

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **031956**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.03.29**

(21) Номер заявки  
**201600631**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.06.20**

(51) Int. Cl. **B61B 3/02** (2006.01)  
**B61B 5/02** (2006.01)  
**E01B 25/00** (2006.01)  
**F16L 3/08** (2006.01)  
**F17D 1/00** (2006.01)

---

(54) **СИСТЕМА КОММУНИКАЦИЙ ЮНИЦКОГО (ВАРИАНТЫ)**

---

(43) **2017.12.29**

(96) **2016/ЕА/0043 (ВУ) 2016.06.20**

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

(56) RU-C2-2520983  
US-A-3447481  
US-A-3012521  
RU-C1-2224064

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

---

(57) Изобретение относится к области систем транспорта и коммуникаций, в частности к надземным комплексным транспортным системам ферменного типа с коммуникационной структурой, обеспечивающей грузовые и пассажирские перевозки, размещение линий энергообеспечения и связи, транспортировку жидких и газообразных сред. Система коммуникаций включает ферменную путевую структуру (3), содержащую установленную на основании (1) с опиранием на опоры (2) основную рельсовую нить (4) и связанную с ней на пролете между смежными опорами посредством последовательности периодически ориентированных стержневых элементов (8) расположенную на другом уровне вспомогательную нить (7). Согласно первому варианту изобретения основная рельсовая нить (4) включает противоположащие относительно центральной плоскости (5) и связанные между собой два рельсовых корпуса (4.1), между которыми помещена основная балка (6), а узлы (8.1) соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью по всей длине ферменной путевой структуры жестко связаны с указанной основной балкой, в свою очередь, жестко связанной с противоположащими основаниями (4.2) двух рельсовых корпусов (4.1). При этом высота  $h$ , м, корпуса основной рельсовой нити и высота  $H$ , м, ферменной путевой структуры связаны соотношением  $5 \leq H/h \leq 50$ , а с рельсовыми корпусами (4.1) сопряжены образующие основную рельсовую колею поверхности качения - верхняя (4.6) и/или нижняя (4.7), которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°. Согласно второму варианту изобретения основная рельсовая нить (4) включает противоположащие относительно центральной плоскости (5) и связанные между собой два рельсовых корпуса (4.1), а узлы (8.1) соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью по всей длине ферменной путевой структуры жестко связаны с противоположащими основаниями (4.2) рельсовых корпусов.

---

**031956**  
**B1**

**031956**  
**B1**

Изобретение относится к области систем транспорта и коммуникаций, в частности к надземным комплексным транспортным системам ферменного типа с коммуникационной структурой, обеспечивающей грузовые и пассажирские перевозки, размещение линий энергообеспечения и связи, транспортировку жидких и газообразных сред.

Структуры транспортных систем и/или систем коммуникаций, созданные на основе ферм (ферменные структуры) известны давно. Известна транспортная система [1], у которой путь образован фермой треугольного сечения, а транспортный модуль, образованный двумя вагонами, жестко соединенными между собой и охватывающими ферму, передвигается по рельсу, установленному в вершине сечения фермы. Для поддержания равновесия модуль опирается также на два других рельса, установленных по сторонам фермы.

Известна также структура ферменного транспорта [2], представляющая собой путь, образованный изготовленными из труб круглого или прямоугольного сечения, либо из профилей (двутавров, швеллеров и т.п.) и соединенными между собой фермами, имеющими в сечении треугольный профиль. Движение транспортных модулей или поездов может осуществляться по опорным рельсам (основные рельсовые нити), установленным в его нижней части, а вертикальная стабилизация вагонов - за счет контакта их поддерживающих колес с поддерживающими рельсами (вспомогательные нити), расположенными в его верхней части. Как опорные, так и поддерживающие рельсы могут являться одновременно силовыми элементами ферм. Путь может быть закрыт кожухом, защищающим ее от атмосферных осадков. Фермы опираются на опоры, представляющие из себя либо столбы трубчатого сечения, которые могут быть выполнены телескопическими для удобства регулировки их высоты для приспособления трассы к неровностям поверхности, либо решетчатые конструкции по типу опор высоковольтных линий передач.

Основным преимуществом известных ферменных конструкций является то, что построенные на их основе путевые структуры практически не занимают земельную площадь, т.к. фермы, расположенные над городской застройкой или природным ландшафтом, более легкие, чем применяемые альтернативно железобетонные эстакады, не требуют для своей поддержки мощных опор, земляных насыпей и пр. Ферменная трасса, расположенная вдоль существующей магистрали, практически не выйдет за габариты разделительной зоны между транспортными потоками. При переходе трассы через глубокие пропасти, ущелья, реки с глубоким руслом опоры могут быть выполнены с помощью тросовой подвески. В результате снижается интенсивность движения по автомагистралям без увеличения количества полос движения, появляется возможность обслуживания транспортом районов со сложным ландшафтом, снижаются затраты на монтаж и эксплуатацию транспортной системы. Внутреннее пространство ферм может быть использовано для прокладки силовых кабелей, кабелей наружного освещения, телефонных кабелей, использоваться для посадки/высадки пассажиров или их эвакуации из подвижного состава при аварийных ситуациях. Опоры трассы могут также использоваться для размещения фонарей наружного освещения.

Общим недостатком указанных ферменных конструкций является насыщенность соединительными элементами, расположенными в нескольких плоскостях с множеством узлов соединений, что делает конструкцию тяжелой и громоздкой. Это приводит к повышению материалоемкости удерживающих фермы опор, которые к тому же устанавливаются с небольшими расстояниями между ними (пролетами).

Дальнейшее развитие ферменные транспортные конструкции получили с разработкой и применением в них предварительно напряженных струнно-стержневых компонентов.

Известна транспортная система Юницкого [3] с путевой структурой в виде предварительно напряженной струнно-стержневой фермы, в которой основная и вспомогательная нити, выполненные с предварительно напряженным силовым органом и расположенные на разных уровнях между смежными опорами, связаны между собой посредством последовательности периодически зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, продольные оси которых образуют с продольными осями основной и вспомогательной нитей треугольники. Благодаря сочетанию и взаимосвязи свойств предварительно напряженной путевой структуры со свойствами структур конструктивной жесткости, каковыми являются традиционные стержневые фермы, повышается продольная жесткость системы и обеспечивается возможность увеличения пролетов между опорами до 50... 100 м и более, практически при нулевой стреле провеса основной нити. Это позволяет строить транспортные системы как с многорельсовыми путевыми структурами, так и со структурами типа "монорельс".

В известной транспортной системе допускается выполнение вспомогательной нити как в виде силового органа без сплошного корпуса (когда корпус как бы вырождается в множество рассредоточенных вдоль силового органа соединительных обечаек), так и при выполнении ее со сплошным протяженным корпусом, охватывающим силовой орган. В последнем случае вспомогательная нить (одна или более), будучи расположена под основной нитью в одной плоскости с ней, может использоваться в качестве подпорного рельса, имеющего боковую поверхность качения для пространственной ориентации колесных транспортных средств для системы типа "монорельс".

Однако известная транспортная система имеет недостаточную поперечную жесткость, а структура рельсовой нити не обеспечивает достижения высокой ровности путевой структуры при организации высокоскоростного движения.

Известна транспортная система Юницкого [4], которая принята за прототип. Она включает по

меньшей мере одну ферменную путевую структуру, содержащую установленную на основании с опиранием на опоры по меньшей мере одну основную рельсовую нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус с сопряженной с ним поверхностью качения для колесных подвижных средств, и расположенную на другом уровне по меньшей мере одну вспомогательную нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в корпус, причем основные и вспомогательные нити на пролетах между смежными опорами связаны между собой посредством последовательности зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, размещенных с внешних сторон основной и вспомогательной нитей и образующих с ними треугольники. Дополнительно левые и правые нити соединены между собой на каждом уровне поперечными перемышками, которые установлены в узлах сопряжения стержневых элементов и нитей.

Рельсовая нить известных транспортных систем образована натянутыми между анкерными опорами рельсами струнного типа, общей особенностью которых является наличие протяженного корпуса с сопряженной с ним поверхностью качения и с заключенным внутри него предварительно напряженным продольным силовым органом. Поверхность качения может быть образована поверхностью самого корпуса, например, в виде его верхней части - головки, либо может быть образована рельсом или головкой накладного типа, сопряженными с корпусом. В любом из вариантов конструкции сопряженная с корпусом поверхность качения образует гладкий путь для опорных колес подвижного средства, каждое из которых дает вертикальную нагрузку на путевую структуру.

