - М.: Машиностроение,  
т. 6, Защита от вибрации и ударов/Под ред. К.В.  
Фролова, 1981 - 456 с. (см. с. 326-327)

**(74)** Представитель:  
**Гончаров В.В. (ВУ)**

---

**(57)** Изобретение относится к области транспорта, в частности к надземным транспортным системам струнного типа с рельсовой путевой структурой, родственной путям подвесного и эстакадного типов. Струнная путевая структура содержит расположенную над основанием 1 в пролете А между опорами 2 по меньшей мере одну предварительно напряженную рельсовую нить 3 шириной L, м, оснащенную средством ее стабилизации 4 в пространстве. В качестве средства стабилизации 4 используют балансировочную раму 4.1. Рельсовая нить 3 представляет собой силовой орган 5, заключенный в корпус 6 с поверхностью качения 7, которая может быть выполнена по его верхней В, наружной боковой С и нижней D граням. Струнная путевая структура включает также переходные участки F пути в виде оголовков 8 на опорах 2, сопряженные с подвесными Р участками пути в пролете А между ними. В результате благодаря соответствующему исполнению колеи рельсовой нити 3, а также вследствие применения рамы 4.1 определенной конструкции на подвесном Р участке путевой структуры 9 в пролете А между смежными опорами 2 достигается увеличение пролетов между смежными опорами путевой структуры Юницкого без существенного увеличения веса ее погонного метра; повышение жесткости такой путевой структуры Юницкого, ее надежности и долговечности; повышение динамической устойчивости струнной путевой структуры Юницкого в пролетах между смежными опорами; расширение функциональных возможностей предлагаемой струнной путевой структуры Юницкого.

**B1**

**033863**

**033863  
B1**

Изобретение относится к области транспорта, в частности к надземным транспортным системам струнного типа с рельсовой путевой структурой, родственной путям подвешенного и эстакадного типов. Оно может быть использовано для рельсовых транспортных систем пассажирского и грузового транспорта в различных природных условиях, в том числе в условиях сильно пересеченной местности, как на сухопутных (горы, пустыни), так и водных участках транспортных линий (в том числе переправы через моря, проливы, реки и водоемы), а также при создании внутригородских транспортных магистралей и при построении межцеховых транспортных структур рассредоточенных производственных предприятий или их объединений.

В настоящее время актуальна проблема создания транспортной системы, для которой характерны отсутствие загрязнений окружающей среды, предельное ограничение шума, незначительная потребность в полезных земельных площадях, при этом она должна обеспечить экономичность, максимальную безопасность, высокую скорость передвижения транспортных средств, а также низкую себестоимость строительства и эксплуатации транспортной системы.

Известна эстакадная транспортная система [1], которая содержит вертикальные опорные колонны и установленную на их верхних торцах горизонтальную путевую балку. По балке проложены ходовые рельсы, выполненные в виде коробов прямоугольного сечения с продольными прорезями в обращенных одна к другой боковых стенках и плоский направляющий рельс, расположенный между ходовыми рельсами. Транспортное средство выполнено с тяговым приводом и установленными на подвеске опорными и направляющими колесными парами, у первых из которых оси пропущены через прорези коробов. Колеса, вынесенные за габариты транспортного средства, размещены внутри коробов и контактируют с их нижними стенками, а у вторых колеса контактируют с направляющим рельсом по обе его стороны.

Известная транспортная система характеризуется повышенным качеством защиты от атмосферных осадков и улучшенными стабилизационными параметрами. Недостаток такой системы связан со значительной стоимостью прокладки путей и шумностью коробов при качении колес. Кроме того, наличие стыков в рельсовом пути и температурная деформация рельсов указанной транспортной системы не позволяют создать "бархатный" путь для транспортного средства, а это означает, что невозможно достичь высокой скорости движения и обеспечить высокую надежность транспортировки. При этом эффективность стабилизации движения транспортного средства направляющими колесами, сосредоточенными на одном направляющем рельсе, оказывается невысокой, что также ограничивает область практического использования подобных систем.

Известна подвесная транспортная система [2], которая содержит ходовой путь и транспортное средство в виде кузова. Ходовой путь выполнен в виде двухрельсового пути, расположенного на продольных балках, установленных на внутренних консолях промежуточных опор. Система снабжена двигателем в виде ходовой тележки с установленными на ней электродвигателем и пневмостабилизатором. Кузов установлен под ходовой тележкой и соединен с ней посредством пневмостабилизатора.

Недостатком указанной транспортной системы является повышенная материалоемкость ее конструкции, обусловленная сильно ограниченной несущей способностью балок ходового пути, а также сложность при транспортировке к месту установки балок протяженных пролетных строений, трудоемкость их монтажа в полевых условиях при сложном ландшафте и ограниченные возможности их применения для перекрытия больших пролетов между соседними промежуточными опорами.

Известна железнодорожная магистраль [3], включающая двухрельсовую колею шириной 500 мм или более. Двухрельсовая колея поднята над землей на канатах с помощью подвесок. Сами канаты подвешены вдоль железнодорожной магистрали над поверхностью земли с помощью вертикальных опор. Вагоны или другие секции подвижного состава маршрутных поездов располагаются на верхней поверхности двухрельсовой колеи.

Недостатком такого технического решения является то, что рельсы в указанной транспортной системе обладают малой удельной несущей способностью, если под ней понимать отношение веса полезной нагрузки к их собственному весу, что особенно важно для дорог эстакадного и подвешенного типа и в данном случае ведет к значительному удорожанию такой транспортной системы.

Известен также направляющий путь [4], содержащий два опорных и продольный элементы, связанные поперечными элементами, снабженный боковыми листами, соединяющими опорные элементы с продольным элементом, который также выполнен листовым, при этом одна часть поперечных элементов может быть связана с опорными элементами, а другая часть с опорными и продольным элементом.

Недостатком указанного технического решения является то, что известная транспортная система имеет громоздкую металлоемкую конструкцию рельсовой путевой структуры, требующую для обеспечения ее надежности весьма малых пролетов между промежуточными опорами эстакады. Увеличение же пролетов между опорами, несмотря на конструкционную жесткость рельсов такого профиля, ведет (при условии сохранения надежности) к чрезмерному увеличению материалоемкости рельсовой путевой структуры и снижению ее удельной несущей способности.

