

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **033575**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2019.11.06**

**(21)** Номер заявки  
**201600627**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2016.06.20**

**(51)** Int. Cl. **B61B 13/04** (2006.01)  
**B61B 3/02** (2006.01)  
**E01B 25/00** (2006.01)  
**F16L 3/08** (2006.01)  
**F17D 1/00** (2006.01)

---

**(54) СИСТЕМА КОММУНИКАЦИЙ ЮНИЦКОГО И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ  
ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОСТЕЙ И/ИЛИ ГАЗОВ И/ИЛИ В СЕТЯХ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И/ИЛИ СВЯЗИ**

---

**(43)** 2017.12.29

**(96)** 2016/ЕА/0040 (ВУ) 2016.06.20

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

**(56)** US-A-3447481  
US-A-3012521  
RU-C2-2520983  
RU-C1-2475386  
US-A-2976820

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

---

**(57)** Изобретение относится к области транспортных коммуникаций, в частности к надземным комплексным транспортным системам струнного типа с коммуникационной структурой, обеспечивающей грузовые и пассажирские перевозки, размещение линий энергообеспечения и связи, а также трубопроводов для транспортировки жидких и газообразных сред и направлено на улучшение эксплуатационно-технических характеристик системы коммуникаций, повышение жёсткости конструкции путевой структуры и ровности рельсового пути. Основу системы коммуникаций составляет натянутая над основанием (1) в пролётах между опорами (2) путевая структура (4) в виде образующих рельсовую колею рельсовых нитей (7), корпуса которых по всей длине колеи соединены с расположенным между ними протяжённым корпусом трубы (8), образуя монолитный корпус (9) путевой структуры, причем корпус (8.1) трубы и/или корпуса (7.1) каждой из рельсовых нитей выполнены с возможностью заполнения силовой структурой (7.3) с образованием предварительно напряжённых силовых органов (7.2), а сопряжённые с каждым из корпусов (7.1) рельсовых нитей поверхности (7.5) и (7.6) качения для колёс подвижных средств (6) выполнены под углом наклона к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°. Вместе с тем, в корпус трубы и/или в корпуса рельсовых нитей могут быть помещены коммуникационно-транспортные каналы (12) и/или (13) для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергообеспечения и/или связи.

**B1**

**033575**

**033575**

**B1**

Изобретение относится к области транспортных коммуникаций, в частности к надземным комплексным транспортным системам струнного типа с коммуникационной структурой, обеспечивающей скоростные грузовые и пассажирские перевозки, размещение линий энергообеспечения и связи, а также трубопроводов для транспортировки жидких и газообразных сред.

Известна транспортная система Юницкого [1], которая включает по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролёте между опорами путевую структуру в виде силового органа, заключённого в корпус с поверхностью качения для движения установленных на путевой структуре колёсных подвижных средств. В предложенном устройстве оптимизированы площади поперечного сечения силового органа и корпуса рельса с поверхностью качения, а также усилия натяжения путевой структуры и силового органа в путевой структуре, обоснован расчёт высоты провисания путевой структуры между смежными опорами и высоты опор. Известная транспортная система имеет недостаточную поперечную жёсткость, а структура рельсовой нити не обеспечивает достижения высокой ровности путевой структуры при организации скоростного движения.

Известна транспортная система Юницкого [2] с путевой структурой в виде предварительно напряжённой струнно-стержневой фермы, в которой основная и вспомогательная нити, выполненные с предварительно напряжённым 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 напряжённой путевой структуры со свойствами структур конструкционной жёсткости, каковыми являются традиционные стержневые фермы, повышается изгибная жёсткость системы и обеспечивается возможность увеличения пролётов 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 сосредоточенных вдоль силового органа соединительных обечаек), так и при выполнении её со сплошным протяжённым 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 колёсных транспортных средств для системы типа "монорельс".

Однако известная транспортная система имеет недостаточную поперечную жёсткость, а структура рельсовой нити не обеспечивает достижения высокой ровности путевой структуры при организации скоростного движения, при этом наличие большого количества располагаемых зигзагообразно связевых стержневых элементов приводит к высокой материалоемкости и соответственно сложности монтажа такой системы.

Известна транспортная система Юницкого [3], которая принята за прототип. Она содержит по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролётах между опорами путевую структуру в виде образующих рельсовую колею по меньшей мере двух рельсовых нитей, каждая из которых состоит из предварительно напряжённого силового органа, совмещённого с протяжённым корпусом рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения для колёс подвижных средств, и установленные на путевой структуре подвижные средства. Причём основные и вспомогательные нити на пролётах между смежными опорами связаны между собой посредством зигзагообразно ориентированных стержневых элементов (как в [2]), размещённых с внешних сторон основной и вспомогательной нитей и образующих с ними треугольники. Дополнительно левые и правые нити соединены между собой на каждом уровне поперечными перемычками, которые установлены в узлах сопряжения стержневых элементов и нитей.

Основой работы известной транспортной системы является то, что сопряжённая с корпусом поверхность качения образует рельсовую колею для опорных колёс подвижных средств, движение которых может быть организовано посредством любого из известных видов привода.

