

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **032041**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.03.29

(21) Номер заявки
201600632

(22) Дата подачи заявки
2016.06.20

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

(54) СИСТЕМА КОММУНИКАЦИЙ ЮНИЦКОГО (ВАРИАНТЫ)

(43) 2017.12.29

(96) 2016/ЕА/0044 (ВУ) 2016.06.20

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

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

(56) EA-A1-200200992
EA-B1-006111
US-A-3447481
US-A-3012521
RU-C1-2220249
RU-C1-2475386
RU-C1-2224064
RU-C1-2223357

(57) 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, транспортировку жидких и газообразных сред. Система коммуникаций Юницкого включает натянутую над основанием (1) в пролетах между опорами (2) и (3) путевую структуру (4) высотой H (в метрах), содержащую расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити (7), корпуса (7.1) которых представляют собой в поперечном сечении в соответствии с первым вариантом изобретения замкнутые профили с поверхностями качения - верхними (7.5) и/или нижними (7.6), выполненными с углом наклона к горизонту от 0 до 45°, расположенные на высоте H_k (в метрах) относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить (10), расположенную на высоте H_1 (в метрах) относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; основные рельсовые нити (7), образующие колею, и вспомогательная нить (10) связаны вертикальными вставками (11), рассредоточенными в пролете между смежными опорами длиной L (в метрах) с интервалом m (в метрах), величина которого определена изобретением так, что высота H_k (в метрах) рельсовой колеи и высота H_1 (в метрах) вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l . Отличия системы коммуникаций Юницкого в соответствии со вторым и третьим вариантами изобретения заключаются в том, что корпуса (7.1) основных рельсовых нитей представляют собой протяженные полосы и открытые профили соответственно.

B1

032041

032041 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, транспортировку жидких и газообразных сред.

Известна струнная транспортная система [1], содержащая закрепленную на опорах по меньшей мере одну рельсовую нить в виде предварительно напряженного силового органа (струны), заключенного в корпус с сопряженной рабочей поверхностью для перемещения подвижных единиц. В данной транспортной системе струнная рельсовая нить в пролете между смежными опорами образует пролетные отрезки однорельсовой или многорельсовой путевой структуры. Для выравнивания естественного провисания силового органа рельсовой нити в пролете между смежными опорами в путевой структуре такого вида используются прокладки переменной (возрастающей к середине пролета между опорами) высоты, что, однако, усложняет технологию изготовления в стационарных условиях и монтажа рельсовых нитей в полевых условиях на высоте, достигающей десятков метров. Отсутствие связей между основной и вспомогательной нитями в пролетах между смежными опорами препятствует увеличению пролетов между опорами из-за недостаточной несущей способности и жесткости такой струнной путевой структуры.

Известна струнная транспортная система [2], содержащая закрепленную на опорах по меньшей мере одну рельсовую нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в корпус с сопряженной рабочей поверхностью для перемещения подвижных единиц, характеризующаяся тем, что корпус рельсовой нити выполнен двухъярусным, при этом ярусы разделены между собой сплошной, перфорированной или набранной из дискретных элементов перегородкой, силовой орган размещен на нижнем ярусе, а свободный объем верхнего яруса заполнен отвердевшим материалом, образующим силопередающую подушку. При этом перегородка между ярусами корпуса рельсовой нити размещена в пролете между смежными опорами по синусоидальной линии относительно сопряженной рабочей поверхности для перемещения подвижных единиц, с максимальным удалением друг относительно друга в середине пролета. Упрощение изготовления и монтажа при этом достигается за счет того, что разделительная перегородка, которая может быть установлена как в стационарных, так и в полевых условиях, создает проектный посадочный профиль, совмещаемый при монтаже с предварительно напряженным силовым органом. Это обеспечивает высокую точность расположения рабочей поверхности рельсовой нити относительно силового органа. Придание поверхности раздела между верхним и нижним ярусами, совмещаемой с силовым органом, синусоидальной формы с максимальной амплитудой в середине пролета устраняет неровности рельсовой нити, обусловленные как естественным прогибом силового органа под действием веса путевой структуры, так и воздействием на нее веса подвижных единиц.

Помимо посадочного профиля обеспечивается создание внутри корпуса сквозного канала для последующего заполнения пустот наполнителем - жидкофазным твердеющим материалом под давлением.

Известная транспортная система упрощает технологию изготовления рельсовых нитей в стационарных условиях и их монтажа в полевых условиях на высоте, достигающей десятков метров, однако не обеспечивает достаточную несущую способность и жесткости струнной путевой структуры.

Известна принятая за прототип транспортная система Юницкого [3], содержащая закрепленные на основании на разных уровнях в пролетах между смежными опорами и связанные между собой по меньшей мере одну основную нить в виде предварительно напряженного силового органа, заключенного в корпус с сопряженной с ним поверхностью качения для подвижных средств, и по меньшей мере одну вспомогательную нить с предварительно напряженным силовым органом. Основная нить связана со вспомогательной нитью системой поддерживающих элементов различной высоты, выполненных в виде подвесок и/или стоек, рассредоточенных по пролету между смежными опорами с определенным интервалом между ними. В интервале между двумя соседними поддерживающими элементами сопряженная с корпусом основной нити поверхность качения расположена с возрастающим к середине интервала превышением над прямой линией, проходящей через точки этой поверхности в местах сочленения основной нити с соседними поддерживающими элементами. Кроме того, сопряженная с корпусом основной нити поверхность качения расположена на подкладках переменной толщины, установленных в корпус нити или вне его между поверхностью качения и силовым органом, в интервалах между соседними поддерживающими элементами или/и в пролете между смежными опорами, причем корпус основной нити выполнен за одно целое с подкладками переменной толщины.