Известна транспортная система [5], состоящая из опорного монорельса и транспортного модуля, в которой опорный монорельс выполнен или равномерно прямолинейно опирающимся через модули-тетраэдры на сваи-шпалы в грунте и имеет стартовые горки и финишные противуклоны, а ее транс-

портный модуль - платформа с двумя кабинами на четырех центральных двухребордных колесах и четырех боковых поддерживающих роликах, с автоцентрирующими маховиками-гироскопами с возможностью установки кузова-салона, цистерны, контейнера, бортовой платформы, платформы со стойками для перевозки различных грузов, или как другой вариант исполнения такой транспортной системы, которая состоит из подвешенного монорельса и транспортного модуля, в которой подвешенный монорельс - это двутавр, подвешенный растяжками по ребрам модулей тетраэдров к двум продольным несущим канатам, стянутым поперечными стяжками, и также имеет стартовые горки и финишные противоуклоны. В этом случае транспортный модуль выполнен подвесным.

Недостатком такого технического решения является то, что указанная транспортная система обладает малой удельной несущей способностью.

Основным преимуществом вышеуказанных известных путевых структур является то, что построенные на их основе транспортные системы практически не занимают земельную площадь, т.к. путевые структуры, расположенные над городской застройкой или природным ландшафтом, не требуют для своей поддержки земляных насыпей и пр. При переходе трассы через глубокие пропасти, ущелья, реки с глубоким руслом опоры могут быть выполнены с помощью тросовой подвески. В результате появляется возможность обслуживания транспортом районов со сложным ландшафтом, снижаются затраты на монтаж и эксплуатацию транспортной системы.

Опоры трассы могут также использоваться для размещения фонарей наружного освещения, для прокладки силовых кабелей, кабелей наружного освещения, телефонных кабелей или иных коммуникаций, а также использоваться для посадки/высадки пассажиров или их эвакуации из подвижного состава при аварийных ситуациях.

Общим недостатком указанных путевых структур является их низкая удельная несущая способность, что ведет к значительному их удорожанию, т.к. делает конструкцию тяжеловесной, громоздкой и трудоемкой, а также приводит к повышению материалоемкости промежуточных опор, которые, к тому же, устанавливаются с небольшими расстояниями между ними (пролетами).

Дальнейшее развитие конструкций транспортных систем подвешенного и эстакадного типов получило с разработкой и созданием транспортной системы на основе струнной путевой структуры Юницкого, в основе которой лежит применение в качестве основных конструктивных элементов рельса его предварительно напряженных в продольном направлении силовых струнно-стержневых компонентов.

Известна транспортная система Юницкого [6], которая включает по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролете между опорами путевую структуру в виде силового органа, заключенного в корпус с поверхностью качения для движения установленных на путевой структуре колесных подвижных средств. В указанном устройстве оптимизированы площади поперечного сечения силового органа и корпуса рельса с поверхностью качения, а также усилия натяжения путевой структуры и силового органа этой структуры, обоснован расчет высоты провисания путевой структуры между смежными опорами и высоты опор.

Однако известная транспортная система имеет недостаточную жесткость, в том числе крутильную.

Наиболее близкой к предлагаемому по технической сущности и достигаемому положительному эффекту является другая известная струнная путевая структура Юницкого для самоходного рельсового колесного транспортного средства [7], которая содержит по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролете между анкерными опорами рельсовую нить, выполненную в виде силового органа, заключенного в корпус с поверхностью качения для транспортного средства, а также переходные участки пути на анкерных опорах, сопряженные в пролете между ними с оснащенными средствами стабилизации в пространстве подвесными участками рельсовой нити.

Такая транспортная система обеспечивает высокие эксплуатационно-технические характеристики путевой структуры.

Однако в пролетах значительной длины указанной транспортной системы осуществление процесса стабилизации рельсовой нити требует существенного повышения материалоемкости конструкции и трудоемкости ее монтажа.

В основу изобретения положена задача обеспечения возможности достижения следующих технических целей:

увеличение пролетов между смежными опорами транспортной системы без существенного увеличения веса погонного метра ее путевой структуры;

повышение жесткости путевой структуры, ее надежности и долговечности;

повышение динамической устойчивости путевой структуры между смежными опорами;

расширение функциональных возможностей струнной путевой структуры.

Решение поставленной задачи обеспечивается всей совокупностью отличительных признаков исполнения предлагаемой струнной путевой структуры.

Необходимые технические результаты и поставленные цели изобретения достигаются посредством струнной путевой структуры Юницкого, в которой над основанием в пролете между опорами расположена по меньшей мере одна предварительно напряженная рельсовая нить шириной  $L$ ,  $m$ , оснащенная средством ее стабилизации в пространстве и состоящая из силового органа, заключенного в корпус с по-

верхностью качения для колесного транспортного средства, а средство стабилизации выполнено в виде балансировочных рам, закрепленных на путевой структуре в пролетах между опорами, при этом центр масс каждой рамы расположен ниже рельсовой нити на расстоянии  $H_1$ , м, от ее оси, связанном с высотой рамы  $H_2$ , м, зависимостью

$$0,2 \leq H_1/H_2 \leq 1,$$

а вес  $P_0$ , Н, каждой рамы связан с расстоянием  $H_1$ , м, от оси рельсовой нити до центра масс рамы и с максимальным опрокидывающим моментом  $M$ , Нм, от воздействия внешней среды на путевую структуру соотношением

$$1,1 \leq P_0 H_1 / M \leq 10,$$

причем, рамы размещены друг от друга и/или от опор на расстоянии  $R$ , м, определяемом из соотношения

$$20 \leq R/L \leq 5000.$$

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что рамы закреплены на путевой структуре посредством опорных стоек.

Указанный результат достигается также при условии, что опорная стойка имеет высоту  $H_0$ , м, определяемую соотношением

$$0,01 \leq H_0/H_1 \leq 0,5.$$

Решение поставленной задачи обеспечивается также при условии, что струнная путевая структура имеет две рельсовые нити.