Рельсовая нить известных транспортных систем образована натянутыми между анкерными опорами рельсами струнного типа, общей особенностью которых является наличие протяжённого корпуса с сопряжённой с ним поверхностью качения и с сопряжённым с ним и/или с заключённым внутри него предварительно напряжённым 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, сопряжёнными с корпусом. В любом из вариантов конструкции сопряжённая с корпусом поверхность качения образует гладкий путь для опорных колёс подвижного средства, каждое из которых даёт вертикальную нагрузку на путевую структуру. При этом структура рельсовой нити известных транспортных систем имеет повышенную материалоемкость и, соответственно, стоимость.

Кроме того, в ряде случаев головка и корпус рельсовых нитей в колее при натяжении силовых органов на опоры могут частично или полностью взять на себя функции предварительно напряжённого силового органа, если они будут при монтаже конструкции предварительно натянуты. В этих случаях

необходимо предусматривать дополнительное жёсткое крепление поверхности качения (головки рельса) не только с его корпусом, но и с соединительными стержневыми элементами. Это несколько усложняет монтаж (требуется дополнительный сварной шов) и повышает материалоемкость конструкции.

Общим недостатком известных конструкций рельсовых нитей, объединённых в колею, является высокая материалоемкость из-за наличия большого количества соединительных элементов (как стержневых продольных элементов, располагаемых зигзагообразно, так и поперечных перемычек), соответственно, такие системы имеют сложную и трудоёмкую технологию монтажа. Кроме того, насыщенность соединительными элементами и соответственно узлами их соединений с рельсовыми нитями не обеспечивает достаточной поперечной жёсткости и упругой устойчивости (монолитности) системы, а, следовательно, и её безопасности.

Ещё один недостаток известных конструкций рельсовых нитей, объединённых в колею, связан с тем, что поверхность качения, образованная поверхностью корпуса в виде его верхней части - головки, либо образованная рельсом или головкой накладного типа, сопряжёнными с корпусом, всегда расположена только с одной стороны - на верхней части корпуса. Сопряжённая с корпусом поверхность качения образует гладкий путь для опорных колёс подвижного средства, каждое из которых даёт вертикальную нагрузку на путевую структуру, не обеспечивая при этом достаточных качеств, связанных с надёжностью, плавностью и мягкостью хода транспортного средства. Это особенно проявляется при организации движения с большими продольными уклонами пути - более 10%.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

- расширения функциональных возможностей системы коммуникаций;
- стабилизации поперечного размера колеи на всём протяжении рельсового пути за счёт повышения поперечной жёсткости путевой структуры;
- упругой устойчивости системы коммуникаций и её надёжности;
- улучшения эксплуатационно-технических характеристик системы коммуникаций, повышения жёсткости конструкции путевой структуры в целом и ровности рельсового пути;
- улучшения качеств, связанных с плавностью и мягкостью хода подвижных средств.

Технические цели в соответствии с задачей изобретения достигаются посредством системы коммуникаций, включающей по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролетах между опорами, путевую структуру в виде образующих рельсовую колею по меньшей мере двух рельсовых нитей, каждая из которых состоит из предварительно напряжённого силового органа, сопряжённого с протяжённым корпусом рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения для колёс подвижных средств, и установленные на путевой структуре подвижные средства, отличия которой согласно изобретению заключаются в том, что корпуса рельсовых нитей по всей длине колеи соединены с расположенным между ними протяжённым корпусом круглой или профильной трубы, образуя монолитный корпус путевой структуры, причём корпус трубы и/или корпуса каждой из рельсовых нитей выполнены с возможностью заполнения силовой структурой с образованием предварительно напряжённых силовых органов, а сопряжённые с каждым из корпусов рельсовых нитей поверхности качения выполнены под углом наклона к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что отношение ширины с корпуса путевой структуры к ширине  $\alpha$  корпуса трубы выбирают в пределах  $1,2 \leq c/\alpha \leq 12$ , а площадь  $S_p$ ,  $m^2$ , поперечного сечения корпуса путевой структуры и суммарная площадь  $S_U$ ,  $m^2$ , поперечного сечения всех силовых органов, заключённых в корпус путевой структуры, находятся в пределах, определяемых из соотношения:  $1 \leq (S_p E_p + S_U E_U) / S_p E_p \leq 20$ , где  $E_U$  - модуль упругости силового органа,  $H/m^2$ ;  $E_p$  - модуль упругости корпуса путевой структуры,  $H/m^2$ .

Силовые органы образованы сопряжением силовой структуры, состоящей из предварительно напряжённых протяжённых элементов, с корпусами трубы и/или рельсовых нитей с заполнением пустот в корпусах твердеющим материалом на основе полимерных связующих, композитов или цементных смесей. При этом протяжённые элементы силовой структуры могут быть выполнены из проволоки, и/или из стержней, и/или из витых или невитых канатов, и/или из нитей, полос, прядей, лент, труб.

В зависимости от варианта практической реализации путевой структуры сопряжённые с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колёсных подвижных средств могут находиться либо только на верхних либо одновременно на верхних и на нижних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя, соответственно, верхние и нижние поверхности качения для колёсных подножных средств.

Верхние поверхности качения выполнены под углом  $\alpha$  наклона к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, а нижние поверхности качения выполнены под углом  $\beta$  наклона к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, причём угол  $\alpha$  наклона к горизонту верхних поверхностей качения может как совпадать, так и не совпадать с углом  $\beta$  наклона к горизонту нижних поверхностей качения.