Общим недостатком известных ферменных конструкций, содержащих рельсовые нити, объединенные в колею, является относительно высокая материалоемкость из-за наличия большого количества соединительных элементов в виде поперечных перемычек соответственно, сложность монтажа такой системы.

Насыщенность соединительными элементами и соответственно узлами их соединений с рельсовыми нитями не обеспечивает достаточной поперечной жесткости и упругой устойчивости (монолитности) системы, а, следовательно, безопасности системы.

Еще один недостаток известных конструкций рельсовых нитей, объединенных в колею, связан с тем, что поверхность качения, образованная поверхностью корпуса в виде его верхней части - головки, либо образованная рельсом или головкой накладного типа, сопряженными с корпусом, всегда расположена только с одной стороны - на верхней части корпуса. Сопряженная с корпусом поверхность качения образует гладкий путь для опорных колес подвижного средства, каждое из которых дает вертикальную нагрузку на путевую структуру, не обеспечивая при этом достаточных качеств, связанных с плавностью и мягкостью хода транспортного средства, особенно при организации высокоскоростного движения.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

стабилизации поперечного размера колеи на всем протяжении рельсового пути за счет повышения поперечной жесткости путевой структуры;

повышения упругой устойчивости системы коммуникаций и ее надежности;

улучшения эксплуатационно-технических характеристик системы коммуникаций, повышения жесткости конструкции путевой структуры в целом и ровности рельсового пути;

улучшения качеств, связанных с плавностью и мягкостью хода транспортного средства;

расширения функциональных возможностей системы коммуникаций.

Технические цели в соответствии с задачей изобретения достигаются посредством системы коммуникаций, включающей по меньшей мере одну ферменную путевую структуру, содержащую установленную на основании с опиранием на опоры по меньшей мере одну основную рельсовую нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус с сопряженной с ним поверхностью качения для колесных подвижных средств, и расположенную на другом уровне по меньшей мере одну вспомогательную нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус, причем основная рельсовая нить на пролете между смежными опорами связана со вспомогательной нитью посредством последовательности периодически ориентированных стержневых элементов, продольные оси которых образуют с продольными осями основной и вспомогательной нитей треугольники с вершинами в периодически распределенных узлах соединений стержневых элементов между собой и поочередно - с основной и вспомогательной нитями.

Отличия системы коммуникаций Юницкого согласно первому варианту изобретения заключаются в том, что основная рельсовая нить включает противолежачие относительно центральной плоскости и связанные между собой два рельсовых корпуса, между которыми помещена основная балка;

узлы соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью по всей длине ферменной путевой структуры жестко связаны с расположенной между рельсовыми корпусами основной балкой, в свою очередь, жестко связанной с противолежачими основаниями двух рельсовых корпусов; при этом высота  $h$ , м, корпуса основной рельсовой нити и высота  $H$ , м, ферменной путевой структуры связаны соотношением

$$5 \leq H/h \leq 50,$$

а с рельсовыми корпусами сопряжены образующие основную рельсовую колею для колесных подвижных средств поверхности качения, которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пре-

делах от 0 до 45°.

Отличия системы коммуникаций Юницкого согласно второму варианту изобретения, имеющему общие с прототипом признаки по первому варианту, заключаются в том, что основная рельсовая нить включает противолежащие относительно центральной плоскости и связанные между собой два рельсовых корпуса,

узлы соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью по всей длине ферменной путевой структуры жестко связаны с противолежащими основаниями рельсовых корпусов; при этом высота  $h$ , м, корпуса основной рельсовой нити и высота  $H$ , м, ферменной путевой структуры связаны соотношением

$$5 \leq H/h \leq 50,$$

а с рельсовыми корпусами сопряжены образующие основную рельсовую колею для колесных подвижных средств поверхности качения, которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

Основная балка включает протяженный корпус предпочтительно в виде круглой или профильной трубы. При этом в корпусе основной балки может быть размещен как минимум один предварительно напряженный силовой орган.

Альтернативно основная балка может быть выполнена без размещения силового органа в ее корпусе (труба - пустая). Это также соответствует случаям, когда корпус основной балки в менее предпочтительных случаях представляет собой в поперечном разрезе двутавр, или швеллер, или комбинации полос.

Вспомогательная нить, чаще всего (как и в прототипе), представляет собой вспомогательную балку, в протяженный корпус которой помещен силовой орган. Однако возможны варианты реализации системы, когда вспомогательная нить включает противолежащие относительно центральной плоскости два рельсовых корпуса, связанных между собой помещенным между ними протяженным корпусом вспомогательной балки, который предпочтительно выполнен в виде круглой или профильной трубы, наиболее предпочтительно в виде круглой трубы. При этом в корпусе вспомогательной балки может быть размещен как минимум один предварительно напряженный силовой орган.

Альтернативно вспомогательная балка может быть выполнена без размещения силового органа в ее корпусе (труба - пустая). Это также соответствует случаям, когда протяженный корпус вспомогательной балки представляет собой в поперечном разрезе двутавр, или швеллер, или комбинации полос.

С рельсовыми корпусами вспомогательной нити сопряжены образующие вспомогательную рельсовую колею для колесных подвижных средств поверхности качения, которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

Достижение технических целей обеспечивается также тем, что любой из рельсовых корпусов, относящихся к основной либо вспомогательной нити как по первому варианту системы коммуникаций, так и по второму ее варианту, в поперечном разрезе, чаще всего, представляет собой замкнутый профиль с заполнением или без заполнения пространства внутри упомянутых корпусов силовыми органами.

Относящиеся к первому и второму вариантам изобретения силовые органы основной балки, и/или вспомогательной балки, и/или рельсовых корпусов образованы размещением силовой структуры, состоящей из предварительно напряженных протяженных элементов, в соответствующих корпусах основной балки, и/или вспомогательной балки, и/или рельсовых корпусов с заполнением пустот в корпусах между элементами силовой структуры твердеющим материалом на основе полимерных связующих, композитов или цементными смесями.

При этом напряженные протяженные элементы силовой структуры выполнены из стальной проволоки, и/или из стержней, и/или из стальных витых или невитых канатов, и/или из нитей, полос, лент, труб.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что относящиеся к первому и второму вариантам изобретения силовые органы основной рельсовой нити и вспомогательной нити натянуты на анкерные опоры с усилиями, которые выбирают согласно соотношению  $0,2 \leq T_1/T_2 \leq 5$ ,

где  $T_1$ , кгс - усилие натяжения силовых органов основной рельсовой нити;

$T_2$ , кгс - усилие натяжения силовых органов вспомогательной нити.

Достижение технических целей обеспечивается также и тем, что любой из рельсовых корпусов, относящихся к основной либо вспомогательной нити как по первому варианту системы коммуникаций, так и по второму ее варианту, в поперечном разрезе представляет собой открытый профиль или полосу.

Ферменная путевая структура, содержащая основную рельсовую нить в виде двух образующих рельсовую колею рельсовых корпусов основной нити с предварительно напряженными силовыми органами, жестко связанных протяженной основной балкой по первому варианту (или без нее - по второму варианту), и размещенную на другом уровне вспомогательную нить в виде вспомогательной балки с предварительно напряженным силовым органом, связывающей два рельсовых корпуса вспомогательной нити (или без них), в поперечном сечении включает площади  $S_1$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения основной балки (при ее наличии),  $S_2$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения рельсовых корпусов основной рельсовой нити,  $S_3$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения вспомогательной балки и  $S_4$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения рельсовых корпусов вспомо-

гательной нити (при их наличии), выбраны из соотношения

$$0,2 \leq \frac{S_1 + S_2}{S_3 + S_4} \leq 5.$$

Для обоих вариантов характерно то, что периодически ориентированные стержневые элементы могут быть выполнены профильными с поперечным сечением как в виде трубы, так и в виде тавра, двутавра, швеллера, угла или полосы.

В зависимости от проектного решения колесных подвижных средств и путевой структуры сопряженные с рельсовыми корпусами основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити поверхности качения для колесных подвижных средств находятся на верхних, и/или на нижних, и/или на боковых внешних поверхностях рельсовых корпусов.

Основная рельсовая нить со всеми представленными выше характеризующими ее признаками может быть размещена ниже по уровню, чем вспомогательная нить, и фактически представлять собой нижний пояс ферменной путевой структуры, а вспомогательная нить - ее верхний пояс.

В альтернативных вариантах реализации основная рельсовая нить со всеми представленными выше характеризующими ее признаками может быть размещена выше по уровню, чем вспомогательная нить, и фактически представлять собой верхний пояс ферменной путевой структуры, а вспомогательная нить - ее нижний пояс.

