

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034463**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2020.02.11**

**(21)** Номер заявки  
**201600629**

**(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/EA/0041 (BY) 2016.06.20

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

**(56)** US-A-3447481  
US-A-3012521  
RU-C2-2520983  
SU-A3-1711670  
RU-C1-2475386  
RU-C1-2224064

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

---

**(57)** Изобретение относится к области транспортных коммуникаций, в частности к комплексным наземным транспортным системам струнного типа с коммуникационной структурой, обеспечивающей высокоскоростные грузовые и пассажирские перевозки, размещение линий энергообеспечения и связи, а также трубопроводов для транспортировки жидких и газообразных сред. Система коммуникаций включает натянутую над основанием (1) в пролётах между опорами (2) путевую структуру (4) в виде образующих рельсовую колею рельсовых нитей (7), каждая из которых содержит сопряжённую с ней поверхность качения для колёсных подвижных средств, и установленные на путевой структуре подвижные средства (6). Корпусы рельсовых нитей по всей длине колеи соединены между собой в горизонтальной плоскости перемычками (8) с установленным по изобретению отношением шага чередования перемычек к высоте корпуса рельсовой нити, а сопряжённые с каждым из корпусов рельсовых нитей поверхности качения выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°. Вместе с тем, внутренние полости корпусов рельсовых нитей могут быть выполнены с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и связи и/или каналов и труб для транспортировки жидкостей и/или газов.

**B1**

**034463**

**034463**

**B1**

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

Известная транспортная система характеризуется повышенным качеством защиты от атмосферных осадков и улучшенными стабилизационными параметрами. Недостаток такой системы связан со значительной стоимостью прокладки путей и шумностью коробов при качении колёс. Кроме того, эффективность стабилизации движения транспортного средства, в том числе с сосредоточенными на одном направляющем рельсе направляющими колёсами, оказываются невысокими, что ограничивает область практического использования подобных систем.

Известна транспортная система Юницкого [2], 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 требуемой ровности путевой структуры при организации высокоскоростного движения.

Известна система коммуникаций Юницкого [3], которая принята за прототип. Она содержит установленные на основании с опиранием на опоры две основные рельсовые нити в виде предварительно напряжённых силовых органов, заключённых в корпуса с сопряжёнными с ними поверхностями качения для колёсных подвижных средств, образующих рельсовую колею, и две расположенные ниже на другом уровне вспомогательные нити в виде предварительно напряжённых силовых органов, заключённых в корпуса, причём основные и вспомогательные нити на пролётах между смежными опорами связаны между собой посредством зигзагообразно ориентированных стержневых элементов. Дополнительно левые и правые нити соединены между собой на каждом уровне поперечными перемычками, 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 протяжённого корпуса с сопряжённой с ним поверхностью качения и 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. Основой работы известной коммуникационной системы является то, что сопряжённые с корпусами рельсовых нитей поверхности качения образуют рельсовую колею для опорных колёс подвижных средств, движение которых может быть организовано посредством любого из известных видов привода.

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 известной коммуникационной системы не обеспечивает достижения высокой ровности путевой структуры при организации скоростного движения на больших пролётах.

Кроме того, в ряде случаев головка и корпус рельсовых нитей в колее при натяжении силовых органов на опоры могут частично взять на себя функции предварительно напряжённого силового органа, если они будут при монтаже конструкции частично 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 также усложняет монтаж (требуются дополнительные крепления) 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 часто расположенных перемычек), соответственно, сложность монтажа такой системы. 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, 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 плавностью и мягкостью хода подвижного средства, особенно при организации скоростного движения на продольных уклонах путевой структуры.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

стабилизации поперечного размера колеи на всем 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 транспортного средства, особенно на продольных уклонах пути;

расширения функциональных возможностей системы коммуникаций.

Технические результаты в соответствии с задачами изобретения достигаются посредством системы коммуникаций, включающей по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролёте между опорами путевую структуру в виде образующих рельсовую колею по меньшей мере двух рельсовых нитей, каждая из которых состоит из предварительно напряжённого силового органа, связанного 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 в том, что корпуса рельсовых нитей по всей длине колеи соединены между собой в горизонтальной плоскости перемычками, причем отношение шага  $l_{пер}$ , м, чередования перемычек к высоте  $h$ , м, корпуса рельсовой нити находятся в пределах  $5 \leq l_{пер}/h \leq 500$ , а сопряжённые с каждым из корпусов рельсовых нитей поверхности качения выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до  $45^\circ$ .