Указанный результат достигается также при условии, что пара рельсовых нитей объединена в колесо поперечными стяжками.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что рама снабжена грузом, закрепленным на ее нижней грани.

Решение поставленной задачи достигается при условии, что груз рамы выполнен в виде рекламного щита.

Указанный результат достигается также и тем, что груз рамы выполнен в виде панели солнечной батареи.

Решение поставленной задачи достигается также при условии, что в качестве материала рамы и/или опорной стойки используют диэлектрики.

Достижение технической цели обеспечивается также при условии, что груз рамы выполнен в виде канатов, труб, стержней, проводов, закрепленных вдоль рельсовой нити.

Дополнительным предметом настоящего изобретения является применение балансировочной рамы для транспортировки электроэнергии, и/или передачи информационных сигналов связи, и/или транспортировки жидкостей и/или газов.

Еще одним предметом настоящего изобретения является также применение в качестве груза рамы закрепленных продольно рельсовой нити элементов линии электропередачи, и/или элементов линии передачи информационных сигналов, и/или элементов трубопроводов.

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей, фиг.1-9, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - схематичное изображение общего вида струнной путевой структуры Юницкого - вид спереди;  
фиг. 2 - схематичное изображение общего вида струнной путевой структуры Юницкого - вид сверху;  
фиг. 3 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити струнной путевой структуры Юницкого (вариант исполнения);

фиг. 4 - схематичное изображение поперечного разреза струнной путевой структуры подвесного типа с транспортным средством (вариант исполнения);

фиг. 5 - схематичное изображение поперечного разреза струнной путевой структуры навесного типа с транспортным средством (вариант исполнения);

фиг. 6 - схематичное изображение фрагмента путевой структуры с балансировочной рамой - вид сбоку;

фиг. 7 - схематичное изображение варианта исполнения балансировочной рамы в виде рекламного щита;

фиг. 8 - схематичное изображение варианта исполнения груза балансировочной рамы в виде элементов воздушной линии электропередач (ЛЭП);

фиг. 9 - схематичное изображение варианта исполнения груза балансировочной рамы в виде элементов трубопроводов.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая струнная путевая структура (см. фиг. 1 и 2) содержит расположенную над основанием 1 в пролете А между опорами 2 по меньшей мере одну предварительно напряженную рельсовую нить 3 шириной  $L$ , м, оснащенную средством ее стабилизации 4 в пространстве. В качестве средства стабилизации 4 используют балансировочную раму 4.1. Рельсовая нить 3 представляет собой силовой орган 5, заключенный в корпус 6 с поверхностью качения 7, которая может быть выполнена по его верхней В,

наружной боковой С и нижней D граням (см. фиг. 3). Струнная путевая структура включает также переходные участки F пути в виде оголовков 8 на опорах 2, сопряженные с подвесными Р участками пути в пролете А между ними (см. фиг. 1 и 2).

При этом, в зависимости от проектного решения, в качестве опор 2 могут выступать железобетонные, трубобетонные, стальные столбчатые и каркасные конструкции, здания и сооружения, специально оборудованные посадочно-погрузочные площадки, размещенные между погрузочно-разгрузочными станциями, пассажирскими для пассажирских трасс и грузовыми для грузовых трасс. Оголовки 8 предназначены для размещения на них переходных участков F пути и/или размещенных на путевой структуре 9 систем коммуникационных компонентов - сетей энергоснабжения и/или связи и/или трубопроводов, а также для крепления (анкерения) натянутых элементов силового органа 5 путевой структуры 9.

Устройства крепления силового органа 5 в оголовках 8 опор 2 представляют собой любые известные устройства, аналогичные устройствам, используемым в висячих и вантовых мостах, канатных дорогах и предварительно напряженных железобетонных конструкциях для крепления (анкерения) натянутых силовых органов (арматуры, канатов, высокопрочных проволок и др.).

Конструкция опоры 2 может изменяться в зависимости от места установки опоры. В частности, форма оголовков 8 с устройствами крепления силового органа 5 и коммуникационных сетей на анкерных опорах, устанавливаемых на поворотах трассы, на линейных участках пути, в горах или по концам трассы, может быть различной, так как упомянутые устройства, определяющие направление для переходного участка пути, должны быть плавно сопряжены с подвесными участками Р пути в пролете А между опорами 2 (см. фиг. 1 и 2). Кроме того, форма оголовков 8 опор 2 может определяться и тем, что они являются местом размещения погрузочно-разгрузочных пассажирских и/или грузовых станций, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) путевой структуры 9 или узлов разветвления системы коммуникаций. В центральной части пассажирских и/или грузовых станций на переходных участках F пути выполнен горизонтальный участок (на чертежах не показано).

Кроме того, опоры 2 могут быть совмещенными со зданиями и строительными сооружениями (жилые, производственные, офисные, торговые и другие здания и сооружения).

На путевой структуре 9 могут быть размещены транспортные средства 10 (пассажирские, и/или грузовые, и/или грузопассажирские), которые могут быть либо подвешены снизу к путевой структуре 9, как показано на фиг. 1 и 4, либо установлены сверху, как показано на фиг. 5, на путевую структуру 9.

Рельсовая нить 3 представляет собой сборную конструкцию, состоящую из предварительно напряженного (натянутого) силового органа 5, заключенного в корпус 6 рельсовой нити 3, как отражено на фиг. 3.

Силовой орган 5 рельсовой нити 3 в альтернативных вариантах реализации может быть образован размещением в соответствующем корпусе 6 предварительно напряженных протяженных силовых элементов, выполненных в виде одного или нескольких пучков высокопрочной стальной или композитной проволоки, либо из прутьев, собранных в один пучок либо рассредоточенных по сечению полости корпуса 6, либо одного или нескольких стандартных витых или невитых стальных или композитных канатов, а также нитей, пряжей, полос, лент, труб или других протяженных профильных элементов из высокопрочных материалов любого известного поперечного сечения. Пустоты в корпусе 6 между элементами силового органа 5 рельсовой нити 3 (см. фиг. 3) могут быть заполнены твердеющим материалом на основе полимерных связующих, композитов или цементными смесями, которые жестко связывают в одно целое силовой орган 5 с соответствующим корпусом 6 рельсовой нити 3, омоноличивая в одно целое ее конструкцию.