Вместе с тем корпус основной рельсовой нити, в частности, относящаяся к нему внутренняя полость трубы, представляющей собой корпус основной балки, может быть выполнена с возможностью размещения в ней коммуникаций энергоснабжения и связи и/или транспортировки жидкостей или газов. Для этого в корпус трубы может быть помещен коммуникационно-транспортный канал для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

Относящаяся к вспомогательной нити внутренняя полость трубы, представляющей собой корпус вспомогательной балки, может быть выполнена с возможностью размещения в ней коммуникаций энергоснабжения и связи и/или транспортировки жидкостей или газов. Для этого в корпус трубы может быть помещен коммуникационно-транспортный канал для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

В рельсовые корпуса основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити могут быть встроены коммуникационно-транспортные каналы, выполненные с возможностью размещения в них трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или коммуникаций энергоснабжения и связи.

Рельсовые корпуса основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити также могут содержать коммуникационные каналы с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и связи.

Дополнительным предметом настоящего изобретения является применение заявленной системы коммуникаций для транспортировки жидкостей или газов.

Еще одним предметом настоящего изобретения является также применение заявленной системы коммуникаций в сетях энергоснабжения и связи.

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей фиг. 1-12, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - система коммуникаций Юницкого - общий вид;

фиг. 2 - поперечный разрез ферменной путевой структуры, где узлы соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью жестко связаны с расположенным между рельсовыми корпусами протяженным корпусом основной балки;

фиг. 3 - поперечный разрез ферменной путевой структуры, где узлы соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью жестко связаны с противоположащими основаниями двух рельсовых корпусов;

фиг. 4 - схематическое изображение продольного разреза связи с расположенным между рельсовыми корпусами протяженным корпусом основной балки узла соединения периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью;

фиг. 5 - схематическое изображение продольного разреза связи с противоположащими основаниями двух рельсовых корпусов узла соединения периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью;

фиг. 6 - поперечный разрез ферменной путевой структуры, где вспомогательная нить выполнена с двумя рельсовыми корпусами и вспомогательной балкой между ними;

фиг. 7 - поперечный разрез ферменной путевой структуры, где основная рельсовая нить составляет верхний пояс ферменной структуры, а вспомогательная нить - нижний;

фиг. 8 - поперечный разрез основной рельсовой нити, выполненной с основной балкой в виде швеллера;

фиг. 9 - поперечный разрез основной рельсовой нити, выполненной с основной балкой в виде двутавровой балки;

фиг. 10 - поперечный разрез основной рельсовой нити, выполненной с рельсовыми корпусами в ви-

де полос;

фиг. 11 - поперечный разрез основной рельсовой нити, выполненной с рельсовыми корпусами в виде открытых профилей;

фиг. 12 - поперечный разрез ферменной путевой структуры, где основная рельсовая нить выполнена с рельсовыми корпусами в виде замкнутых профилей, а вспомогательная нить представлена в бескорпусном исполнении.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая система коммуникаций Юницкого (общий вид представлен на фиг. 1) содержит расщепленные на основании 1 из грунта вдоль трассы анкерные опоры 2 и промежуточные опоры 2.1. На опорах размещены подвесные участки одной или более ферменных путевых структур 3, закрепленных над основанием между опорами, образующие пролеты.

Конструкция опор 2 может изменяться в зависимости от места установки опоры и ее назначения. Соответственно опоры могут быть анкерными, разнесенными на большие расстояния, и промежуточными - располагаемыми в более коротких пролетах между анкерными опорами. В качестве опор могут выступать трубобетонные основания, фермы различных конструкций, здания, специально оборудованные посадочно-погрузочные площадки, размещенные между погрузочно-разгрузочными станциями - пассажирскими для пассажирских трасс и грузовыми для грузовых трасс.

В верхней части опор могут быть оборудованы специальные оголовки (на фиг. не показаны), предназначенные для размещения на них переходных участков пути и/или размещенных в структуре системы коммуникационных компонентов - трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или сетей энергоснабжения и связи, а также для крепления (анкерения) натянутых элементов силовых органов путевой структуры в оголовках анкерных опор.

Устройства крепления силовых органов (и ферменной путевой структуры в целом) в оголовках анкерных опор 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.).

Форма оголовков с устройствами крепления силовых органов, элементов трубопроводов 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 пути в пролетах между опорами.

Кроме того, форма оголовков анкерных опор может определяться и тем, что они являются местом размещения погрузочно-разгрузочных станций, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) путевой структуры или узлов разветвления трубопроводов системы коммуникаций.

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

Ферменная путевая структура 3 предназначена для размещения подвижных средств 3.1 (пассажирских, и/или грузовых, и/или грузопассажирских), которые могут быть либо подвешены снизу к путевой структуре, либо установлены сверху на путевую структуру (на рисунке не показано).

Ферменная путевая структура 3, поперечный разрез которой представлен двумя предпочтительными вариантами исполнения по фиг. 2, 3, а также фиг. 6-9, включает основную рельсовую нить 4, содержащую либо противоположащие относительно центральной плоскости 5 и связанные между собой два рельсовых корпуса 4.1, между которыми в соответствии с первым вариантом помещен протяженный корпус 6.1 основной балки 6 (фиг. 2), либо противоположащие относительно центральной плоскости 5 и связанные между собой без наличия основной балки в соответствии со вторым вариантом два рельсовых корпуса 4.1 (фиг. 3), и вспомогательную нить 7, расположенную на другом уровне от основной рельсовой нити 4.

Основная рельсовая нить 4 и вспомогательная нить 7 связаны между собой посредством последовательности периодически ориентированных стержневых элементов 8, продольные оси которых образуют с продольными осями основной рельсовой и вспомогательной нитей треугольники так, что указанная последовательность стержневых элементов 8 имеет профиль продольного сечения, представляющий собой периодическую функцию, в частности пилообразный или синусоидальный. При этом вдоль основной рельсовой нити (вдоль основного пояса фермы) располагаются узлы 8.1 соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью, представляющие собой вершины треугольников, образованных в проекции продольными осями стержневых элементов 8 и основной рельсовой нити (фиг. 4, 5). Вдоль вспомогательной нити (вспомогательного пояса фермы) располагаются узлы 8.2 соединений периодически ориентированных стержневых элементов с вспомогательной нитью, представляющие собой вершины треугольников, образованных продольными осями стержневых элементов 8 и вспомогательной нити 7.

При этом основным условием обеспечения поперечной устойчивости ферменной конструкции является то, что условная центральная плоскость 5, проходящая через узлы 8.1 соединений периодически

ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью и через узлы 8.2 соединений периодически ориентированных стержневых элементов с вспомогательной нитью, располагается между основаниями 4.2 протяженных рельсовых корпусов 4.1 основных рельсовых нитей.

В одном из предпочтительных вариантов исполнения ферменной путевой структуры (вариант 1 в соответствии с независимым п.1 представленной формулы изобретения) узлы 8.1 соединений периодически ориентированных стержневых элементов 8 с основной рельсовой нитью 4 жестко связаны с расположенным между рельсовыми корпусами 4.1 протяженным корпусом 6.1 основной балки 6, в свою очередь, жестко связанной с рельсовыми корпусами основной рельсовой нити, как показано на фиг. 2 и 4. При этом по всей длине путевой структуры 3 рельсовые корпуса 4.1 основной рельсовой нити 4 своими основаниями 4.2 закреплены на (противолежащих относительно центральной плоскости 5) боковых сторонах корпуса 6.1 основной балки 6, образуя с ней основную рельсовую нить (фиг. 2).

В другом из предпочтительных вариантов реализации ферменной путевой структуры (вариант 2 в соответствии с независимым п.2 представленной формулы изобретения) узлы 8.1 соединений периодически ориентированных стержневых элементов 8 с основной рельсовой нитью 4 по всей ее длине жестко связаны с основаниями 4.2 протяженных рельсовых корпусов 4.1 основных рельсовых нитей, как показано на фиг. 3 и 5.

Оба вышеуказанных варианта реализации ферменной структуры обусловлены различиями в обеспечении жесткой связи между основными рельсовыми нитями, необходимой для образования рельсовой колеи, и не являются взаимоисключающими с точки зрения достижения технического результата.

Вариант первый, включающий наличие основной балки 6 в основном поясе фермы - между основаниями 4.2 рельсовых корпусов 4.1 основных нитей, утяжеляет путевую структуру и повышает ее материалоемкость, однако при этом обеспечивает большую жесткость ферменной конструкции и соответственно повышает продольную ровность пути. Кроме того, он позволяет сократить количество опор 2 на основании и увеличить длину пролета между ними.