В соответствии с вариантом расположения поверхностей качения на корпусе рельсовой нити колёсные подвижные средства, установленные на путевой структуре, могут быть выполнены с возможностью качения колёс только по верхней поверхности качения либо содержат колесные пары, состоящие из верхних колёс, выполненных с возможностью качения по верхней поверхности качения, и нижних колёс,

выполненных с возможностью качения по нижней поверхности качения.

При этом, как верхние, так и нижние колёса колёсных пар могут быть выполнены тяговыми (ведущими), либо только верхние колёса колёсных пар могут быть выполнены тяговыми (ведущими), а нижние колёса выполнены поджимными. Для этого нижние колёса подвижных средств оснащают устройством, обеспечивающим дополнительное прижимное усилие  $Q$  на оси нижних колёс в направлении нижней поверхности качения.

Корпусы рельсовых нитей закреплены на протяжённом корпусе трубы таким образом, что центральные горизонтальные оси  $X$  и  $X'$  поперечных разрезов корпусов трубы и рельсовых нитей совпадают.

Корпусы рельсовых нитей могут быть размещены также на протяжённом корпусе трубы и таким образом, что центральная горизонтальная ось  $X'$  профилей поперечных разрезов корпусов рельсовых нитей лежит выше либо ниже горизонтальной оси  $X$  профиля корпуса трубы.

Поперечный разрез профиля корпуса трубы представляет собой круг, или овал, или многоугольник. Корпус трубы может быть выполнен как без заполнения (пустым), так и полностью или частично заполненным силовой структурой с образованием предварительно напряжённых силовых органов.

Вместе с тем, внутренняя полость корпуса трубы может быть выполнена с возможностью размещения в ней коммуникаций энергоснабжения и/или связи и/или транспортировки жидкостей или газов.

Для этого в корпусе трубы может быть выполнен как минимум один коммуникационно-транспортный канал для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и/или связи.

Альтернативным видом исполнения системы коммуникаций является реализация корпусов рельсовых нитей в виде протяжённых однослойных или многослойных полос, которые предпочтительно должны быть натянуты с предварительным напряжением.

Корпусы рельсовых нитей могут быть выполнены также в виде протяжённых профилей, которые в поперечном разрезе могут представлять собой V-образный, или U-образный, или Z-образный, или T-образный, или Г-образный, или С-образный, или П-образный профиль.

При необходимости в корпусы рельсовых нитей могут быть помещены каналы с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и/или связи.

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

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

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - система коммуникаций Юницкого - общий вид;

фиг. 2 - схематическое изображение поперечного разреза корпуса путевой структуры;

фиг. 3 - варианты исполнения профиля поперечного разреза корпуса трубы путевой структуры с некруглой (профильной) трубой;

фиг. 4 - симметричный профиль поперечного разреза корпуса путевой структуры;

фиг. 5 - асимметричный профиль поперечного разреза корпуса путевой структуры;

фиг. 6 - профиль поперечного разреза корпуса путевой структуры с верхним смещением горизонтальной оси рельсовых нитей относительно горизонтальной оси профиля корпуса трубы;

фиг. 7 - профиль поперечного разреза корпуса путевой структуры с нижним смещением горизонтальной оси рельсовых нитей относительно горизонтальной оси профиля корпуса трубы;

фиг. 8 - пример исполнения путевой структуры, где корпусы рельсовых нитей выполнены в виде полосы;

фиг. 9 - пример исполнения путевой структуры, где корпусы рельсовых нитей выполнены в виде профиля.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая система коммуникаций Юницкого (фиг. 1) содержит рассредоточенные на основании 1 опоры 2 с оголовками 3. На опорах размещены подвесные участки одной или более путевых структур 4, натянутых усилием  $T$  над основанием между опорами, образующие пролёты длиной  $L$ . В качестве опор могут выступать стальные и железобетонные столбчатые и каркасные конструкции, здания и сооружения, специально оборудованные пассажирскими станциями и/или грузовыми терминалами 5. Оголовки 3 предназначены для размещения на них переходных участков пути и/или размещённых в структуре системы коммуникационных компонентов - трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и сетей энергоснабжения и связи, а также для крепления (анкерения) натянутых элементов силовых органов путевой структуры.

Устройства крепления силовых органов (и путевой структуры в целом) в оголовках 3 опор 2 представляют собой любые известные устройства, аналогичные устройствам, используемым висячих и вантовых мостах, канатных дорогах и предварительно напряжённых железобетонных конструкциях для крепления (анкерения) натянутых силовых органов (арматуры, канатов, высокопрочных проволок и др.).

Анкерения могут осуществляться как на каждой опоре 3, так и с определённой последовательностью: например, через одну опору или через две опоры и т.д.

Конструкция анкерной опоры 2 может изменяться в зависимости от места установки опоры. В частности, форма оголовков 3 с устройствами крепления силовых органов, элементов трубопроводов и коммуникационных сетей на 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 пролётах между опорами. Кроме того, форма оголовков 3 опор может определяться и тем, что они являются местом размещения пассажирских станций и/или грузовых терминалов 5, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) путевой структуры или узлов разветвления трубопроводов системы коммуникаций. В центральной части станций 5 размещён горизонтальный участок 5.1.

Кроме того, опоры 2 могут быть совмещёнными со зданиями и строительными сооружениями 5.2 (жилые, производственные, офисные, торговые и другие здания и сооружения).

На путевой структуре 4 размещены подвижные средства 6 (пассажирские и/или грузовые, и/или грузо-пассажирские), которые могут быть либо подвешены снизу к путевой структуре, как показано на фиг. 1, либо установлены сверху на путевую структуру (на рисунке не показано).