Технические результаты достигаются также тем, что

путевая структура натянута до усилия, определяемого из соотношения

$$2 \leq T/(Mg + mg) \leq 100,$$

где  $T$  - усилие натяжения путевой структуры, Н;

$M$  - суммарная расчетная масса колёсных подвижных средств, находящихся одновременно на путевой структуре в пролёте между смежными опорами, кг;

$m$  - масса путевой структуры в пролёте между смежными опорами, кг;

$g$  - ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;

отношение длины  $a$  перемычек к ширине  $b$  корпуса рельсовой нити находится в пределах от 1:0,1 до 1:50;

площадь  $S_p$ ,  $m^2$ , поперечного сечения корпусов рельсовых нитей, включая поверхности качения, и суммарная площадь  $S_U$ ,  $m^2$ , поперечного сечения всех силовых органов находятся в пределах, определяемых из соотношения

$$0 \leq S_U E_U / S_p E_p \leq 10,$$

где  $E_U$  - модуль упругости силовых органов,  $H/m^2$ ;

$E_p$  - модуль упругости корпусов рельсовых нитей,  $H/m^2$ .

Другими частными существенными признаками системы коммуникаций является то, что силовые органы образованы сопряжением силовой структуры, состоящей из предварительно напряжённых протяжённых элементов, с корпусами 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 не витых канатов, и/или из нитей, полос, прядей, лент, труб, профилей иного известного поперечного сечения.

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.

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 колёс подвижных

средств.

Верхние поверхности качения выполнены под углом  $\alpha$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, а нижние поверхности качения выполнены под углом  $\beta$  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 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.

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.

Перемычки, соединяющие корпуса рельсовых нитей по всей длине колеи, могут быть выполнены с профилем поперечного разреза, представляющим собой полосу, или тавр, или двутавр, или швеллер, или круглую или профильную трубу, или балку иного известного профиля.

При этом перемычки могут содержать боковые направляющие для фиксации корпусов рельсовых нитей в виде протяжённых однослойных или многослойных полос.

Внутренняя полость круглых или профильных труб перемычек преимущественно может быть заполнена антикоррозионными материалами, выполняющими функцию кислородного барьера для материала внутренних поверхностей труб перемычек. Кроме того, внутренняя полость круглых или профильных труб перемычек может быть заполнена материалом, выполняющим функции звукопоглощения.

В дополнение к заполнению корпусов рельсовых нитей силовыми органами или вместо них внутренние полости корпусов рельсовых нитей могут быть выполнены с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и связи, и/или каналов и труб для транспортировки жидкостей и/или газов.

Для этого в корпуса рельсовых нитей могут быть помещены коммуникационно-транспортные каналы для прокладки по меньшей мере одного трубопровода для транспортировки жидкостей и/или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

При необходимости в корпуса 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.

Ещё 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 - система коммуникаций Юницкого - схематическое изображение общего вида сверху;
- фиг. 3 - схематическое изображение поперечного разреза путевой структуры с замкнутым профилем корпусов рельсовых нитей;
- фиг. 4 - поперечный разрез корпуса путевой структуры с симметричным профилем рельсовых нитей;
- фиг. 5 - поперечный разрез корпуса путевой структуры с ассиметричным профилем рельсовых нитей;
- фиг. 6 - поперечный разрез корпуса путевой структуры с исполнением рельсовых нитей в виде полосы;
- фиг. 7 - поперечный разрез корпуса путевой структуры с исполнением корпусов рельсовых нитей в виде открытых профилей с взаимно обращенными внутрь путевой структуры, оппозитно расположенными основаниями корпусов;
- фиг. 8 - схематическое изображение поперечного разреза путевой структуры с открытыми профилями корпусов рельсовых нитей, связанных между собой встречно направленными открытыми частями незамкнутых профилей.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая система коммуникаций Юницкого (фиг. 1) содержит рассредоточенные на основании 1 вдоль трассы 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  $L$  (фиг. 2). В качестве опор могут выступать железобетонные и стальные столбчатые и каркасные конструкции, здания и сооружения, специально оборудованные посадочно-погрузочные площадки, размещён-

ные между погрузочно-разгрузочными станциями 5 - пассажирскими для пассажирских трасс и грузовыми для грузовых трасс. 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/или 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 в висячих и вантовых мостах, канатных дорогах и предварительно напряжённых железобетонных конструкциях для крепления (анкерения) натянутых силовых органов (арматуры, канатов, высокопрочных проволок и др.).