Вариант второй, включающий жесткую связь рельсовых корпусов 4.1 основных рельсовых нитей через непосредственное крепление их оснований 4.2 с узлами 8.1 соединений периодически ориентированных стержневых элементов 8 по всей длине путевой структуры в основном поясе фермы, снижает материалоемкость и массу путевой структуры, при этом позволяет обеспечивать большую гибкость ферменной конструкции.

Оба варианта могут применяться раздельно либо одновременно в пределах одной ферменной конструкции, когда участки системы коммуникаций, включающие наличие основной балки 6 между рельсовыми корпусами 4.1, чередуются с участками ферменной системы, реализованными без балки между упомянутыми рельсовыми корпусами, связанными между собой через крепление узлов 8.1 соединения периодически ориентированных стержневых элементов 8 на основаниях 4.2 противоположащих рельсовых корпусов 4.1 основной нити.

Для обоих вариантов характерно выполнение условия: высота  $h$ , м, корпуса основной рельсовой нити и высота  $H$ , м, ферменной путевой структуры связаны соотношением

$$5 \leq H/h \leq 50. \quad (1)$$

Значения верхнего и нижнего пределов указанного двойного неравенства определяются расчетными допустимыми соотношениями между упругими свойствами ферменной конструкции путевой структуры и ее поперечной устойчивостью и зависят в основном от применяемых для изготовления ферменной конструкции материалов, видов профилей поперечного разреза стержневых элементов 8 и основной балки 6 и вспомогательной нити 7.

Основная балка 6, вспомогательная нить 7 - обе или любая из них - предпочтительно выполнены в виде трубы, корпус которой 6.1, 7.1 соответственно в поперечном сечении может быть выполнен круглым или профильным. Труба профильная - это замкнутый профиль с отличающимся от круглого сечением. Основная балка 6, вспомогательная нить 7 - обе или любая из них - в виде профильной трубы в любом из предпочтительных вариантов исполнения может быть изготовлена прямоугольного (квадратного), многоугольного или овального сечения. Предпочтительно профильная труба изготавливается из гнутого замкнутого стального сварного профиля. Главная отличительная черта такой трубы от круглой - ее плоские грани, а в техническом отношении - ее более высокая прочность и жесткость, однако удельный вес погонного метра профильной квадратной трубы выше круглой.

Квадратная профильная труба, изготовленная из легированных или углеродистых сталей, в отличие от трубы круглой, обеспечивает более высокую прочность ферменных сооружений и металлоконструкций, однако квадратная труба характеризуется меньшей по величине ветровой обтекаемостью в сравнении с трубой круглой. Труба круглая обладает хорошей обтекаемостью, поэтому ветровое давление меньше, что важно для высоких сооружений из ферменных конструкций. Кроме того, на круглых трубах мало задерживается иней и влага, поэтому они более стойки к коррозии. Выбор круглого или иного профиля трубы для сооружения системы коммуникаций Юницкого определяют по исходным условиям проектирования системы.

Основная балка 6, как и вспомогательная нить 7, - обе или любая из них - в трубчатом исполнении их корпусов представляют собой сборную структурированную конструкцию, состоящую из предвари-

тельно напряженного (растянутого) силового органа 6.2 основной балки и/или силового органа 7.2 вспомогательной нити, заключенных в корпус 6.1 основной балки и/или в корпус 7.1 вспомогательной нити соответственно (см. фиг. 2 и 7).

Во внутреннее пространство рельсовых корпусов 4.1 основной нити также могут быть помещены протяженные предварительно напряженные силовые органы 4.3 рельсовых нитей (см. фиг. 3, 6, 8 и 9). В таком случае каждый из составляющих основную рельсовую нить рельсовых корпусов 4.1 представляют собой сборную структурированную конструкцию, состоящую из предварительно напряженного (растянутого) силового органа 4.3, заключенного в протяженный рельсовый корпус 4.1 основной рельсовой нити 4.

Общим для всех силовых органов является то, что силовые органы 4.3 основной рельсовой нити 4, силовой орган 6.2 основной балки 6 и силовой орган 7.2 вспомогательной нити 7 образованы размещением предварительно напряженных протяженных элементов 4.4 силовой структуры основной рельсовой нити, элементов 6.3 силовой структуры основной балки 6 (трубы) и элементов 7.3 силовой структуры вспомогательной нити 7 (трубы) в соответствующих корпусах: рельсовых корпусах 4.1, корпусе 6.1 основной балки 6 и корпусе 7.1 вспомогательной нити 7 соответственно с заполнением пустот в корпусах между элементами 4.4, 6.3 и 7.3 силовой структуры твердеющим материалом 4.5 для рельсовых корпусов основной нити, твердеющим материалом 6.4 для основной балки и твердеющим материалом 5.4 для вспомогательной нити соответственно на основе полимерных связующих, композитов или на основе цементных смесей.

Общим для всех силовых органов в разных вариантах их реализации является также и то, что в качестве силовых органов, поперечный разрез которых представлен на фиг. 2 и 3, как рельсовых корпусов 4.1 основной нити 4, основной балки 6, так и вспомогательной нити 7 могут использоваться один или несколько пучков силовых элементов 4.4, 6.3 и 7.3 силовых структур соответственно из высокопрочной стальной проволоки, либо из прутьев, собранных в один пучок, либо рассредоточенных по сечению полости корпусов 4.1, 6.1 и 7.1, либо одного или нескольких стандартных витых или невитых стальных канатов, а также нитей, прядей, полос, лент, труб или других протяженных элементов из известных высокопрочных материалов (на рисунках не показано) в любом их сочетании. Пустоты в корпусах между элементами 4.4, 6.3 и 7.3 силовых структур рельсовых корпусов 4.1 основной нити 4, основной балки 6 и вспомогательной нити 7 могут заполняться твердеющим материалом 4.5, 6.4 и 7.4 соответственно на основе полимерных связующих, композитов или цементными смесями, которые жестко связывают в одно целое силовые структуры силовых органов 4.3, 6.2 и 7.2 с соответствующими корпусами 4.1, 6.1 и 7.1 основной нити 4, основной балки 6 и вспомогательной нити 7, омоноличивая в цельный структурный элемент каждую из представленных конструкций -компонентов ферменной структуры.

В ряде случаев практической реализации как рельсовые корпуса, основная балка, так и вспомогательная нить - все вместе или по отдельности в любом сочетании вариантов их изготовления - могут быть выполнены без размещения силовых органов в упомянутых корпусах.

В некоторых неограничивающих случаях практической реализации заявленной системы коммуникаций протяженный корпус вспомогательной нити 7 дополнительно включает противоположащие относительно центральной плоскости 5 и связанные между собой два рельсовых корпуса 9 вспомогательной нити, при этом корпус 7.1 вспомогательной нити превращается в связующий корпус 7.1 вспомогательной балки, т.к. служит для жесткого связывания между собой расположенных на одном уровне симметрично относительно центральной плоскости 5 двух рельсовых корпусов 9 вспомогательной нити (фиг. 6).

Наиболее предпочтительно, когда корпус 7.1 вспомогательной нити выполнен в виде круглой или профильной трубы, которая может быть изготовлена как с размещением в ней предварительно напряженного силового органа 7.2 (подобно основной балке 6 в системе коммуникаций), так и без размещения силового органа в корпусе 7.1 (труба - пустая).

Узлы 8.2 соединений периодически ориентированных стержневых элементов 8 с вспомогательной нитью жестко связаны с протяженным корпусом 7.1 вспомогательной балки, в свою очередь, жестко связанным с рельсовыми корпусами 9, как показано на фиг. 6. При этом по всей длине путевой структуры 3 рельсовые корпуса 9 вспомогательной нити 7 закреплены на (противолежащих относительно центральной плоскости 5) боковых сторонах корпуса 7.1 вспомогательной балки, образуя вспомогательную рельсовую колею (фиг. 6).

Рельсовые корпуса 9 вспомогательной нити 7 могут быть изготовлены без размещения в них силовых органов силовых структур, т.е. выполнены пустыми. Во внутреннее пространство рельсовых корпусов вспомогательной нити также могут быть помещены протяженные предварительно напряженные силовые органы рельсовых нитей. В таком случае каждый из относящихся к вспомогательной нити рельсовых корпусов 9 представляет собой сборную структурированную конструкцию, идентичную структуре рельсовых корпусов 4.1 (по причине идентичности описание не представлено), относящихся к основной рельсовой нити, как описано выше, состоящую из предварительно напряженных силовых органов, соединенных с рельсовыми корпусами 9.