Путевая структура 4 представляет собой закреплённую на опорах 2 с оголовками 3 рельсовую колею, образованную по меньшей мере двумя рельсовыми нитями 7, между которыми помещена труба 8, выполненная с круглым или профильным поперечным разрезом корпуса 8.1 трубы (фиг. 2). Рельсовые нити 7 по всей длине колеи закреплены на (противолежащих относительно вертикали) боковых сторонах корпуса трубы 8, образуя с ней монолитную путевую структуру, корпус 9 которой представляет собой в поперечном разрезе профиль корпуса 8.1 трубы 8 с симметрично расположенными относительно вертикали по его боковым внешним сторонам профилями корпусов 7.1 рельсовых нитей 7, каждая из которых представляет собой сборную структурированную конструкцию, состоящую из предварительно напряжённого (растянутого) силового органа 7.2, заключённого в протяжённый корпус 7.1 рельсовой нити.

Во внутреннее пространство корпуса 8.1 трубы 8 может также быть помещён протяжённый предварительно напряжённый силовой орган 8.2 трубы.

Корпус 8.1 трубы 8 в поперечном сечении может быть выполнен круглым или профильным. Труба профильная - это замкнутый профиль с отличающимся от круглого сечением. На фиг. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 представлены возможные варианты исполнения профиля поперечного разреза корпуса трубы путевой структуры с некруглой (профильной) трубой: в виде овала вертикального (фиг. 3.1) или горизонтального (фиг. 3.2), треугольника (фиг. 3.3), квадрата (фиг. 3.4), многогранника (фиг. 3.5). Профильная труба 8 в любом из предпочтительных вариантов исполнения может быть изготовлена прямоугольного (квадратного), многоугольного (включающего три угла и более) или овального сечения.

Размеры рельсовых нитей 7 и трубы 8 выбирают таким образом, чтобы выполнялось неравенство для отношения ширины  $c$  корпуса путевой структуры к ширине  $a$  корпуса трубы (см. фиг. 4, 5)

$$1,2 \leq c/a \leq 12, \quad (1)$$

Если отношение  $c/a$  будет меньше 1,2, то путевая структура 4 будет иметь недостаточную несущую способность и прочность.

Если отношение  $c/a$  будет больше 12, то путевая структура будет иметь недостаточную жёсткость, в том числе крутильную, при проезде по ней подвижных средств 6.

Силовые органы рельсовых нитей 7 и трубы 8 образованы размещением предварительно напряжённых протяжённых элементов 7.3 силовой структуры рельсовых нитей и элементов 8.3 силовой структуры трубы в соответствующих корпусах 7.1 рельсовых нитей и корпусе 8.1 трубы с заполнением пустот в корпусах между элементами 7.3 и 8.3 силовой структуры твердеющим материалом 7.4 для рельсовых нитей и твердеющим материалом 8.4 для трубы на основе полимерных связующих, композитов или на основе цементных смесей.

В качестве силовых органов, поперечный разрез которых представлен на фиг. 2, как в рельсовых нитях 7, так и в трубе 8 могут использоваться один или несколько пучков силовых элементов 7.3 и 8.3 силовых структур соответственно, из высокопрочной стальной проволоки и/или из прутьев, собранных в один пучок и/или рассредоточенных по сечению полости корпусов 7.1 и 8.1, и/или одного или нескольких стандартных витых или невитых стальных канатов, а также нитей, прядей, полос, лент, труб или других протяжённых элементов из любых высокопрочных материалов (на рисунках не показано). Пустоты в корпусах между элементами 7.3 и 8.3 силовых структур рельсовых нитей и трубы могут заполняться твердеющим материалом 7.4 и 8.4 - соответственно - на основе полимерных связующих, композитов или цементными смесями, которые жестко связывают в одно целое силовые структуры силовых органов 7.2 и 8.2 с соответствующими корпусами 7.1 и 8.1 рельсовых нитей и трубы, омоноличивая в одно целое конструкцию путевой структуры 4. На оголовках 3 опор 2 путевая структура может крепиться известными способами как омоноличиваемая в одно целое конструкция, так и поэлементно - отдельно силовые структуры силовых органов 7.2 и 8.2 рельсовых нитей и трубы и отдельно корпусы 7.1 и 8.1 - рельсовых нитей и трубы соответственно.

Площадь  $S_p, m^2$ , поперечного сечения корпуса 9 путевой структуры и суммарная площадь  $S_u, m^2$ ,

поперечного сечения всех силовых органов, заключённых в корпус путевой структуры (силовых органов 7.2, помещённых в корпуса 7.1 рельсовых нитей, и силового органа 8.2, помещённого в корпус 8.1 трубы), должны находиться в пределах, определяемых из соотношения:

$$1 \leq (S_p E_p + S_U E_U) / S_p E_p \leq 20, \quad (2)$$

где  $E_U$  - модуль упругости силового органа, Н/м<sup>2</sup>;

$E_p$  - модуль упругости корпуса путевой структуры, Н/м<sup>2</sup>.

Нижний предел отношения (2)  $(S_p E_p + S_U E_U) / S_p E_p = 1$  соответствует частному случаю, когда корпус путевой структуры выполнен полым, без заполнения силовыми органами корпусов трубы и рельсовых нитей, только упругие свойства которых при этом определяют натяжение и прочность системы в целом. В данном случае как корпус трубы, так и протяжённые корпуса рельсовых нитей закрепляют в оголовках 3 опор 2 с предварительным натяжением, при этом они сами выполняют функции предварительно напряжённых силовых органов.