При любых вариантах практических реализаций заполнения силовыми органами 5 корпуса 6 рельсовой нити 3, при ее закреплении на опорах 2 (в оголовках 8) силовые органы 5 выполняются предварительно напряженными, одновременно предварительно напряженным может быть выполнен и корпус 6 рельсовой нити 3.

На оголовках 8 опор 2 путевая структура 9 может быть закреплена любым известным способом.

Альтернативным видом исполнения путевой структуры является вариант, когда струнная путевая структура выполнена в виде двух рельсовых нитей 3, а их корпуса 6 связаны стяжками 11 в рельсовую колею. При этом корпуса 6 рельсовых нитей 3 в рельсовой колее исполнены жестко связанными между собой стяжками 11 (см. фиг. 2 и 3).

Конструктивная связь стяжек 11 с корпусами 6 рельсовых нитей 3, в зависимости от проектного решения, может быть осуществлена любым из известных способов: сварка, клепка, резьбовое соединение, склеивание, кинематическим зацеплением через различные направляющие, выполненные заодно с ответными элементами, расположенными на противоположных концах стяжек 11, посредством крепления этих противоположных концов стяжек 11 к внутренним и/или внешним поверхностям корпусов 6 рельсовых нитей 3 различными сочетаниями известных способов сочленения (на чертежах не показано).

Условия обеспечения динамической устойчивости путевой структуры 9 определены исходя из требований по оптимизации частоты собственных колебаний рельсовых нитей 3 и условия предотвращения образования явления типа флаттера в процессе обтекания рельсовой нити 3 набегающим воздушным потоком при различных режимах эксплуатации и конкретного конструктивного исполнения путевой струк-

туры 9 и достигаются благодаря использованию в качестве средств стабилизации путевой структуры 9 балансировочных рам 4.1 различных модификаций и вариантов их исполнения (см. фиг. 4-9).

Центр масс 4.2 рамы 4.1 должен быть расположен ниже рельсовой нити 3 на расстоянии  $H_1$ , м, от ее продольной оси  $Y$  (см. фиг. 6-9), связанном с высотой  $H_2$ , м, рамы 4.1 зависимостью

$$0,2 \leq H_1/H_2 \leq 1 \quad (1)$$

Указанные в соотношении (1) значения соответствуют оптимальному диапазону взаимозависимости между расстоянием расположения центра масс 4.2 рамы 4.1 от оси  $Y$  рельсовой нити 3 и высотой рамы 4.1.

Если соотношение (1) будет меньше 0,2, то в результате недостаточного изменения частоты собственных колебаний, а также из-за низкой крутильной жесткости рельсовой нити 3 сформированной путевой структуры 9 такая колея будет обладать недостаточной жесткостью и устойчивостью.

При этом затруднительным становится обеспечение в раме проема, достаточного по высоте для прохождения через него транспортного средства 10 с расчетным миделевым сечением. Очевидным условием работы путевой структуры является выполнение габаритов проема рамы, превышающими габаритные размеры транспортного средства 10.

Соотношение (1) по определению не может быть больше 1.

Также для повышения динамической устойчивости путевой структуры 9 и предотвращения образования на ней явления типа флаттера в пролете между опорами 2 на путевой структуре 9 может быть расположена по меньшей мере одна рама 4.1, вес  $P_0$ , Н, которой связан с расстоянием  $H_1$ , м, от оси  $Y$  рельсовой нити 3 до центра масс 4.2 рамы 4.1 и с максимальным опрокидывающим моментом  $M$ , Нм, от воздействия внешней среды на участок путевой структуры между балансировочными рамами 4.1 или между рамами 4.1 и опорами 2 соотношением:

$$1,1 \leq P_0 H_1 / M \leq 10 \quad (2)$$

Расположение балансировочных рам 4.1 на путевой структуре 9 определяется техническим заданием на ее проект, в соответствии с которым таких рам 4.1 в пролете может быть установлено больше одной, может быть установлена в пролете только одна рама 4.1 и могут быть пролеты, в которых рамы 4.1 не предусмотрены ввиду малой длины такого пролета.

Указанные значения соотношения (2) соответствуют оптимальному диапазону значений веса рамы 4.1, величины плеча от оси  $Y$  рельсовой нити 3 до центра масс 4.2 рамы 4.1 и максимального опрокидывающего момента от воздействия внешней среды на путевую структуру.

При соотношении (2) менее 1,1 не удастся на больших пролетах  $A$  транспортной системы существенно изменить частотные характеристики такого колебательного контура и обеспечить динамическую устойчивость путевой структуры 9, что ведет к повышению вероятности возникновения явления типа флаттера под воздействием бокового пульсирующего ветра.

При соотношении (2) более 10 наблюдается неэффективное использование несущей способности предварительно напряженной путевой структуры, перерасход материалов и повышение ее стоимости.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной путевой структуры возможны различные не исключающие варианты исполнения средств стабилизации. В частности, рама 4.1 может быть выполнена опирающейся сверху на рельсовую нить 3 (или на колею рельсовых нитей 3) путевой структуры 9 с подвесным транспортным средством 10 (см. фиг. 1, 4, 6-9) либо может быть выполнена подвесной к путевой структуре 9 при навесном исполнении на этой путевой структуре 9 транспортного средства 10 (см. фиг. 5).

В зависимости от проектного решения рама 4.1 посредством опорной стойки 12 может быть закреплена на путевой структуре 9 двояко, в первом случае на путевой структуре 9 подвесного типа при помощи навесной опорной стойки 12, а на путевой структуре 9 навесного типа при помощи подвесной опорной стойки 12. Таким образом достигается ее максимальная устойчивость и стабилизация расположения в пространстве, что, в свою очередь, исключает вероятность возникновения явления типа флаттера колеи рельсовых нитей 3 путевой структуры 9.

Существенную роль в повышении устойчивости и жесткости путевой структуры 9, а также и в предотвращении возникновения на ней явления типа флаттера играет как размещение рам 4.1 друг от относительно друга и/или от относительно опор 2, так и высота жестко закрепленной на раме 4.1 опорной стойки 12, через которую рама 4.1 опирается на рельсовую нить 3.