Связанные между собой составляющие основную рельсовую нить 4 основная балка (при ее наличии), рельсовые корпуса основной нити, находящиеся в одном уровне по горизонтали, представляют

собой основной пояс ферменной структуры, который может быть как нижним, так и верхним в зависимости от положения относительно вспомогательной нити.

В свою очередь, вспомогательная нить 7, включая рельсовые корпуса 9 (при их наличии) вспомогательной нити, представляет собой вспомогательный пояс фермы, который может быть как верхним, так и нижним в зависимости от положения относительно основной рельсовой нити 4, что определяется условиями конкретного проектно-конструкторского решения.

На фиг. 7 представлен вариант реализации путевой структуры, где основная рельсовая нить составляет верхний пояс ферменной структуры, а вспомогательная нить - ее нижний пояс.

Альтернативно трубчатому исполнению (с размещением силового органа или без него) основная балка 6 может быть представлена в поперечном сечении в виде швеллера (как показано на фиг. 8), или двутавра (фиг. 9), или комбинации полос. Такое исполнение балки может быть применено в случаях, когда отсутствует необходимость в формировании силовой структуры с образованием силового органа балки или отсутствует необходимость в создании предварительных напряжений корпуса балки. Взаимное расположение основной балки 6 с поперечным разрезом в виде швеллера и рельсовых корпусов 4.1 основной нити 4 представлено на фиг. 8, где узлы 8.1 соединений периодически ориентированных перемычек 8 жестко связаны с расположенным между рельсовыми корпусами протяженным корпусом основной балки - швеллера.

Взаимное расположение основной балки 6 с поперечным разрезом в виде двутавровой балки и рельсовых корпусов 4.1 основной нити 4 представлено на фиг. 9, где узлы 8.1 соединений периодически ориентированных перемычек жестко связаны с расположенным между рельсовыми корпусами основной рельсовой нити протяженным корпусом двутавровой балки.

Альтернативно трубчатому исполнению (с размещением силового органа или без него) вспомогательная нить 7 также может быть изготовлена с поперечным разрезом профиля в виде двутавра, или швеллера, или комбинации полос (на чертежах не показано) независимо от вида исполнения основной балки 6. Такое исполнение вспомогательной нити может быть применено в случаях, когда отсутствует необходимость в формировании ее силовой структуры с образованием силового органа или когда отсутствует необходимость в создании предварительных напряжений корпуса вспомогательной нити.

Достижение технических целей обеспечивается также и тем, что любой из рельсовых корпусов, относящихся к основной либо вспомогательной нити как по первому варианту системы коммуникаций, так и по второму ее варианту, в поперечном разрезе может быть реализован в виде полосы, как показано на фиг. 10, либо в виде профиля - открытого (фиг. 11) или замкнутого (фиг. 12).

Рельсовые корпуса 4.1 могут быть представлены в виде полос (фиг. 10) сплошных (однослойных) или многослойных, причем слои таких полос могут представлять собой протяженные натянутые стальные ленты, нити, стержни, пряди, проволоку и др. с образованием гладкой поверхности качения рельсовой колеи для колесных транспортных средств.

На фиг. 11 представлен поперечный разрез основной рельсовой нити, выполненной с рельсовыми корпусами в виде открытых профилей, причем поверхность качения 4.6 основной рельсовой колеи может быть расположена как внутри профиля, на одной из его внутренних поверхностей, так и на одной или нескольких внешних поверхностях.

Кроме того, возможно бескорпусное исполнение вспомогательной нити 7, которая в этом случае представляет собой предварительно напряженную протяженную силовую структуру, состоящую из одного или нескольких напряженных элементов 7.3 (например, витой или невитой стальной канат, или стальная нить, или протяженный пучок из проволоки).

На фиг. 12 показан поперечный разрез ферменной путевой структуры, где основная рельсовая нить выполнена с рельсовыми корпусами в виде замкнутых профилей, а вспомогательная нить представлена в бескорпусном исполнении. В этих случаях корпус вспомогательной нити вырождается в фиксирующие предварительно напряженную силовую структуру кольцевые элементы 7.6, как показано на фиг. 12. В то же время для достижения необходимой конструктивной жесткости пояса ферменной структуры, содержащего вспомогательную нить, обеспечивают сочетание бескорпусного исполнения вспомогательной балки и связанных с ней рельсовых корпусов 9 вспомогательной нити, выполненных предпочтительно в виде замкнутого профиля в поперечном разрезе (на фиг. 12 изображены пунктирной линией). В этих случаях как минимум один рельсовый корпус 9 закрепляется на вспомогательной нити через фиксирующие предварительно напряженную силовую структуру бескорпусной вспомогательной нити кольцевые элементы 7.6.

Таким образом, как по первому варианту изобретения, так и по второму его варианту вспомогательная нить 7 может быть представлена без наличия рельсовых корпусов 9 вспомогательной нити (без образования вспомогательной рельсовой колеи), либо вспомогательная нить 7 может быть представлена с наличием рельсовых корпусов 9 вспомогательной нити 7, когда с корпусом 7.1, представленным в виде вспомогательной балки, жестко связаны рельсовые корпуса 9 вспомогательной нити с образованием вспомогательной рельсовой колеи. При этом по первому варианту изобретения связь между рельсовыми корпусами 4.1 основной рельсовой нити 4 обеспечивается посредством основной балки 6, а узлы 8.1 соединений периодически ориентированных перемычек 8 связаны с корпусом основной балки, в то время

как по второму варианту изобретения основная балка 6 отсутствует, а связь между рельсовыми корпусами 4.1 основной рельсовой нити 4 обеспечивается непосредственно через узлы 8.1 соединений периодически ориентированных перемычек 8, противоположные узлы 8.2 которых связаны с вспомогательной нитью 7 (вспомогательной балкой 7 1).

Следуя характеру распределения величин силовых нагрузок между основным и вспомогательным поясами (основной и вспомогательной нитями), при формировании ферменной путевой структуры обеспечивают большие усилия  $T_2$  натяжения силовых структур ее основной рельсовой нити (основного пояса фермы) по отношению к усилиям  $T_1$  натяжения силовых структур вспомогательной нити (вспомогательного пояса фермы).

При этом для первого и второго вариантов изобретения характерно то, что силовые органы основной и вспомогательной нитей, включая силовые органы основной балки (по первому варианту) и все рельсовые корпуса (основной и вспомогательной нитей), натянуты на анкерные опоры с усилиями, которые выбирают согласно соотношению

$$0,2 \leq T_2 / T_1 \leq 5, \quad (2)$$

где  $T_1$ ,  $H$  - усилие натяжения силовых органов основных рельсовых нитей;

$T_2$ ,  $H$  - усилие натяжения силовых органов вспомогательной нити.

На оголовках опор 2 ферменная путевая структура может крепиться известными способами как в виде предварительно собранных цельных участков-ферм, соответствующих по длине пролетам между опорами, так и (при монтаже на месте) поэлементно - с отдельным закреплением силовых структур силовых органов 4.3, 6.2, 7.2 основной рельсовой и вспомогательной нитей и отдельно корпусов 4.1, 6.1, 7.1, 9 - основной рельсовой и вспомогательной нитей соответственно с последующим раскреплением основной и вспомогательной нитей (соединением основного и вспомогательного поясов фермы) посредством последовательности периодически ориентированных стержневых элементов 8.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной системы коммуникаций возможны различные неисключающие сочетания заполнения корпусов основной балки 8, вспомогательной нити 7, выполненных в виде труб, а также всех имеющихся рельсовых корпусов (основной и вспомогательной нитей). В частности, любой из упомянутых корпусов может быть полностью или частично заполнен посредством размещения в нем элементов соответствующей силовой структуры с образованием (как описано выше) или без образования силового органа, а также может быть выполнен без размещения силового органа в любом из упомянутых корпусов.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной системы коммуникаций возможны различные неисключающие сочетания всех выше указанных видов исполнения поперечного сечения корпусов основной балки 8, вспомогательной нити 7, а также всех имеющихся рельсовых корпусов (основной и вспомогательной нитей).