Конструкция опоры 2 может изменяться в зависимости от места установки опоры. В частности, форма оголовков 3 с устройствами крепления силовых органов 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 пролётах между опорами. Кроме того, форма оголовков 3 опор может определяться и тем, что они являются местом размещения пассажирских и/или погрузочно-разгрузочных грузовых станций 5, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) путевой структуры или узлов разветвления системы коммуникаций. В центральной части пассажирских и/или грузовых станций 5 выполнен 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 грузопассажирские), которые могут быть либо подвешены снизу к путевой структуре, как показано на фиг. 1, либо установлены сверху на путевую структуру (на чертеже 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 помещены перемычки 8 с шагом чередования  $l_{пер}$  (фиг. 2).

Каждая из перемычек 8 представляет собой конструкционную балку, которая может быть реализована в виде полосы (расположенной горизонтально либо вертикально), или тавровой или двутавровой балки, или швеллера, или, что более предпочтительно, в виде круглой или профильной трубы, или наиболее предпочтительно в виде профильной трубы.

В ряде случаев каждая из рельсовых нитей 7 представляет собой сборную структурированную конструкцию, состоящую из предварительно напряжённого (растянутого) силового органа 7.2, заключённого в протяжённый корпус 7.1 рельсовой нити, как отражено на фиг. 3. К таким случаям относятся практические варианты реализации системы коммуникаций, в которых рельсовые нити имеют корпус, выполненный с замкнутым профилем поперечного разреза (например, круглая или профильная труба).

В альтернативных случаях исполнения корпусов рельсовых нитей в виде полосы или с незамкнутым (открытым) профилем поперечного разреза, сами корпусы выполняют функции предварительно напряжённых силовых органов. Для этого корпусы предпочтительно исполняют предварительно напряжёнными с целью обеспечения проектной конструкционной упругости системы и обеспечения заданной проектом величины естественного провисания рельсовой колеи в пролётах между опорами.

Корпусы рельсовых нитей по всей длине колеи соединены между собой в горизонтальной плоскости перемычками 8, причём отношение шага  $l_{пер}$ , м, чередования перемычек 8 к высоте  $h$ , м, корпуса 7.1 рельсовой нити находится в пределах

$$5 \leq l_{пер}/h \leq 500. \quad (1)$$

При соотношении  $l_{пер}/h < 5$  путевая структура становится неоправданно материалоемкой и тяжёлой, а при соотношении  $l_{пер}/h > 500$  - неустойчивой при боковом воздействии от ветра и/или колёс подвижных средств.

Точное значение шага  $l_{пер}$  чередования перемычек определяется проектным расчётом в зависимости от длины  $L$  пролёта между опорами 2, массы  $M$  колёсных подвижных средств 6, массы  $m$  путевой структуры 4, усилия натяжения  $T$  и от рельефа местности, в которой осуществляется прокладка системы коммуникаций.

Размеры рельсовых нитей 7 и перемычек 8 выбирают по условию, чтобы отношение длины  $a$  перемычек к ширине  $b$  корпуса рельсовой нити (см. фиг. 4 и 5) находилось в пределах от 1:0,1 до 1:50, что обусловлено следующим.

Если отношение  $a/b$  будет меньше 1:0,1, то левая и правая рельсовые нити практически смыкаются и превращаются в одну нить.

Если отношение  $a/b$  будет больше 1:50, то левая и правая рельсовые нити чрезмерно удаляются друг от друга, что снижает поперечную (боковую) устойчивость путевой структуры.

Силовые органы рельсовых нитей 7, как показано на фиг. 3, могут быть образованы размещением предварительно напряжённых протяжённых элементов 7.3 силовой структуры рельсовых нитей в соответствующих корпусах 7.1 рельсовых нитей, имеющих замкнутый профиль поперечного сечения, с за-

полнением пустот в корпусах твердеющим материалом 7.4 на основе полимерных связующих, композитов или на основе цементных смесей.