В соответствии с любым из неограничивающих вариантов альтернативного исполнения путевой структуры 9, рамы 4.1, вдоль колеи рельсовой нити 3 в пролете  $A$  между смежными опорами 2 могут быть предпочтительно расположены друг от друга или от рамы 4.1 до ближайшей опоры 2 на расстоянии  $R$ , м, определяемом из соотношения

$$20 \leq R/L \leq 5000, \quad (3)$$

при этом рама 4.1 опирается на рельсовую нить 3 через жестко закрепленную на ней опорную стойку 12 высотой  $H_0$ , м, определяемой соотношением

$$0,01 \leq H_0/H_1 \leq 0,5. \quad (4)$$

При расположении рам 4.1 на расстоянии  $R$ , м, друг от друга и/или относительно опор 2 в соответ-

ствии со значениями, определяемыми соотношением (3), удастся достаточно просто обеспечить требуемое повышение динамической устойчивости и жесткости путевой структуры 9 без существенного увеличения ее веса.

Если соотношение (3) будет меньше 20, то такое исполнение путевой структуры 9 влечет за собой неоправданное увеличение материалоемкости всей конструкции, а, следовательно, и стоимости транспортной системы. Кроме того в этом случае наблюдается неэффективное использование несущей способности рельсовой нити 3 предварительно напряженной путевой структуры 9, что является неприемлемым.

Если соотношение (3) будет больше 5000, то не удастся существенно изменить частотные характеристики собственных колебаний участка рельсовой нити 3 и обеспечить динамическую устойчивость путевой структуры 9 в целом, что ведет к повышению вероятности возникновения в процессе эксплуатации явления типа флаттера.

При опирании рам 4.1 на рельсовую нить 3 через жестко закрепленную на ней опорную стойку 12, параметры которой находятся в соответствии со значениями, определяемыми соотношением (4), удастся достаточно просто обеспечить требуемое повышение динамической устойчивости путевой структуры 9 без существенного увеличения ее веса.

Если соотношение (4) будет менее 0,01, то затруднена реализация проектного решения без существенного перерасхода материалов путевой структуры 9 или в этом случае слишком миниатюрными должны быть выполнены опорная стойка 12 и ее крепление к рельсовой нити 3, что не оправдано конструктивно.

При соотношении (4) более 0,5 существенно снижается динамическая устойчивость путевой структуры 9 или наблюдается повышение материалоемкости конструкции и ее стоимости.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной путевой структуры 9 и различных не исключаемых вариантах исполнения средств стабилизации для предотвращения образования явления типа флаттера колеи рельсовой нити 3 на ней в качестве средства стабилизации путевой структуры 9 в пролете А между смежными опорами 2 жестко закрепляют на опорной стойке 12 по меньшей мере одну раму 4.1, выполненную в соответствии с вышеуказанными конструктивными параметрами. В частности, рама 4.1 может быть выполнена опирающейся сверху на колею рельсовых нитей 3 путевой структуры 9 с подвесным транспортным средством 10 (см. фиг. 1, 2, 5-8) либо может быть выполнена подвешенной к путевой структуре 9 при навесном исполнении на ней транспортного средства 10 (см. фиг. 5).

Повышение жесткости, надежности и долговечности, а также повышение динамической устойчивости струнной путевой структуры 9 между смежными опорами и предотвращение возникновения на ней явления типа флаттера является одной из приоритетных целей предлагаемого технического устройства.

В связи с этим в ряде случаев практической реализации предпочтительно, чтобы струнная путевая структура 9 была снабжена двумя рельсовыми нитями 3, объединенными в колею стяжками 11 (см. фиг. 2). Это позволит существенно повысить крутильную жесткость конструкции колеи рельсовых нитей 3 и путевой структуры 9 в целом.

Предотвращение резонансной вероятности автоколебаний путевой структуры 9 под воздействием неблагоприятных факторов внешней среды, ведущих к возможности возникновения явления типа флаттера, достигается за счет того, что рама 4.1 снабжена грузом 13, закрепленным на ее нижней грани (см. фиг. 1, 4-9).

Целесообразно, чтобы в любом из неограничивающих вариантов исполнения путевой структуры 9 и конкретно чтобы при реализации конструкции рамы 4.1 в качестве ее груза 13 мог быть применен рекламный щит и/или панель солнечной батареи, что позволит, при условии конструкционного обеспечения требований экологической, пожарной и др. видов безопасности, а также эстетических норм, расширить функциональные возможности струнной путевой структуры 9.

В предпочтительном варианте реализации изобретения груз 13 рамы 4.1 может быть выполнен в виде канатов, труб, стержней, проводов, панелей или др. и их возможных сочетаний, закрепленных вдоль рельсовой нити 3, а в качестве материала рамы 4.1 и/или опорной стойки 12 желателен использовать диэлектрики. При этом, в зависимости от соответствующего проектно-технического обоснования их наличия, количества и параметров, а также при условии конструкционного обеспечения требований экологической, санитарно-гигиенической, пожарной и др. видов безопасности, целесообразно, чтобы в качестве груза 13 рам 4.1 продольно-рельсовой нити 3 были закреплены элементы линии электропередачи (ЛЭП), и/или линии передачи информационных сигналов, и/или элементы трубопроводов (как, например, показано на фиг. 8 и 9), что позволит использовать их при организации протяженных систем жизнеобеспечения городов, населенных пунктов, а также по необходимости при жизнеобеспечении непосредственно путевой структуры 9 системами электро-, газо-, водо-, тепло- и информационного обеспечения, как магистральных транспортных структур, так и транспортных структур местного значения, а также в качестве источников возобновляемой энергии при размещении на путевой структуре 9 солнечных модулей (батареи и/или коллекторы, на рисунках не показаны).

Предпочтительным вариантом реализации изобретения, независимо от количества рельсовых нитей 3 путевой структуры 9, является подвесное исполнение транспортного средства 10 и соответственно навесного расположения стойки 12 рамы 4.1. Тем самым достигается максимальная устойчивость и стабиль-

лизация расположения в пространстве путевой структуры 9, что, в свою очередь, исключает вероятность возникновения явления типа флаттера колеи рельсовых нитей 3 и повышает безопасность эксплуатации путевой структуры 9.