Независимо от особенностей варианта реализации ферменной системы коммуникаций для надежно устойчивого ее функционирования необходимо достижение выполнения условия, при котором отношение площадей поперечного сечения пояса фермы, содержащего основную рельсовую нить, к площади поперечного сечения вспомогательного пояса фермы (содержащего вспомогательную нить) лежит в пределах от 0,2 до 5. То есть значения площадей:  $S_1$ ,  $m^2$  - поперечного сечения основной балки (при ее наличии),  $S_2$ ,  $m^2$  - поперечного сечения рельсовых корпусов основной нити,  $S_3$ ,  $m^2$  - поперечного сечения вспомогательной нити,  $S_4$ ,  $m^2$  - рельсовых корпусов вспомогательной нити (при их наличии) выбраны из соотношения

$$0,2 \leq \frac{S_1 + S_2}{S_3 + S_4} \leq 5. \quad (3)$$

Если основная балка 6 и рельсовые корпуса 4 вспомогательной нити отсутствуют (фиг. 3), условие (3) выглядит следующим образом:

$$0,2 \leq S_2 / S_3 \leq 5. \quad (4)$$

При этом каждое из значений площадей:  $S_1$ ,  $m^2$  - поперечного сечения основной балки,  $S_2$ ,  $m^2$  - поперечного сечения рельсовых корпусов основной нити,  $S_3$ ,  $m^2$  - поперечного сечения вспомогательной нити,  $S_4$ ,  $m^2$  - рельсовых корпусов вспомогательной нити включает площадь поперечного сечения соответствующего корпуса и суммарную площадь поперечного сечения всех элементов силовых структур, составляющих силовые органы, заключенные в соответствующие корпуса ферменной путевой структуры.

Стремление указанного отношения площадей к значению нижнего предела соотношения

$$\frac{S_1 + S_2}{S_3 + S_4} \rightarrow 0,2$$

соответствует частным случаям, когда заполняемость элементами силовой структуры корпусов основной рельсовой нити, включая основную балку 6 и рельсовые корпуса 4.1 основной нити, ниже заполняемости элементами силовой структуры корпусов вспомогательной нити.

Стремление соотношения (3) к значению верхнего предела

$$\frac{S_1+S_2}{S_3+S_4} \rightarrow 5$$

соответствует частным случаям, в которых, наоборот, заполняемость элементами силовой структуры корпусов основной рельсовой нити, включая основную балку 6 и рельсовые корпуса 4.1 основной нити, превышает заполняемость элементами силовой структуры корпусов вспомогательной нити.

Нахождение отношения (3) в указанных пределах определяет надежность ферменной структуры с точки зрения ее поперечной устойчивости.

В случаях выполнения корпусов основной балки, и/или вспомогательной нити, и/или рельсовых корпусов без заполнения элементами силовой структуры (силовыми органами) упомянутые корпуса закрепляют в оголовках анкерных опор 2 с предварительным напряжением, при этом корпуса сами выполняют функции предварительно напряженных силовых органов.

Периодически ориентированные стержневые элементы 8 могут быть выполнены с профилем поперечного сечения в виде трубы (круглой или профильной). Альтернативно периодически ориентированные стержневые элементы 8 могут быть выполнены профильными в поперечном разрезе в виде любых из известных профилей: тавра, двутавра, швеллера, угла или полосы или всевозможных их сочетаний.

В зависимости от проектного решения колесных подвижных средств и путевой структуры сопряженные с рельсовыми корпусами основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити поверхности качения для колесных подвижных средств могут находиться на верхних, и/или на нижних, и/или на боковых внешних поверхностях рельсовых корпусов.

Верхняя и нижняя внешние поверхности рельсовых корпусов 4.1 основной рельсовой нити 4 сопряжены с соответствующими двумя поверхностями качения - верхней 4.6 и нижней 4.7 - с образованием основной рельсовой колеи для движения колесных подвижных средств (см. фиг. 2, 3, 6, 7). Верхние поверхности 4.6 качения основной колеи выполнены под углом  $\alpha$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, нижние поверхности 4.7 качения выполнены под углом  $\beta$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45° (см. фиг. 3).

Подобно основной рельсовой нити, верхняя и нижняя внешние поверхности рельсовых корпусов 9 вспомогательной нити 7 сопряжены с соответствующими двумя поверхностями качения - верхней 9.5 и нижней 9.6 - с образованием вспомогательной рельсовой колеи для движения колесных подвижных средств. (см. фиг. 6). Верхние поверхности 9.5 качения вспомогательной колеи выполнены под углом  $\alpha$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, нижние поверхности 9.6 качения выполнены под углом  $\beta$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45° (см. фиг. 6).

Основной работы ферменной путевой структуры как системы для движения транспорта является то, что сопряженные с рельсовыми корпусами (основной или вспомогательной нитей) верхние поверхности качения образуют рельсовую колею для опорных колес 10, как показано на фиг. 2.7, а нижние поверхности качения (при их наличии) образуют рельсовую колею для поджимных колес подвижных средств (на чертежах не показаны), движение которых может быть организовано посредством любого из известных видов привода, причем сопряженные с рельсовыми корпусами поверхности качения выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

В некоторых вариантах реализации ферменной путевой структуры нижние поверхности 4.7 качения (основной колеи) и/или нижние поверхности 9.6 качения (вспомогательной колеи) могут отсутствовать, тогда соответствующую рельсовую колею для движения транспорта образуют только верхние поверхности 4.6 качения (основной колеи) и/или верхние поверхности 9.5 качения (вспомогательной колеи).

Нижнее значение диапазона углов  $\alpha$  и  $\beta$  наклона к горизонту поверхностей качения - от 0° определяется условием исключения касания колесами подвижных средств периодически ориентированных стержневых элементов и/или корпуса балки 6 при движении колесных подвижных средств по путевой структуре.

Верхнее значение диапазона углов  $\alpha$  и  $\beta$  наклона к горизонту поверхностей качения - до 45° определяется условием выбора результирующей из сил тяги, сопротивления качению колес, сопротивления воздуха и других - определяющей наилучшие параметры движения.

Возможны неограничивающие примеры реализации системы коммуникаций, когда боковые поверхности качения предпочтительно обустраивают на вспомогательных нитях при наличии дополнительного фиксирующего колеса на колесном подвижном средстве с целью обеспечения вертикальной устойчивости подвижных средств при движении (на чертежах не показано ввиду известности из уровня техники).

При этом на боковые поверхности качения не распространяется действие условия нахождения угла их наклона к горизонту в пределах от 0 до 45°.

В поперечном разрезе профили рельсовых корпусов рельсовых нитей могут быть как симметричны относительно горизонтальной оси (угол  $\alpha$  к горизонту верхних поверхностей качения совпадает с углом  $\beta$  к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения), так и асимметричны относительно горизонтальной оси (угол  $\alpha$  к горизонту верхних поверхностей качения не совпадает с углом  $\beta$  к горизонту

соответствующих нижних поверхностей качения).

Тяговое усилие, необходимое для обеспечения движения колесных подвижных средств в системе, обеспечивается любым из известных типов двигателей с соответствующими трансмиссией и приводом на ведущие (тяговые) колеса.

В предпочтительном варианте реализации изобретения независимо от наличия или отсутствия заполнения корпусов основной и вспомогательной нитей силовой структурой в корпусе 6.1 основной балки 6 и/или в корпусе 7.1 вспомогательной нити 7 может быть размещен протяженный коммуникационно-транспортный канал 6.5 и/или коммуникационно-транспортный канал 7.5. При условии конструкционного обеспечения требований экологической, санитарно-гигиенической, пожарной и др. видов безопасности упомянутые каналы могут быть выполнены с возможностью перемещения жидкой или газообразной среды, что позволяет использовать их при организации протяженных систем жизнеобеспечения городов и населенных пунктов (систем газо-, водо-, теплоснабжения), как магистральных, так и местного значения. Кроме этого, в каналах 6.5, 7.5 могут быть размещены протяженные элементы трубопроводов для транспортировки нефти и нефтепродуктов или элементы попутных ответвлений газотранспортной системы, как магистральной, так и локальной, для перекачки природного или сжиженного газа. Наряду с этим или вместо этого коммуникационно-транспортные каналы 6.5, 7.5 возможно использовать для размещения в них коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения.

В предпочтительном варианте реализации изобретения наряду с заполнением рельсовых корпусов основной рельсовой нити элементами силовой структуры с образованием силового органа внутри любого из рельсовых корпусов основной рельсовой нити может быть помещен протяженный коммуникационный канал 4.8. При условии конструкционного обеспечения требований экологической, пожарной и др. видов безопасности он может быть выполнен с возможностью размещения в нем протяженных коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения.

Кроме того, наряду с заполнением рельсовых корпусов вспомогательной нити элементами силовой структуры с образованием силового органа внутри любого из рельсовых корпусов 9 вспомогательной нити может быть помещен протяженный коммуникационный канал 9.7. При условии конструкционного обеспечения требований экологической, пожарной и др. видов безопасности он может быть выполнен с возможностью размещения в нем протяженных коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения.