В качестве силовых органов в рельсовых нитях 7, поперечный разрез которых (как часть поперечного разреза путевой структуры) представлен на фиг. 3, могут использоваться один или несколько пучков силовых элементов 7.3 силовой структуры из высокопрочной стальной или композитной проволоки, либо из прутьев, собранных в один пучок, либо рассредоточенных по сечению полости корпусов 7.1, либо одного или нескольких стандартных витых или не витых стальных или композитных канатов, а также нитей, прядей, полос, лент, труб или других протяжённых профильных элементов из высокопрочных материалов любого известного поперечного сечения (на чертежах не показано). К таковым, например, относятся профильные сечения тавр, двутавр, швеллер, труба, полоса, угол и др.

Пустоты в корпусах между элементами 7.3 силовой структуры рельсовых нитей могут заполняться твердеющим материалом 7.4 на основе полимерных связующих, композитов или цементными смесями, которые жёстко связывают в одно целое силовые структуры силовых органов 7.2 с соответствующими корпусами 7.1 рельсовых нитей, омоноличивая в одно целое их конструкцию.

Площади  $S_p$ ,  $m^2$ , поперечного сечения корпусов рельсовых нитей, включая поверхности качения, и суммарная площадь  $S_U$ ,  $m^2$ , поперечного сечения всех силовых органов находятся в пределах, определяемых из соотношения

$$0 \leq S_U E_U / S_P E_P \leq 10, \quad (2)$$

где:  $E_U$  - модуль упругости силовых органов,  $H/m^2$ ;

$E_P$  - модуль упругости корпусов рельсовых нитей,  $H/m^2$ .

При превышении верхнего предела соотношения (2), т.е.  $S_U E_U / S_P E_P > 10$ , система коммуникаций выродается в разновидность канатной дороги, у которой нет рельсов, и, соответственно, их корпусов, а имеется только предварительно напряжённый силовой орган со всеми недостатками, присущими канатной дороге.

Достижение нижнего предела соотношения (2)  $S_U E_U / S_P E_P = 0$  соответствует частному случаю, когда корпусы рельсовых нитей выполнены без заполнения силовыми органами, т.е. пустыми. При этом натяжение и прочность системы в целом определяются только упругими свойствами рельсовых нитей и усилием их предварительного натяжения.

В предпочтительных случаях практического исполнения системы, корпусы рельсовых нитей могут заполняться силовой структурой (с образованием или без образования силовых органов) полностью или частично.

Возможны и такие варианты исполнения, когда корпусы рельсовых нитей в виде замкнутых профилей не заполняются силовой структурой и изготавливаются пустыми. В этих случаях протяжённые корпусы рельсовых нитей при закреплении в оголовках 3 опор 2 путевой структуры выполняют предварительно напряжёнными, причём они сами выполняют функции предварительно напряжённых силовых органов.

При любых вариантах практических реализаций заполнения силовыми органами корпусов рельсовых нитей полностью или частично, при закреплении на опорах 2 (в оголовках 3) силовые органы выполняются предварительно напряжёнными, одновременно предварительно напряжёнными могут выполняться и корпусы рельсовых нитей.

На оголовках 3 анкерных опор 2 путевая структура может крепиться известными способами как одно целое рельсовые нити, связанные перемычками в рельсовую колею, так и поэлементно, отдельно силовые структуры силовых органов 7.2 рельсовых нитей и отдельно корпусы 7.1 рельсовых нитей.

При этом путевую структуру натягивают до усилия, определяемого из соотношения

$$2 \leq T / (Mg + mg) \leq 100, \quad (3)$$

где  $T$  - усилие натяжения путевой структуры,  $H$ ;

$M$  - суммарная расчётная масса колёсных подвижных средств, находящихся одновременно на путевой структуре в пролёте между смежными опорами,  $кг$ ;

$m$  - масса путевой структуры в пролёте между смежными опорами,  $кг$ ;

$g$  - ускорение свободного падения,  $m/c^2$ .

Достижение нижнего предела соотношения (3)  $T / (Mg + mg) < 2$  соответствует случаю, когда путевая структура слабо натянута и имеет большой провис на пролёте как под собственным весом, так и под весом подвижных средств, что резко ухудшает эксплуатационные характеристики системы, в частности безопасность движения.

При превышении верхнего предела соотношения (3)  $T / (Mg + mg) > 100$  путевая структура будет натянута чрезмерно большим усилием при малом весе, что потребует повышенной материалоемкости конструкции и применения дорогостоящих высокопрочных материалов, что приведёт к ухудшению технико-экономических характеристик системы.

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 преде-

лах 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).