Предметом изобретения является также применение на струнной путевой структуре Юницкого в качестве груза 13 рамы 4.1 элементов линии электропередач, и/или линии передачи информационных сигналов, и/или элементов трубопроводов, закрепленных на раме 4.1 продольно-рельсовой нити 3, для транспортировки соответственно электроэнергии и/или передачи информационных сигналов связи, а также жидкостей или газов.

В собранном виде путевую структуру 9 располагают между анкерными и промежуточными опорами 2 (см. фиг. 1 и 2) монтируемой транспортной системы, а ее силовые органы 5 и, при необходимости, и сами корпуса 6 рельсовых нитей 3 перед их омоноличиванием натягивают анкерами до расчетных усилий, после чего фиксируют, как это было указано выше, в предварительно напряженном состоянии при помощи твердеющего материала.

Построение представленной струнной путевой структуры Юницкого включает установку опор 2 на основании 1. Подвеску и натяжение между опорами 2 в корпусе 6 по меньшей мере двух силовых органов 5, последующую фиксацию концов этих силовых органов 5 в анкерных узлах оголовков 8 опор 2, а также омоноличивание силовых органов 5 в корпусах 6, снабженных поверхностями качения 7, выполненными в соответствии с конкретным исполнением по их верхней В и наружной боковой С и/или по верхней В, наружной боковой С и нижней D граням. Образованная указанным образом путевая структура 9 содержит колею рельсовой нити 3 для движения транспортного средства 10 и включает переходные участки F пути в виде оголовков 8 на опорах 2, сопряженные с подвесными Р участками пути в пролете А между опорами 2.

Выполнение в рельсовой колее корпусов 6 двух рельсовых нитей 3, жестко связанных между собой стяжками 11, обеспечивает формирование профиля колеи с минимальным аэродинамическим сопротивлением и высокими параметрами крутильной жесткости.

В самом общем случае из множества альтернативных вариантов исполнения струнная путевая структура Юницкого описанной конструкции работает следующим образом.

По лестничным маршам, на лифтах или на эскалаторах пассажиры поднимаются к остановочным площадкам (на рисунках не показано) и осуществляют посадку в транспортное средство 10. От питающей подстанции по токосъемным элементам путевой структуры 9 электроэнергия поступает в силовую установку (на рисунках не показано), которая приводит в движение транспортное средство 10 с пассажирами.

После завершения формирования силового органа 5 рельсовой нити 3 на ней осуществляют установку рам 4.1, на которых, в свою очередь, закрепляют элементы линии электропередач, и/или линии передачи информационных сигналов, и/или элементов трубопроводов.

В процессе работы транспортной системы колесное транспортное средство 10 плавно скатывается с переходного F участка на оголовке 8 опоры 2 на подвесной Р участок пути в пролете А между смежными опорами 2 с достижением высокой скорости (порядка 100-150 км/ч) и по инерции проходит дополнительную часть пути (не менее 2/3 высоты подъема) в фазе движения вверх к очередному переходному F участку на оголовке 8 смежной опоры 2. Привод транспортного средства 10 может включаться только на завершающей стадии движения для подъема на очередной переходной F участок путевой структуры 9, но при необходимости может использоваться и на всем ее протяжении.

При этом благодаря соответствующему исполнению колеи рельсовой нити 3, а также вследствие применения рамы 4.1 определенной конструкции на подвесном Р участке путевой структуры 9 в пролете А между смежными опорами 2 достигается стабилизация путевой структуры 9 в пространстве и повышается комфортность и безопасность движения для пассажиров.

В итоге достигается: увеличение пролетов между смежными опорами путевой структуры Юницкого без существенного увеличения веса ее погонного метра; повышение жесткости такой путевой структуры, ее надежности и долговечности; повышение динамической устойчивости струнной путевой структуры Юницкого в пролетах между смежными опорами; расширение функциональных возможностей предлагаемой струнной путевой структуры Юницкого.

Таким образом, предложенная в настоящем техническом решении конструкция струнной путевой структуры Юницкого позволяет достигнуть поставленных целей и при этом обладает совокупностью существенных признаков, отличных от известных технических решений, т.е. соответствует критериям изобретения "новизна" и "существенные отличия" (изобретательский уровень), что позволяет признать предложенное техническое решение изобретением.

Источники информации.

1. Патент RU № 2153430, МПК В61В 5/00, публ. 27.07.2000 (аналог).
2. Патент RU № 2464188, МПК В61В 3/02, публ. 20.10.2012 (аналог).
3. Патент RU № 2289520, МПК В61В 3/00, публ. (аналог).
4. Патент RU № 2179124, МПК В61В 13/00, публ. 10.02.2002 (аналог).
5. Патент RU № 2374102, МПК В61В 3/02, публ. 27.11.2009 (аналог).
6. Патент RU № 2475387, МПК В61В 3/00, публ. 20.02.2013 (аналог).

7. Патент RU № 2325293, МПК В61В 3/02, публ. 27.05.2008 (прототип).

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Струнная путевая структура, в которой над основанием в пролете между опорами расположена по меньшей мере одна предварительно напряженная рельсовая нить шириной  $L$ , м, оснащенная средством ее стабилизации в пространстве и состоящая из силового органа, заключенного в корпус с поверхностью качения для колесного транспортного средства, а средство стабилизации выполнено в виде балансировочных рам, закрепленных на путевой структуре в пролетах между опорами, при этом центр масс каждой рамы расположен ниже рельсовой нити на расстоянии  $H_1$ , м, от ее оси, связанном с высотой рамы  $H_2$ , м, зависимостью

$$0,2 \leq H_1/H_2 \leq 1,$$

а вес  $P_0$ , Н, каждой рамы связан с расстоянием  $H_1$ , м, от оси рельсовой нити до центра масс рамы и с максимальным опрокидывающим моментом  $M$ , Нм, от воздействия внешней среды на путевую структуру соотношением

$$1,1 \leq P_0 H_1 / M \leq 10,$$

причем рамы размещены друг от друга и/или от опор на расстоянии  $R$ , м, определяемом из соотношения

$$20 \leq R/L \leq 5000.$$

2. Струнная путевая структура по п.1, отличающаяся тем, что рамы закреплены на путевой структуре посредством опорных стоек.