Описанное размещение коммуникационно-транспортных каналов 4.8, 6.5, 7.5, 9.7 в соответствующих корпусах компонентов представленной ферменной системы коммуникаций Юницкого обеспечивает расширение ее функциональных возможностей, существенно повышает материально-экономическую и экологическую эффективность за счет еще одного предмета настоящего изобретения - применения системы коммуникаций Юницкого для транспортировки жидкостей или газов.

Предметом изобретения является также применение системы коммуникаций Юницкого в сетях энергоснабжения и/или связи.

Построение представленной системы коммуникаций Юницкого включает установку опор 2 на основании 3, подвеску и натяжение между ними силовых органов 4.3, 6.2 (при наличии основной банки 6) и 7.2 основной рельсовой и вспомогательной нитей с учетом всех имеющихся рельсовых корпусов рельсовых нитей, последующую фиксацию концов силовых органов в соответствующих уровнях оголовков анкерных опор, а также крепление силовых органов относительно корпусов 4.1, 6.1, 7.1, 9. Причем рельсовые корпуса 4.1, 9 рельсовых нитей выполнены по меньшей мере с двумя верхними поверхностями 4.6, 9.5 качения соответственно или с четырьмя поверхностями 4.6, 4.7, 9.5, 9.6 качения соответственно и образуют основную рельсовую колею (на основной рельсовой нити) для движения колесных подвижных средств и вспомогательную рельсовую колею (на вспомогательной нити).

Одновременно с формированием силовых органов 4.3, 6.2, 7.2 при подвешивании и натяжении между опорами элементов 4.4, 6.3, 7.3 силовой структуры осуществляют прокладку и закрепление коммуникационных каналов 4.8, 9.7 и коммуникационно-транспортных каналов 6.5, 7.5 с их последующим закреплением в корпусах 4.1, 6.1, 7.1 и 9 соответственно.

Далее осуществляют раскрепление верхнего и нижнего поясов ферменной структуры посредством распределенной по всей ее длине последовательности периодически ориентированных стержневых элементов 8, причем узлы 8.1 их соединений с основной рельсовой нитью закрепляют с основаниями 4.2 протяженных рельсовых корпусов основных рельсовых нитей 4 (в безбалочном варианте реализации, как показано на фиг. 3) либо с протяженным корпусом 6.1 основной балки 6, который, в свою очередь, по всей длине колеи соединяют с корпусами 4.1 (основаниями 4.2) основных рельсовых нитей, как показано на фиг. 2, а узлы 8.2 соединений стержневых элементов с вспомогательной нитью закрепляют на корпусе 7.1 вспомогательной нити.

Предварительно рельсовые корпуса 4.1 основной рельсовой нити и рельсовые корпуса 9 (при их наличии) вспомогательной нити по всей длине колея соединяют с помещенным между ними корпусом 6.1 основной балки 6 для основной нити и с корпусом 7.1 вспомогательной нити соответственно с образованием монолитных поясов фермы путевой структуры.

Если вспомогательная нить 7 и/или основная балка 6 выполнены в виде труб, в их корпусах 7.1 и/или 6.1 заранее помещают коммуникационно-транспортировочные канаты 7.5 и/или 6.5 соответствен-

но, и прокладывают в них трубопроводы для транспортировки жидкостей или газов и/или каналы коммуникаций энергоснабжения и связи, затем свободную часть полости внутри упомянутых корпусов в соответствии с проектировочным расчетом заполняют элементами 7.3 и/или 6.3 силовой структуры частично или полностью с образованием предварительно напряженных силовых органов.

Источники информации.

1. А.С. СССР № 35209, публ.31.03.1934 г.
2. Патент RU 2328392, МПК В61В1/00, В61В5/02, В61В13/00, Е01В25/00, публ. 10.07.2008.
3. Патент ЕА 6112, МПК В61В 3/00, 5/00, Е01В 25/00, публ. 25.08.2005.
4. Патент RU 2520983, МПК В61В5/02, В61В13/00, Е01В25/00, публ. 27.06.2014.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система коммуникаций, включающая по меньшей мере одну ферменную путевую структуру, поддерживаемую установленную на основании с опиранием на опоры по меньшей мере одну основную рельсовую нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус с сопряженной с ним поверхностью качения для колесных подвижных средств, и расположенную на другом уровне по меньшей мере одну вспомогательную нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус, причем основная рельсовая нить в пролете между смежными опорами связана со вспомогательной нитью посредством последовательности периодически ориентированных стержневых элементов, продольные оси которых образуют с продольными осями основной и вспомогательной нитей треугольники с вершинами в периодически распределенных узлах соединений стержневых элементов между собой и поочередно - с основной и вспомогательной нитями,

отличающаяся тем, что основная рельсовая нить включает противолежащие относительно центральной плоскости и связанные между собой два рельсовых корпуса, между которыми помещена основная балка;

узлы соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью по всей длине ферменной путевой структуры жестко связаны с расположенной между рельсовыми корпусами основной балкой, в свою очередь, жестко связанной с противолежащими основаниями двух рельсовых корпусов; при этом высота  $h$ , м, корпуса основной рельсовой нити и высота  $H$ , м, ферменной путевой структуры связаны соотношением

$$5 \leq H/h \leq 50,$$

а с рельсовыми корпусами сопряжены образующие основную рельсовую колею для колесных подвижных средств поверхности качения, которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

2. Система коммуникаций, включающая по меньшей мере одну ферменную путевую структуру, поддерживаемую установленную на основании с опиранием на опоры по меньшей мере одну основную рельсовую нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус с сопряженной с ним поверхностью качения для колесных подвижных средств, и расположенную на другом уровне по меньшей мере одну вспомогательную нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в протяженный корпус, причем основная рельсовая нить в пролете между смежными опорами связана со вспомогательной нитью посредством последовательности периодически ориентированных стержневых элементов, продольные оси которых образуют с продольными осями основной и вспомогательной нитей треугольники с вершинами в периодически распределенных узлах соединений стержневых элементов между собой и поочередно - с основной и вспомогательной нитями,

отличающаяся тем, что основная рельсовая нить включает противолежащие относительно центральной плоскости и связанные между собой два рельсовых корпуса,

узлы соединений периодически ориентированных стержневых элементов с основной рельсовой нитью по всей длине ферменной путевой структуры жестко связаны с противолежащими основаниями рельсовых корпусов, при этом высота  $h$ , м, корпуса основной рельсовой нити и высота  $H$ , м, ферменной путевой структуры связаны соотношением

$$5 \leq H/h \leq 50,$$

а с рельсовыми корпусами сопряжены образующие основную рельсовую колею для колесных подвижных средств поверхности качения, которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что основная балка включает протяженный корпус в виде круглой или профильной трубы.

4. Система по п.3, отличающаяся тем, что основная балка выполнена с размещением в ее корпусе как минимум одного предварительно напряженного силового органа.

5. Система по п.3, отличающаяся тем, что основная балка выполнена без размещения силового органа в ее корпусе.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что основная балка выполнена в виде двутавра, или швеллера, или комбинации полос.

7. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что протяженный корпус вспомогательной нити включает противоположные относительно центральной плоскости и связанные между собой два рельсовых корпуса, между которыми помещена вспомогательная балка.

8. Система по п.7, отличающаяся тем, что вспомогательная балка включает протяженный корпус в виде круглой или профильной трубы.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что вспомогательная балка выполнена с размещением в ее корпусе предварительно напряженного силового органа.

10. Система по п.8, отличающаяся тем, что вспомогательная балка выполнена без размещения силового органа в ее корпусе.

11. Система по п.7, отличающаяся тем, что вспомогательная балка выполнена в виде или двутавра, или швеллера, или комбинации полос.

12. Система по п.7, отличающаяся тем, что с рельсовыми корпусами вспомогательной нити сопряжены образующие вспомогательную рельсовую колею для колесных подвижных средств поверхности качения, которые выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

13. Система по любому из пп.1, 2, 7, отличающаяся тем, что любой из рельсовых корпусов в поперечном разрезе представляет собой замкнутый профиль с заполнением или без заполнения пространства внутри упомянутых корпусов силовыми органами.

14. Система по любому из пп.1, 4, отличающаяся тем, что силовые органы основной балки, и/или вспомогательной балки, и/или рельсовых корпусов образованы размещением силовой структуры, состоящей из предварительно напряженных протяженных элементов, в соответствующих корпусах основной балки, и/или вспомогательной балки, и/или рельсовых корпусов с заполнением пустот в корпусах между элементами силовой структуры твердеющим материалом на основе полимерных связующих, композитов или цементными смесями.

15. Система по п.14, отличающаяся тем, что предварительно напряженные протяженные элементы силовой структуры выполнены из стальной проволоки, и/или из стержней, и/или из стальных витых или невитых канатов, и/или из нитей, полос, лент, труб.