Верхний предел отношения (2):  $(S_p E_p + S_U E_U) / S_p E_p = 20$  соответствует условию, когда корпус путевой структуры заполнен предварительно напряжёнными элементами силовых органов настолько, что путевая структура становится чрезмерно напряжённой и неэффективной, так как вырождается в разновидность канатной дороги, путь в которой (канат) не имеет изгибной жёсткости и плохо приспособлен для движения колёс подвижных средств.

При любых вариантах практических реализаций заполнения силовыми органами корпуса путевой структуры (рельсовых нитей - полностью или частично, или трубы - полностью или частично, или совместно рельсовых нитей и трубы - полностью или частично) при закреплении на анкерных опорах силовые органы выполняются предварительно напряжёнными, одновременно предварительно напряжёнными могут выполняться и корпуса рельсовых нитей и/или корпус трубы.

Верхняя и нижняя внешние поверхности корпусов 7.1 рельсовых нитей 7 сопряжены с соответствующими двумя поверхностями качения - верхней 7.5 и нижней 7.6 - для движения колёсных подвижных средств 6. Верхние поверхности 7.5 качения выполнены под углом  $\alpha$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, нижние поверхности 7.6 качения выполнены под углом  $\beta$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45° (см. фиг. 4 и 5).

Основой работы системы является то, что сопряжённые с корпусом рельсовой нити поверхности качения образуют рельсовую колею для опорных и/или поджимных колёс подвижных средств, движение которых может быть организовано посредством любого из известных видов привода.

Нижнее значение диапазона углов  $\alpha$  и  $\beta$  наклона к горизонту поверхностей качения - от 0° - определяется условием исключения касания колёс корпуса 8.1 трубы 8 при движении колёсных подвижных средств 6 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 колёс, сопротивления воздуха и других - определяющей наилучшие параметры движения, а также минимизацией усилий обжатия трубы 8 из-за клиновидности формы профиля корпусов рельсовых нитей 7.

В поперечном разрезе корпуса путевой структуры профили корпусов рельсовых нитей могут быть симметричны относительно горизонтальной оси (фиг. 4), т.е. угол  $\alpha$  наклона к горизонту верхних поверхностей качения совпадает с углом  $\beta$  наклона к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения.

Однако возможны неограничивающие примеры реализации заявляемой системы коммуникаций, когда в поперечном разрезе корпуса путевой структуры профили корпусов рельсовых нитей могут быть асимметричны относительно горизонтальной оси (фиг. 5), т.е. угол  $\alpha$  наклона к горизонту верхних поверхностей качения не совпадает с углом  $\beta$  наклона к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения.

В соответствии с любым из неограничивающих вариантов расположения поверхностей качения на корпусе рельсовой нити колёсные подвижные средства, установленные на путевой структуре, могут быть выполнены с возможностью качения колёс только по верхней 7.5 поверхности качения, либо подвижные средства установлены на путевой структуре посредством колёсных пар, состоящих из верхних 10 колёс, выполненных с возможностью качения по верхней 7.5 поверхности качения, и нижних 11 колёс, выполненных с возможностью качения по нижней 7.6 поверхности качения.

При этом как верхние 10, так и нижние 11 колёса колёсных пар могут быть выполнены тяговыми (ведущими), либо только верхние колёса колёсных пар могут быть выполнены тяговыми (ведущими), а нижние колёса выполнены только поджимными. В этом случае нижние 11 колёса колёсных пар подвижных средств 6 оснащены устройством, обеспечивающим дополнительное прижимное усилие  $Q$  на оси нижних колёс в направлении нижней 7.6 поверхности качения (см. фиг. 2).

Тяговое усилие  $P$ , необходимое для обеспечения движения колёсных подвижных средств в системе, (см. фиг. 2) обеспечивается любым из известных типов двигателей с соответствующими трансмиссией и приводом на ведущие (тяговые) колёса.

Корпусы 7.1 рельсовых нитей закреплены по всей длине колеи на противоположащих относительно вертикали боковых сторонах корпуса 8.1 трубы, образуя с ним корпус 9 путевой структуры, поперечный

разрез которого представляет собой профиль корпуса 8.1 трубы 8 с симметрично расположенными относительно вертикали по его боковым внешним сторонам профилями корпусов 7.1 рельсовых нитей 7. При этом возможны различные варианты расположения корпусов 7.1 по высоте корпуса 8.1 трубы, такие как центральные горизонтальные оси X и X' профилей поперечных разрезов корпуса 8.1 трубы и корпусов 7.1 рельсовых нитей совпадают (см. фиг. 4),

или центральная горизонтальная ось X' поперечных разрезов корпусов 7.1 рельсовых нитей лежит выше горизонтальной оси X профиля корпуса 8.1 трубы (см. фиг. 6),

или центральная горизонтальная ось X' профилей поперечных разрезов корпусов 7.1 рельсовых нитей лежит ниже горизонтальной оси X профиля корпуса 8.1 трубы (см. фиг. 7).

Предпочтительно профильная труба 8 изготавливается из гнутого замкнутого стального сварного профиля. Главная отличительная черта такой трубы от круглой - её плоские грани, а в техническом отношении - её более высокая прочность и жёсткость, однако удельный вес погонного метра профильной трубы при тех же габаритных размерах выше круглой.