Нижнее значение диапазона углов  $\alpha$  и  $\beta$  наклона к горизонту поверхностей качения от 0° определяется условием исключения касания колёс перемычек 8 при движении колёсных подвижных средств 6 по путевой структуре и появления неустойчивости прямолинейного движения (если угол  $\alpha$  и/или  $\beta$  будет иметь наклон в другую сторону).

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 перемычек 8 из-за клиновидности поперечного сечения корпусов рельсовых нитей 7.

В поперечном разрезе корпуса 9 путевой структуры профили корпусов рельсовых нитей могут быть симметричны относительно горизонтальной оси (фиг. 4), т.е. угол  $\alpha$  к горизонту верхних поверхностей качения совпадает с углом  $\beta$  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  $\alpha$  к горизонту верхних поверхностей качения не совпадает с углом  $\beta$  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 (см. фиг. 3).

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 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.

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

Корпусы 7.1 рельсовых нитей соединены перемычками 8 по всей длине колеи, образуя с ними корпус 9 путевой структуры.

Перемычка 8 представляет собой балку, профиль которой в поперечном сечении может быть представлен в виде полосы, или тавра, или двутавра, или швеллера, или круглой или профильной трубы, или любого иного известного профиля.

Труба профильная - это замкнутый профиль с отличающимся от круглого сечением. Профильная труба в любом из предпочтительных вариантов исполнения может быть изготовлена прямоугольного (квадратного), многоугольного или овального сечения. Предпочтительно профильная труба изготавливается из гнутого замкнутого стального профиля. Квадратная профильная труба, изготовленная из легированных или углеродистых сталей, в отличие от трубы круглой, обеспечивает более высокую прочность путевой структуры, однако квадратная труба характеризуется меньшей по величине ветровой обтекаемостью в сравнении с трубой круглой. Выбор профиля балки круглого или иного профиля трубы для сооружения системы коммуникаций Юницкого определяют по исходным условиям проектирования системы.

С целью увеличения коррозионной стойкости внутреннюю полость 8.1 перемычки 8 в предпочтительных вариантах исполнения заполняют материалами, выполняющими функции кислородного барьера для материала внутренних поверхностей перемычек.

С целью улучшения шумовых характеристик путевой структуры внутреннюю полость перемычки 8 в предпочтительных вариантах исполнения заполняют материалами, выполняющими функции звукопоглощения.

К таким материалам для заполнения внутренних полостей перемычек 8 могут быть отнесены пенополистирол или пенополиуретан или им подобные по кислородобарьерным и/или звукопоглощающим свойствам.

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

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. 6, где корпуса рельсовых нитей 7 выполнены в виде протяжённых однослойных или 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 6) сопряжена поверхность качения 7.5 - в данном примере - верхняя. При этом каждая полоса рельсовой нити соединяется с перемычками 8 любым известным способом крепления, обеспечивающим заданную конструкционную надёжность, - например, сваркой или посредством находящихся на них боковых направляющих 8.2 для фиксации полос - помещением полос рельсовых нитей 7 в боковых направляющих 8.2, выполненных заодно с перемычками 8.

Корпусы рельсовых нитей 7 могут быть выполнены также в виде незамкнутых (открытых) протяжённых профилей, как отражено на фиг. 7. При этом конфигурация профиля в поперечном разрезе может быть любой из известных, таких, например, как V-образный, или U-образный, или Z-образный, или T-образный, или Г-образный, или С-образный, или П-образный профиль.

Конструктивная связь перемычек 8 с корпусами 7.1 рельсовых нитей 7 может быть осуществлена в следующих предпочтительных вариантах в зависимости от вида поперечного разреза профилей корпусов рельсовой нити:

как показано на фиг. 3, 7, при исполнении корпусов с поперечным разрезом профилей, имеющих взаимно обращенные внутрь путевой структуры, оппозитно расположенные стенки - основания 7.7 корпусов, посредством крепления противоположных концов перемычек 8 к основаниям 7.7 корпусов (любым из известных способов: сварка, клёпка, резьбовое соединение, склеивание, через направляющие кронштейны и др.);

как показано на фиг. 6, при исполнении корпусов рельсовых нитей в виде протяжённой однослойной или многослойной полосы посредством помещения полос рельсовых нитей 7 в боковых направляющих 8.2, выполненных заодно с перемычками 8 на их противоположных концах;

как показано на фиг. 8, при исполнении корпусов с поперечным разрезом открытых профилей, встречно направленных открытыми частями незамкнутых U-образных профилей (не имеющих обращенные внутрь оппозитно расположенные основания) посредством крепления противоположных концов перемычек 8 к внутренним и/или внешним поверхностям корпусов 7.1 рельсовых нитей 7.