16. Система по любому из пп.1, 2, 4, 9, 13, отличающаяся тем, что силовые органы основной рельсовой нити и вспомогательной нити натянуты на анкерные опоры с усилиями, которые выбраны из соотношения

$$0,2 \leq T_1 / T_2 \leq 5,$$

где  $T_1$ , Н - усилие натяжения силовых органов основной рельсовой нити;  $T_2$ , Н - усилие натяжения силовых органов вспомогательной нити.

17. Система по любому из пп.1, 2, 7, отличающаяся тем, что любой из рельсовых корпусов в поперечном разрезе представляет собой открытый профиль или полосу.

18. Система по любому из пп.1, 3-6, 14, 15, отличающаяся тем, что площади  $S_1$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения основной балки,  $S_2$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения рельсовых корпусов основной рельсовой нити,  $S_3$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения вспомогательной балки и  $S_4$ , м<sup>2</sup> - поперечного сечения рельсовых корпусов вспомогательной нити выбраны из соотношения

$$0,2 \leq \frac{S_1 + S_2}{S_3 + S_4} \leq 5.$$

19. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что периодически ориентированные стержневые элементы выполнены в виде труб.

20. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что периодически ориентированные стержневые элементы выполнены профильными с поперечным сечением в виде тавра, двутавра, швеллера, угла или полосы.

21. Система по любому из пп.1, 2, 12, отличающаяся тем, что сопряженные с рельсовыми корпусами основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити поверхности качения для колесных подвижных средств находятся на верхних, и/или на нижних, и/или на боковых поверхностях рельсовых корпусов.

22. Система по пп.1-21, отличающаяся тем, что основная рельсовая нить представляет собой нижний пояс ферменной путевой структуры, а вспомогательная нить - ее верхний пояс.

23. Система по любому из пп.1-21, отличающаяся тем, что основная рельсовая нить представляет собой верхний пояс ферменной путевой структуры, а вспомогательная нить - ее нижний пояс.

24. Система по любому из пп.1-21, отличающаяся тем, что корпус основной рельсовой нити выполнен с возможностью размещения в нем коммуникационно-транспортного канала для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

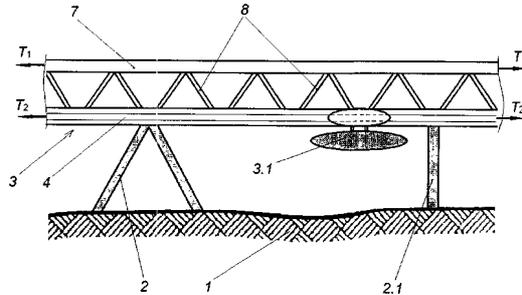
25. Система по любому из пп.1-21, отличающаяся тем, что корпус вспомогательной нити выполнен с возможностью размещения в нем коммуникационно-транспортного канала для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

26. Система по любому из пп.1-21, отличающаяся тем, что рельсовые корпуса основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити содержат коммуникационно-транспортные каналы, выполненные с возможностью размещения в них трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или коммуникаций энергоснабжения и связи.

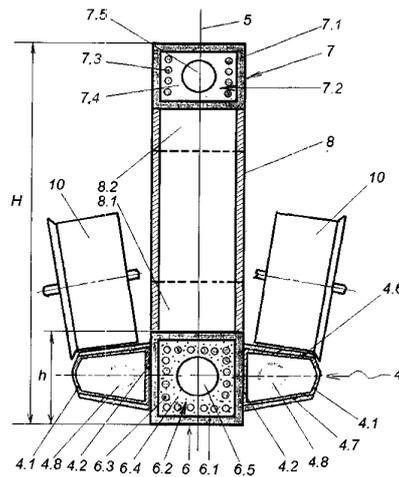
27. Система по любому из пп.1-21, отличающаяся тем, что рельсовые корпуса основной рельсовой нити и/или вспомогательной нити содержат коммуникационные каналы с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и связи.

28. Применение системы коммуникаций по любому из пп.24-27 для транспортировки жидкостей или газов.

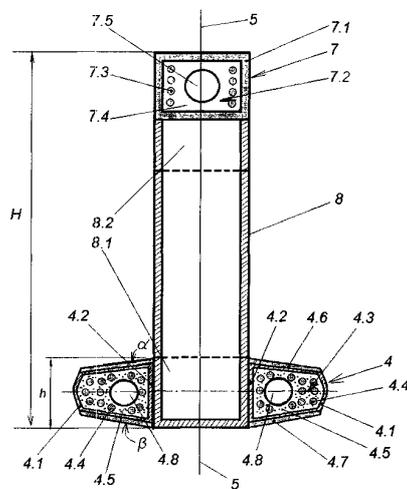
29. Применение системы коммуникаций по любому из пп.24-27 в сетях энергоснабжения и связи.



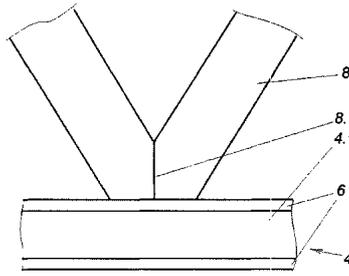
Фиг. 1



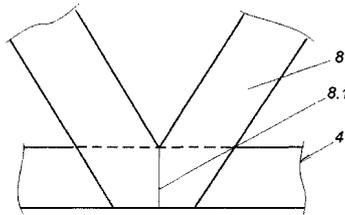
Фиг. 2



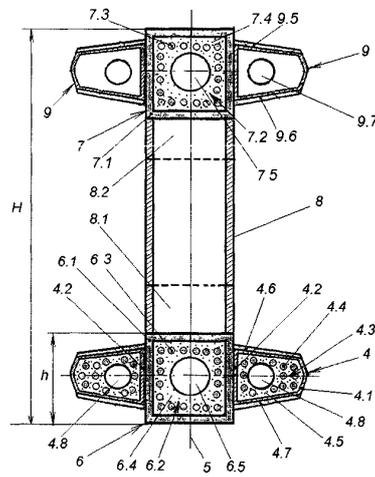
Фиг. 3



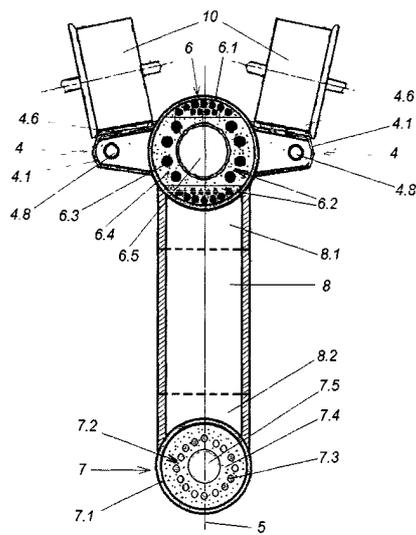
Фиг. 4



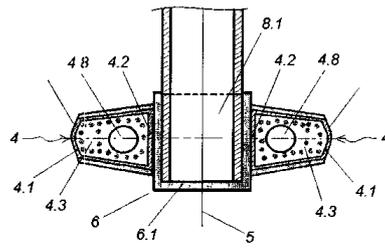
Фиг. 5



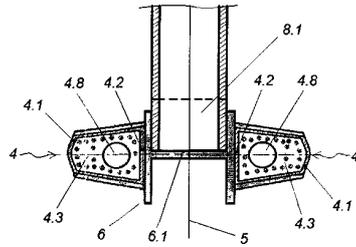
Фиг. 6



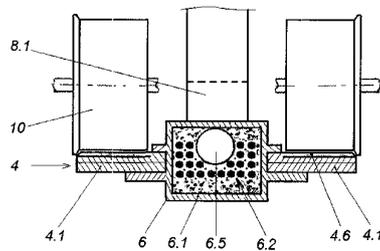
Фиг. 7



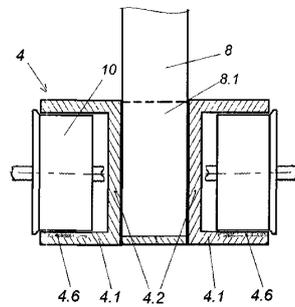
Фиг. 8



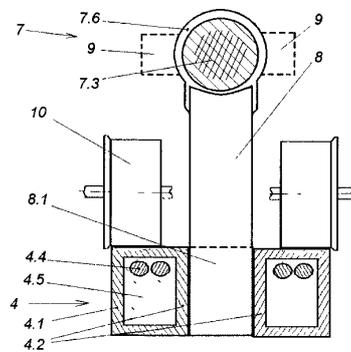
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12