3. Струнная путевая структура по п.2, отличающаяся тем, что опорная стойка имеет высоту  $H_0$ , м, определяемую соотношением

$$0,01 \leq H_0/H_1 \leq 0,5.$$

4. Струнная путевая структура по п.1, отличающаяся тем, что она имеет две рельсовые нити.

5. Струнная путевая структура по п.4, отличающаяся тем, что пара рельсовых нитей объединена в колею поперечными стяжками.

6. Струнная путевая структура по пп.1 и 2, отличающаяся тем, что рама снабжена грузом, закрепленным на ее нижней грани.

7. Струнная путевая структура по любому из пп.1 и 6, отличающаяся тем, что груз рамы выполнен в виде рекламного щита.

8. Струнная путевая структура по любому из пп.1 и 6, отличающаяся тем, что груз рамы выполнен в виде панели солнечной батареи.

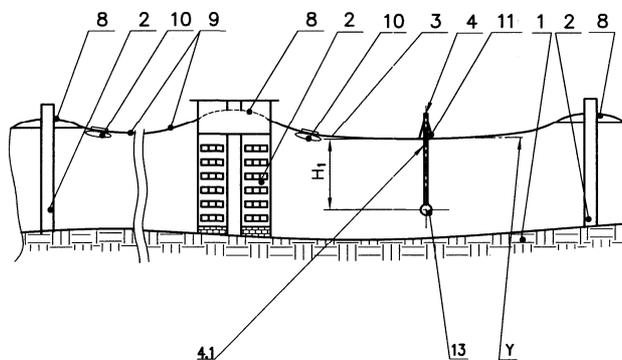
9. Струнная путевая структура по любому из пп.1 и 2, отличающаяся тем, что в качестве материала рамы и/или опорной стойки используют диэлектрики.

10. Струнная путевая структура по любому из пп.1 и 6, отличающаяся тем, что груз рамы выполнен в виде канатов, труб, стержней, проводов, закрепленных вдоль рельсовой нити.

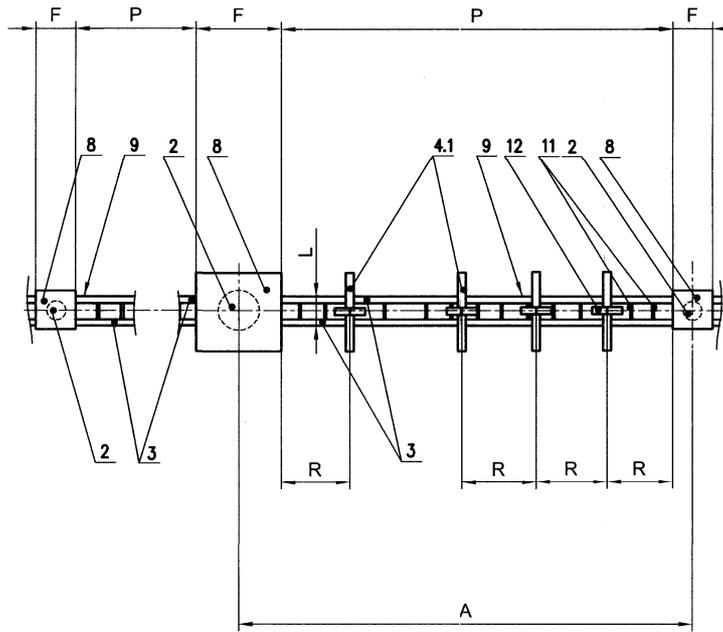
11. Применение балансировочной рамы по пп.1, 6 и 10 для транспортировки электроэнергии и/или передачи информационных сигналов связи.

12. Применение балансировочной рамы по пп.1, 6 и 10 для транспортировки жидкостей и/или газов.

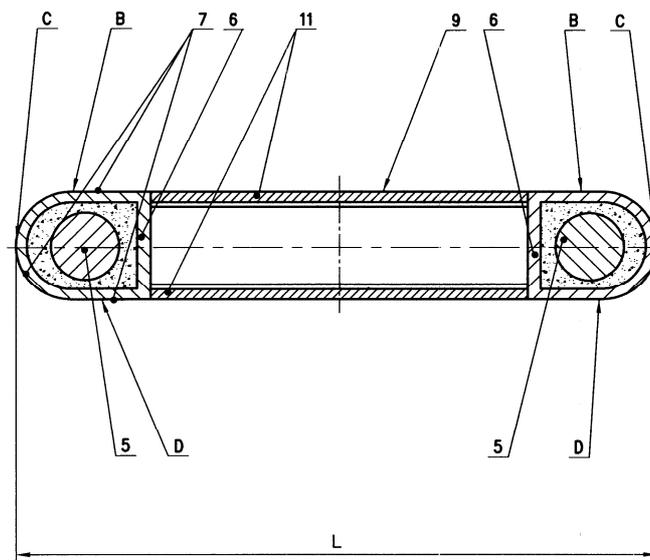
13. Применение струнной путевой структуры по любому из пп.11 и 12, отличающееся тем, что посредством рам продольно-рельсовой нити закреплены элементы линии электропередачи, и/или линии передачи информационных сигналов, и/или элементы трубопроводов.