На фиг. 8 крепление перемычек 8 к внешним поверхностям противоположных корпусов 7.1 показано пунктирной линией.

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 7.8 качения, сопряжённых с соответствующими поверхностями внутри корпуса рельсовой нити в виде профиля.

На фиг. 7 показан пример реализации системы коммуникаций с рельсовой нитью 7, имеющей корпус в виде швеллера П-образного профиля в поперечном разрезе, где внутренняя поверхность 7.8 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.

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 протяжённый коммуникационно-транспортный канал 12 (фиг. 3, 4). При условии конструкционного обеспечения требований экологической, санитарно-гигиенической, пожарной и др. видов безопасности он может быть выполнен с возможностью перемещения жидкой или газообразной среды, что позволяет использовать его при организации протяжённых систем жизнеобеспечения городов и населенных 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-транспортный канал 12 возможно использовать для размещения в нем коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения.

Описанное размещение коммуникационно-транспортных каналов 12 в корпусах рельсовых нитей 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 и/или газов.

Заявляемым 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 1, подвеску и натяжение между ними по меньшей мере двух силовых органов 7.2, последующую фиксацию концов силовых органов в оголовках 3 опор, а также крепление силовых органов относительно-



но корпусов 7.1 с поверхностями качения, образующих путевую структуру 4, включающую рельсовую колею по меньшей мере из 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 на опорах коммуникационных каналов 12.

Корпусы 7.1 рельсовых нитей по всей длине колеи соединяют перемычками 8 с образованием корпуса 9 путевой структуры.

Предварительно в корпусы рельсовых нитей 7 помещают коммуникационно-транспортные каналы 12 и прокладывают в них трубопроводы для транспортировки жидкостей и/или газов и/или каналы коммуникаций энергоснабжения и/или связи, затем свободную часть полости внутри корпуса 7.1 рельсовых нитей в соответствии с проектировочным расчётом заполняют элементами 7.3 силовой структуры частично или полностью с образованием предварительно напряжённых силовых органов. После этого в полости рельсовых нитей 7 закачивают твердеющий материал 7.4, после отверждения которого система коммуникаций Юницкого готова к эксплуатации.

Источники информации.

1. Патент RU 2153430, МПК В61В 5/00, Е01В 25/00, публ. 27.07.2000.
2. Патент RU 2475387, МПК В61В 3/00, публ. 20.02.2013.
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 пролёте между опорами путевую структуру в виде образующих рельсовую колею по меньшей мере двух рельсовых нитей, каждая из которых состоит из предварительно напряжённого силового органа, связанного с протяжённым корпусом рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения для колёсных подвижных средств, и установленные на путевой структуре подвижные средства, отличающаяся тем, что корпусы рельсовых нитей по всей длине колеи соединены между собой в горизонтальной плоскости перемычками, причём отношение шага  $l_{пер}$  (м) чередования перемычек к высоте  $h$  (м) корпуса рельсовой нити находится в пределах  $5 \leq l_{пер}/h \leq 500$ ; сопряженные с каждым из корпусов рельсовых нитей верхние поверхности качения выполнены под углом к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°; при этом путевая структура натянута до усилия, определённого из соотношения

$$2 \leq T/(Mg + mg) \leq 100,$$

где  $T$  - усилие натяжения путевой структуры, Н;

$M$  - суммарная расчётная масса колёсных подвижных средств, находящихся одновременно на путевой структуре в пролёте между смежными опорами, кг;

$m$  - масса путевой структуры в пролёте между смежными опорами, кг;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что отношение длины  $a$  перемычек к ширине  $b$  корпуса рельсовой нити находится в пределах от 1:0,1 до 1:50.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что площадь  $S_p$  (м<sup>2</sup>) поперечного сечения корпусов рельсовых нитей, включая поверхности качения, и суммарная площадь  $S_U$  (м<sup>2</sup>) поперечного сечения всех силовых органов находятся в пределах, определённых из соотношения

$$0 < S_U E_U / S_p E_p \leq 10,$$

где  $E_U$  - модуль упругости силовых органов, Н/м<sup>2</sup>;

$E_p$  - модуль упругости корпусов рельсовых нитей, Н/м<sup>2</sup>.