Квадратная (прямоугольная) профильная труба, изготовленная из легированных или углеродистых сталей, в отличие от трубы круглой, обеспечивает более высокую прочность сооружений и металлоконструкций, однако квадратная труба характеризуется меньшей по величине ветровой обтекаемостью в сравнении с трубой круглой при боковом ветре. Выбор круглого или иного профиля трубы для сооружения системы коммуникаций Юницкого определяют по исходным условиям проектирования системы.

Применение в заявленной коммуникационной системе Юницкого вместо наиболее тяжёлых конструктивных элементов - двутавров, балок, швеллеров, из которых традиционно строят эстакадные путевые конструкции, элементов более легких - круглых или профильных труб, притом без потери прочности, обеспечивает достижение высокого технико-экономического эффекта.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной системы коммуникаций возможны различные неисключающие сочетания заполнения корпусов трубы и рельсовых нитей. В частности, корпус трубы 8 может быть выполнен без заполнения (пустым) либо может быть полностью или частично заполнен посредством размещения в нем элементов 8.3 силовой структуры с образованием или без образования силового органа 8.2.

В предпочтительном варианте реализации изобретения независимо от наличия или отсутствия заполнения корпуса трубы силовой структурой внутри корпуса 8.1 трубы 8 может быть помещен один или несколько протяжённых коммуникационно-транспортных каналов 12 в зависимости от соответствующего проектно-технического обоснования их наличия, количества и параметров. При условии конструкционного обеспечения требований экологической, санитарно-гигиенической, пожарной и др. видов безопасности один или несколько протяжённых коммуникационно-транспортных каналов 12 могут быть выполнены с возможностью перемещения жидкой или газообразной среды, что позволяет использовать их при организации протяжённых систем жизнеобеспечения городов и населённых пунктов (систем газо-, водо-, теплоснабжения), как магистральных, так и местного значения. Кроме этого в канале 12 могут быть размещены протяжённые 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 12 возможно использовать для размещения в них коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения в зависимости от технических условий соответствующих проектов.

В предпочтительном варианте реализации изобретения наряду с заполнением корпуса рельсовой нити элементами 7.3 силовой структуры с образованием силового органа 7.2 внутри корпуса 7.1 рельсовой нити 7 может быть помещён как минимум один протяжённый коммуникационный канал 13. При условии конструкционного обеспечения требований экологической, пожарной и др. видов безопасности в зависимости от технических условий соответствующих проектов в коммуникационных каналах 13 могут быть размещены протяжённые коммуникации связи и/или сетей электроснабжения.

Альтернативным видом исполнения системы коммуникаций является реализация любого или каждого из корпусов рельсовых нитей в виде протяжённой однослойной или многослойной полосы, которая предпочтительно должна быть натянута с предварительным напряжением. Один из таких примеров исполнения представлен на фиг. 8, где корпуса рельсовых нитей 7 выполнены в виде протяжённых многослойных полос, с одной из внешних поверхностей которых (это возможно с любой из внешних поверхностей полосы - верхней, нижней или боковой в зависимости от конструкции и расположения колёс подвижных средств б) сопряжена поверхность качения 7.5 - в данном примере - верхняя. При этом полоса рельсовой нити 7 жёстко связывается с корпусом 8.1 трубы 8 любым известным способом крепления, обеспечивающим заданную конструкционную надёжность, - например, сваркой или помещением полос рельсовых нитей в посадочные гнезда 8.5, выполненные заодно с корпусом 8.1 трубы или др.

Корпусы рельсовых нитей 7 могут быть выполнены также в виде протяжённых профилей, как отражено на фиг. 9. При этом конфигурация профиля в поперечном разрезе может быть любой из известных, таких как V-образный, или U-образный, или Z-образный, или Г-образный, или Т-образный, или С-образный, или П-образный профиль. В случаях реализации рельсовой нити в виде протяжённых профилей колёса 10 подвижных средств могут располагаться не только на внешних поверхностях качения -

верхней или нижней, но и на любой из внутренних поверхностей 7.7 качения, сопряжённых с соответствующими поверхностями внутри корпуса рельсовой нити в виде профиля. На фиг. 9 показан пример реализации системы коммуникаций с рельсовой нитью 7, имеющей корпус в виде П-образного профиля в поперечном разрезе, где внутренняя поверхность 7.7 качения сопряжена с внутренней нижней поверхностью П-образного корпуса рельсовой нити.

Изготовление рельсовых нитей в виде полос или профилей применяется в случаях необходимости упрощения, облегчения и удешевления конструкции системы коммуникаций при обеспечении достаточных прочностных параметров системы.

Описанное выше размещение коммуникационно-транспортных каналов 12 и 13 в корпусе 9 представленной системы коммуникаций Юницкого обеспечивает расширение её функциональных возможностей, существенно повышает материально-экономическую и экологическую эффективность за счёт ещё 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 связи.

Построение представленной системы коммуникаций Юницкого включает установку опор 2 на основании 1, подвеску и натяжение между ними, по меньшей мере, двух силовых органов 7.2, последующую фиксацию концов силовых органов в оголовках 3 анкерных опор, а также крепление силовых органов относительно корпусов 7.1 с поверхностями качения, образующих путевую структуру 4, включающую рельсовую колею из, по меньшей мере, двух рельсовых нитей 7 для движения колёсных подвижных средств 6. Одновременно с формированием силовых органов 7.2 при подвешивании и натяжении между опорами элементов 7.3 силовой структуры осуществляют прокладку и закрепление коммуникационных каналов 13 с их последующим размещением в корпусах рельсовых нитей 7.