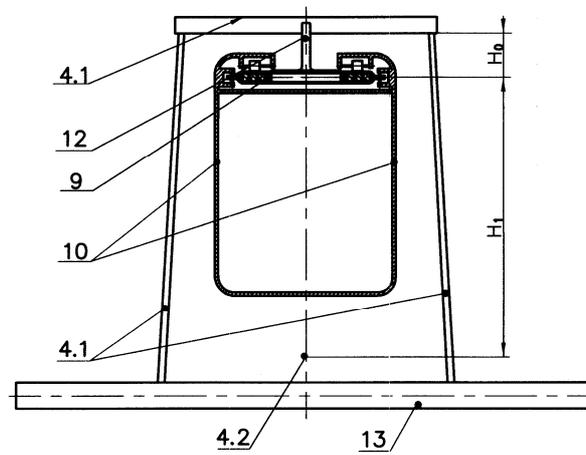
Фиг. 1



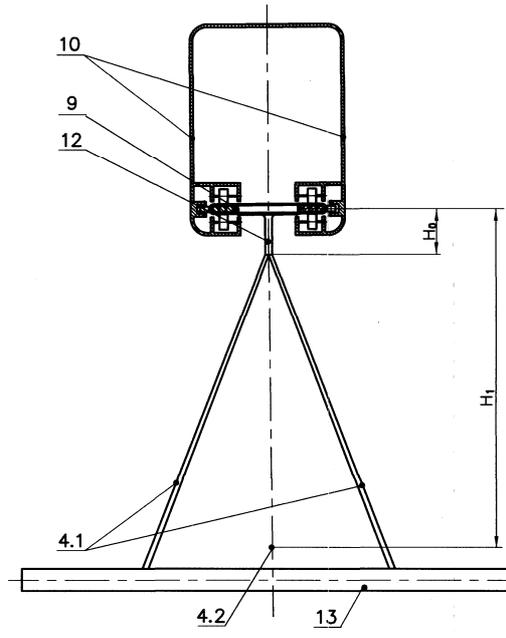
Фиг. 2



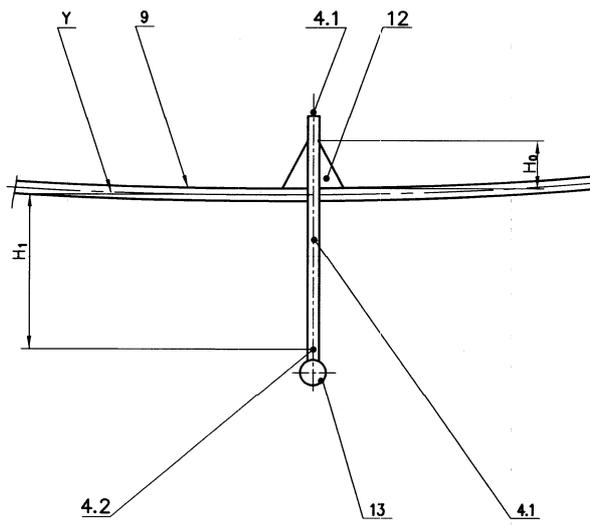
Фиг. 3



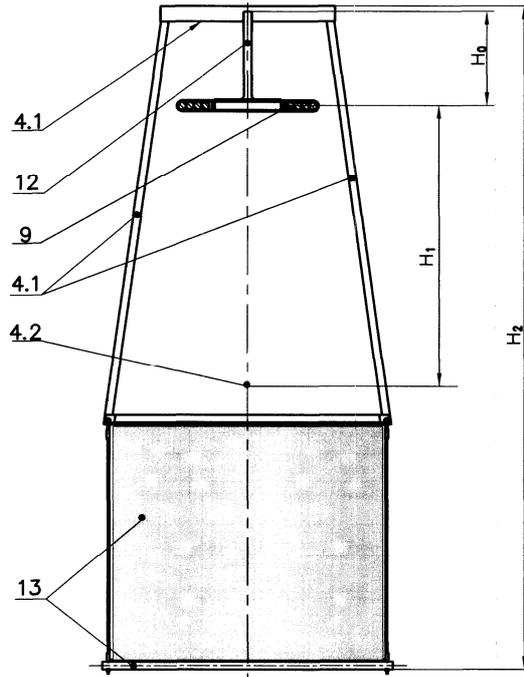
Фиг. 4



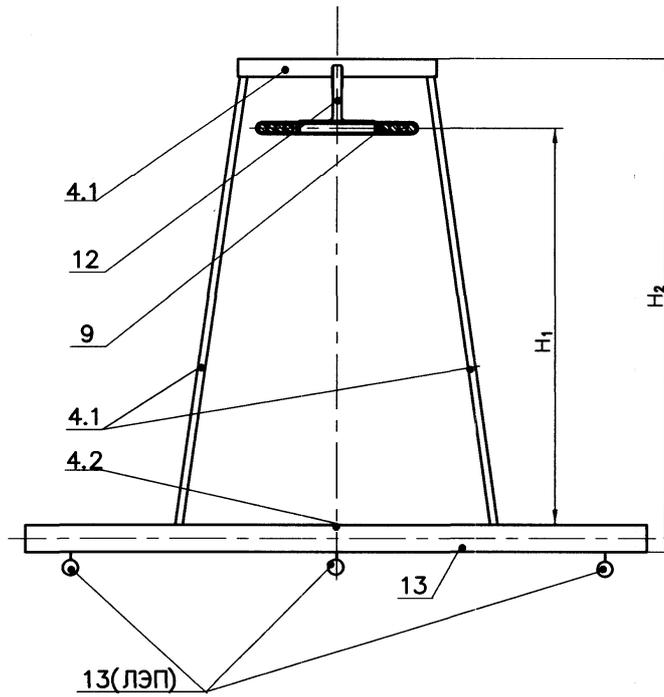
Фиг. 5



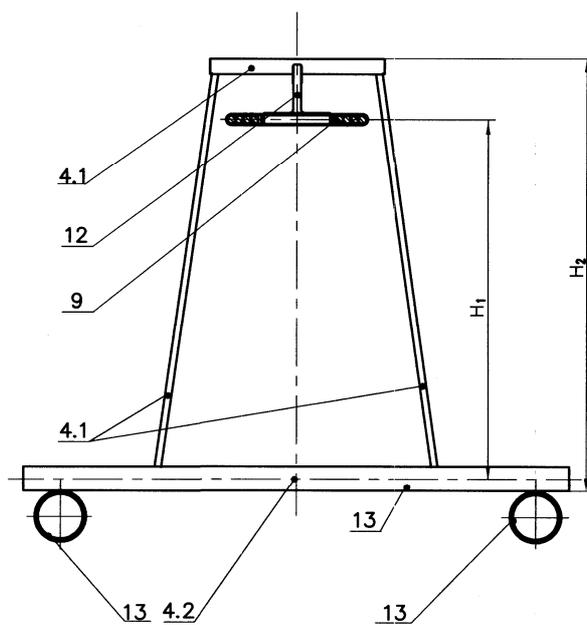
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