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

5. Система по п.4, отличающаяся тем, что протяжённые элементы силовой структуры выполнены из проволоки, и/или из стержней, и/или из витых или не витых канатов, и/или из нитей, полос, лент, труб, и/или из профилей известного поперечного сечения.

6. Система по любому из пп.1, 2, отличающаяся тем, что корпусы рельсовых нитей выполнены в виде протяжённых однослойных или многослойных полос.

7. Система по п.6, отличающаяся тем, что однослойные или многослойные полосы корпусов рельсовой нити выполнены предварительно натянутыми.

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

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что протяжённый профиль в поперечном разрезе представляет собой V-образный, или U-образный, или Z-образный, или Т-образный, или Г-образный, или С-образный, или П-образный профиль.

10. Система по п.1, отличающаяся тем, что сопряжённые с корпусом каждой рельсовой нити по-

верхности качения для колёс 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.

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

12. Система по п.10, отличающаяся тем, что верхние поверхности качения выполнены под углом  $\alpha$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, а нижние поверхности качения выполнены под углом  $\beta$  к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°.

13. Система по п.12, отличающаяся тем, что угол  $\alpha$  к горизонту верхних поверхностей качения совпадает с углом  $\beta$  к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения.

14. Система по п.12, отличающаяся тем, что угол  $\alpha$  к горизонту верхних поверхностей качения не совпадает с углом  $\beta$  к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения.

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

16. Система по п.1, 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.

17. Система по п.16, отличающаяся тем, что как верхние, так и нижние колёса колёсных пар выполнены тяговыми.

18. Система по п.16, отличающаяся тем, что верхние колёса колёсных пар выполнены тяговыми, а нижние колёса выполнены поджимными.

19. Система по любому из пп.16-18, отличающаяся тем, что колёсные пары нижних колёс подвижных средств оснащены устройством, обеспечивающим дополнительное прижимное усилие  $Q$  на оси нижних колёс в направлении нижней поверхности качения.

20. Система по п.1, отличающаяся тем, что профиль поперечного разреза перемычек представляет собой полосу, или тавр, или двутавр, или швеллер, или круглую или профильную трубу.

21. Система по п.20, отличающаяся тем, что внутренняя полость перемычек заполнена материалом, выполняющим функцию кислородного барьера для материала внутренней полости перемычек.

22. Система по п.20, отличающаяся тем, что внутренняя полость перемычек заполнена звукопоглощающим материалом.

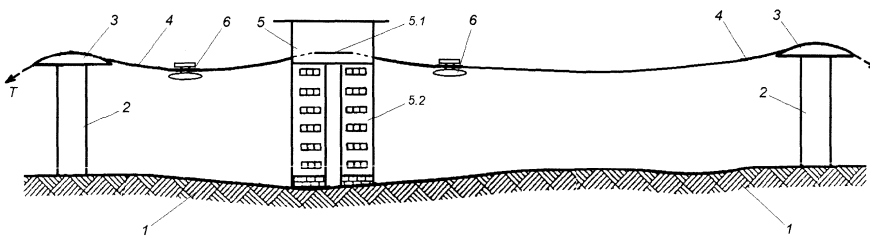
23. Система по п.6, отличающаяся тем, что перемычки содержат боковые направляющие для фиксации полос, составляющих корпус рельсовой нити.

24. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпуса рельсовых нитей содержат коммуникационно-транспортные каналы, выполненные с возможностью размещения трубопроводов для транспортировки жидкостей или газов.

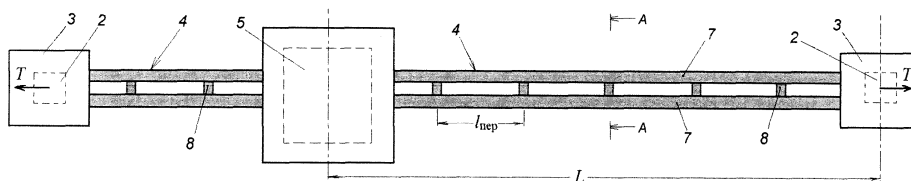
25. Система по п.1, отличающаяся тем, что корпуса рельсовых нитей содержат каналы с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и связи.

26. Применение системы коммуникаций по п.24 для транспортировки жидкостей или газов.