Корпусы 7.1 рельсовых нитей по всей длине колеи соединяют с помещённым между ними корпусом 8.1 круглой или профильной трубы 8 с образованием монолитного корпуса путевой структуры.

Предварительно в корпус трубы 8 помещают коммуникационно-транспортировочный канал 12 и прокладывают в нем трубопровод для транспортировки жидкостей или газов и/или каналы коммуникаций энергоснабжения и связи, затем свободную часть полости внутри корпуса трубы в соответствии с проектировочным расчетом заполняют элементами 8.3 силовой структуры частично или полностью с образованием предварительно напряженных силовых органов. После этого в полости рельсовых нитей 7 и трубы 8 закачивают твердеющий материал 7.4 и 8.4 - соответственно, после отвердения которых система коммуникаций Юницкого готова к эксплуатации.

#### Источники информации

- 1) Патент RU 2475387, МПК В61В 3/00, публ. 20.02.2013.
- 2) Патент ЕА 6112, МПК В61В 3/00, 5/00, Е01В 25/00, публ. 25.08.2005.
- 3) Патент RU 2520983, МПК В61В 5/02, В61В 13/00, Е01В 25/00, публ. 27.06.2014.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система коммуникаций, включающая по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролётах между опорами, путевую структуру в виде образующих рельсовую колею по меньшей мере двух рельсовых нитей, по всей длине колеи соединённых с расположенным между ними протяжённым корпусом круглой или профильной трубы, образуя монолитный корпус путевой структуры, при этом каждая из рельсовых нитей состоит из предварительно напряжённого силового органа, сопряжённого с протяжённым корпусом рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения для колёс подвижных средств, установленных на путевой структуре, отличающаяся тем, что корпус трубы и/или корпусы каждой из рельсовых нитей выполнены с возможностью заполнения силовой структурой с образованием предварительно напряжённых силовых органов, а сопряженные с каждым из корпусов рельсовых нитей верхние поверхности качения выполнены под углом наклона к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, причём отношение ширины с корпуса путевой структуры к ширине  $a$  корпуса трубы находится в пределах

$$1,2 \leq c/a \leq 12.$$

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что площадь  $S_p$ ,  $m^2$ , поперечного сечения корпуса путевой структуры и суммарная площадь  $S_U$ ,  $m^2$ , поперечного сечения всех силовых органов, заключённых в корпус путевой структуры, находятся в пределах, определённых из соотношения

$$1 < (S_p E_p + S_U E_U) / S_p E_p < 20,$$

где  $E_U$ ,  $H/m^2$  - модуль упругости силового органа;

$E_p$ ,  $H/m^2$  - модуль упругости корпуса путевой структуры.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что силовые органы образованы сопряжением силовой структуры, состоящей из предварительно напряжённых протяжённых элементов, с корпусами трубы и/или рельсовых нитей с заполнением пустот в корпусах твердеющим материалом на основе полимерных связующих, композитов или цементных смесей.

4. Система по п.3, отличающаяся тем, что протяжённые элементы силовой структуры выполнены из проволоки, и/или из стержней, и/или из витых или невитых канатов, и/или из нитей, полос, лент, труб.

5. Система по п.1, отличающаяся тем, что сопряжённые с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колёсных подвижных средств находятся как на верхних, так и на нижних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя соответственно верхние и нижние поверхности качения для колёсных подвижных средств.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что сопряжённые с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колёсных подвижных средств находятся только на верхних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя верхние поверхности качения для колёсных подвижных средств.

7. Система по п.5, отличающаяся тем, что верхние поверхности качения выполнены с наклоном под углом  $\alpha$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, а нижние поверхности качения выполнены с наклоном под углом  $\beta$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

8. Система по п.7, отличающаяся тем, что угол  $\alpha$  наклона к горизонту верхних поверхностей качения совпадает с углом  $\beta$  наклона к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения.

9. Система по п.7, отличающаяся тем, что угол  $\alpha$  наклона к горизонту верхних поверхностей качения не совпадает с углом  $\beta$  наклона к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения.

10. Система по п.1, отличающаяся тем, что колёсные подвижные средства выполнены с возможностью качения колёс по верхней поверхности качения.

11. Система по п.7, отличающаяся тем, что колёсные подвижные средства содержат колёсные пары, состоящие из верхних колёс, выполненных с возможностью качения по верхней поверхности качения, и нижних колёс, выполненных с возможностью качения по нижней поверхности качения.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что как верхние, так и нижние колёса колёсных пар выполнены тяговыми.

13. Система по п.11, отличающаяся тем, что верхние колёса колёсных пар выполнены тяговыми, а нижние колёса выполнены поджимными.

14. Система по любому из пп.11-13, отличающаяся тем, что колёсные пары нижних колёс подвижных средств оснащены устройством, обеспечивающим дополнительное прижимное усилие на оси нижних колёс в направлении нижней поверхности качения.

15. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпуса трубы и рельсовых нитей выполнены с совпадающими центральными горизонтальными осями X и X' поперечных разрезов.