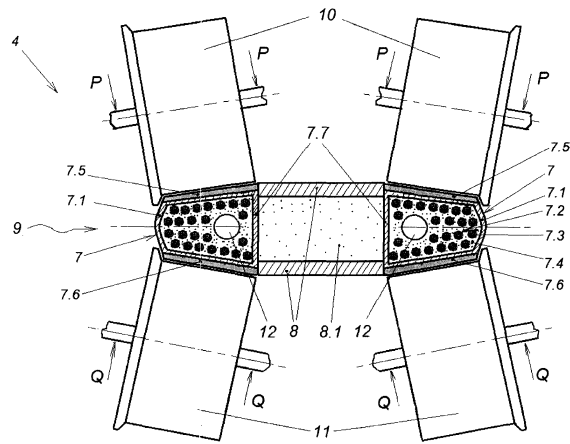
27. Применение системы коммуникаций по п.25 в сетях энергоснабжения и связи.



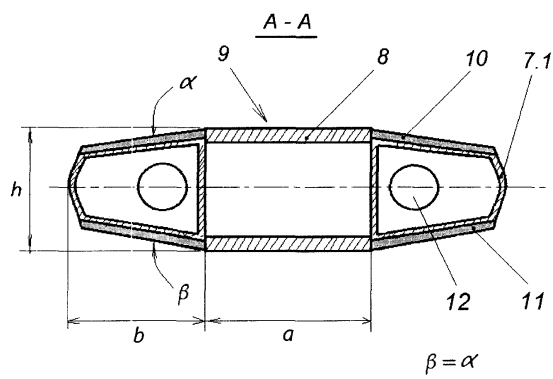
Фиг. 1



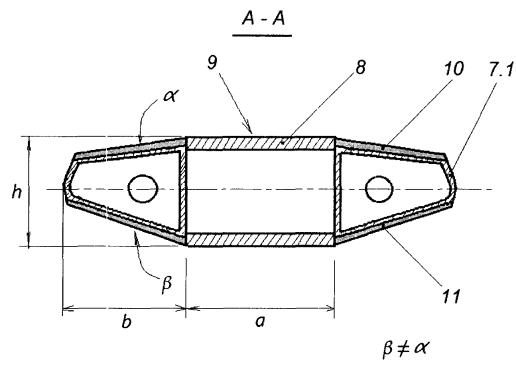
Фиг. 2



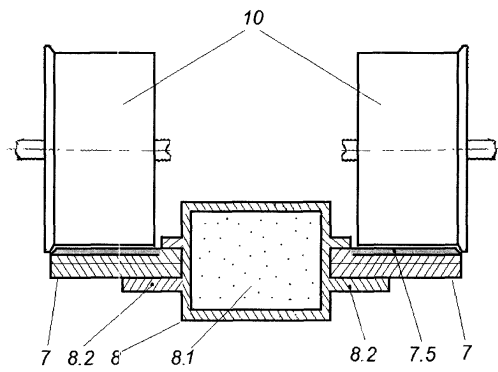
Фиг. 3



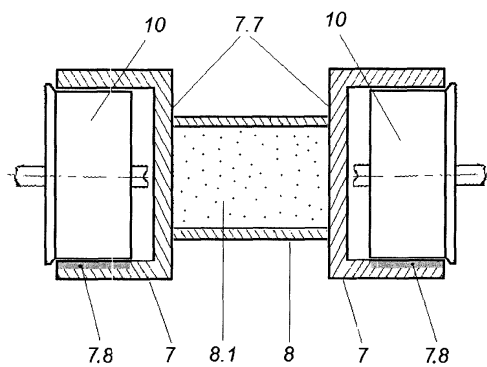
Фиг. 4



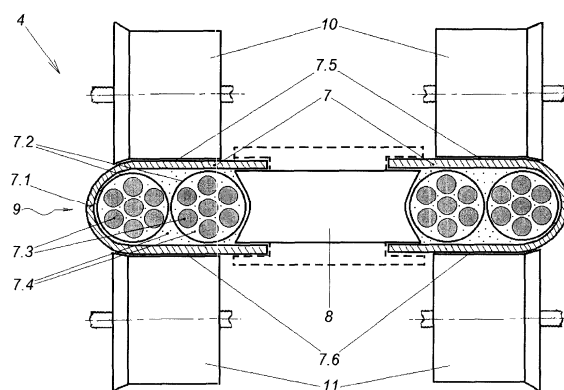
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