16. Система по п.1, отличающаяся тем, что выполнена с центральной горизонтальной осью X' профиля поперечного разреза корпусов рельсовых нитей, лежащей выше горизонтальной оси X профиля корпуса трубы.

17. Система по п.1, отличающаяся тем, что выполнена с центральной горизонтальной осью X' профиля поперечного разреза корпусов рельсовых нитей, лежащей ниже горизонтальной оси X профиля корпуса трубы.

18. Система по п.1, отличающаяся тем, что поперечный разрез профиля корпуса трубы представляет собой круг, или овал, или многоугольник.

19. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпус трубы выполнен без заполнения силовой структурой.

20. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпус трубы полностью или частично заполнен силовой структурой, состоящей из предварительно напряжённых протяжённых элементов.

21. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпуса рельсовых нитей выполнены в виде протяжённых однослойных или многослойных полос.

22. Система по п.21, отличающаяся тем, что однослойные или многослойные полосы, составляющие корпуса рельсовых нитей, выполнены с предварительным натяжением.

23. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпуса рельсовых нитей выполнены в виде протяжённых профилей.

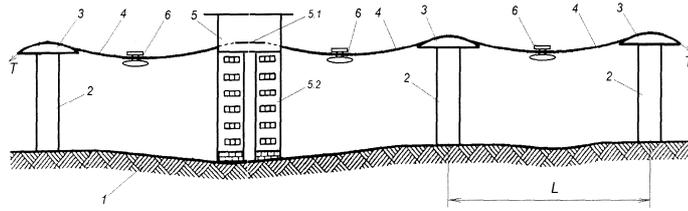
24. Система по п.23, отличающаяся тем, что протяжённый профиль в поперечном разрезе представляет собой V-образный, или U-образный, или Z-образный, или T-образный, или Г-образный, или С-образный, или П-образный профиль.

25. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпус трубы содержит по меньшей мере один коммуникационно-транспортный канал, выполненный с возможностью размещения трубопровода для транспортировки жидкостей или газов, и/или коммуникаций энергоснабжения, и/или связи.

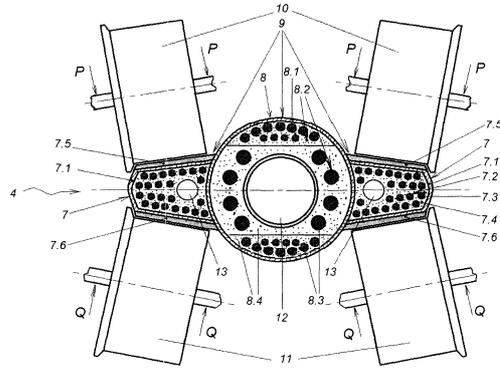
26. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпуса рельсовых нитей содержат коммуникационные каналы с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и/или связи.

27. Применение системы коммуникаций по п.25 для транспортировки жидкостей и/или газов.

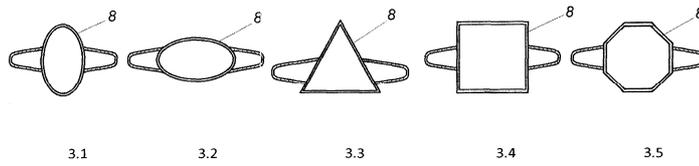
28. Применение системы коммуникаций по пп.25 и 26 в сетях энергоснабжения и/или связи.



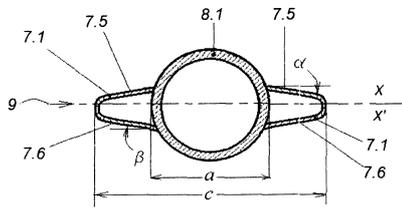
Фиг. 1



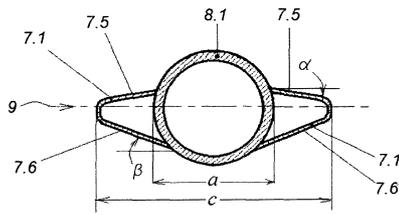
Фиг. 2



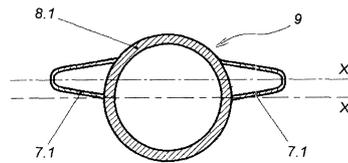
Фиг. 3.1-3.5



Фиг. 4

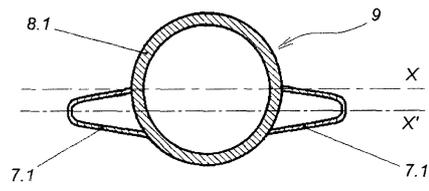


Фиг. 5

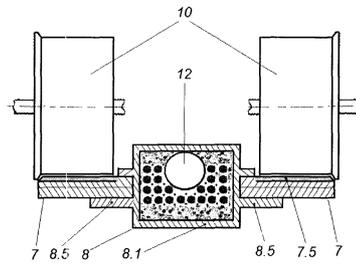


Фиг. 6

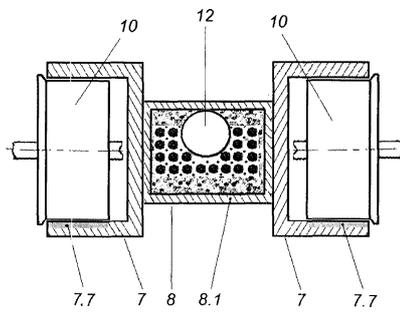
033575



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Евразийская патентная организация, ЕАПВ  
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2