Таким выполнением транспортной системы обеспечивается возможность увеличения пролетов между смежными опорами до 50-100 м и более.

Выбор соотношения интервала между поддерживающими элементами и базовой длиной подвижного средства обеспечит такое взаимодействие многоколенного транспортного средства с путевой структурой, при котором в каждом указанном интервале при движении подвижного средства напряженно-деформированное состояние основной нити будет оптимальным.

Рельсовая нить известных транспортных систем образована натянутыми между анкерными опорами рельсами струнного типа, общей особенностью которых является наличие протяженного корпуса с сопряженной с ним поверхностью качения и с заключенным внутри него предварительно напряженным продольным силовым органом. Поверхность качения может быть образована поверхностью самого кор-

пуса, например, в виде его верхней части - головки, либо может быть образована рельсом или головкой накладного типа, сопряженными с корпусом. В любом из вариантов конструкции сопряженная с корпусом поверхность качения образует гладкий путь для опорных колес подвижного средства, каждое из которых дает вертикальную нагрузку на путевую структуру.

При этом в конструкциях рельсовой нити и путевой структуры в целом известных транспортных систем обеспечивается стабилизация продольной ровности пути с учетом массы подвижных средств и естественного провисания нитей между опорами, что вынужденно приводит к повышению материалоемкости и, соответственно, стоимости.

Высокая материалоемкость и, соответственно, сложность монтажа такой системы известных конструкций рельсовых нитей, объединенных в колею, возникает из-за наличия большого количества соединительных элементов (как стержневых продольных элементов, располагаемых зигзагообразно, так и поперечных перемычек).

Однако в указанных технических решениях при этом не учтено в достаточной степени влияние температурных колебаний на продольную ровность путевой структуры, что может оказать существенное влияние на организацию высокоскоростного движения.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

стабилизации продольной ровности колеи на всем протяжении путевой структуры с учетом влияния температурных колебаний на ее размеры, массы находящихся на ней подвижных средств и естественного провисания путевой структуры между опорами под действием собственного веса и подвижных средств;

улучшения эксплуатационно-технических характеристик и надежности системы коммуникаций в свете повышения ее упругой устойчивости и эксплуатационной ровности поверхностей качения для колесных транспортных средств.

Технические цели в соответствии с задачей изобретения достигаются посредством системы коммуникаций Юницкого, включающей по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролетах между опорами с силой натяжения T , H , путевую структуру, содержащую закрепленные на основании на разных уровнях в пролетах между смежными опорами и связанные между собой системой вертикальных вставок переменной высоты, рассредоточенных с интервалом m , m , по пролету между смежными опорами, по меньшей мере одну основную нить в виде предварительно напряженного силового органа, связанного с корпусом основной нити с сопряженной с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи для подвижных средств и по меньшей мере одну вспомогательную нить с предварительно напряженным силовым органом, и установленные на путевой структуре подвижные средства, отличия которой в соответствии с первым вариантом изобретения заключаются в том, что путевая структура высотой H , m , включает расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити, корпуса которых представляют собой в поперечном сечении замкнутые профили с поверхностями качения, выполненными с углом наклона к горизонту от 0 до 45° , расположенные на высоте H_k , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить, расположенную на высоте H_l , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; вертикальные вставки, связывающие основные рельсовые и вспомогательную нити, рассредоточены в пролете между смежными опорами длиной L , m , с интервалом m , m , величина которого удовлетворяет следующим условиям:

$$0,05H \leq m \leq 50H, \quad 5 \leq L/m \leq 1000,$$

так что на протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , m , рельсовой колеи и высота H_l , m , вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l .

Отличия системы коммуникаций Юницкого, содержащей общие с прототипом признаки по первому варианту, в соответствии со вторым вариантом изобретения, заключаются в том, что путевая структура высотой H , m , содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити, корпуса которых представляют собой протяженные полосы, расположенные на высоте H_k , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить, расположенную на высоте H_l , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; вертикальные вставки, связывающие основные рельсовые и вспомогательную нити, рассредоточены в пролете между смежными опорами длиной L , m , с интервалом m , m , величина которого удовлетворяет следующим условиям:

$$0,05H \leq m \leq 50H, \quad 5 \leq L/m \leq 1000,$$

так что на протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , m , рельсовой колеи и высота H_l , m , вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l .

Отличия системы коммуникаций Юницкого, содержащей общие с прототипом признаки по первому и второму вариантам, в соответствии с третьим вариантом изобретения, заключаются в том, что путевая структура высотой H , m , содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити, корпуса

которых представляют собой в поперечном сечении открытые профили, расположенные на высоте H_k , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить, расположенную на высоте H_l , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; вертикальные вставки, связывающие основные рельсовые и вспомогательную нити, рассредоточены в пролете между смежными опорами длиной L , м, с интервалом m , м, величина которого удовлетворяет следующим условиям:

$$0,05 \leq m/H \leq 50, \quad 5 \leq L/m \leq 1000,$$

так что на протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , м, рельсовой колеи и высота H_l , м, вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l .

Достижение технической цели любым из трех указанных вариантов изобретения обеспечивается также и тем, что значения интервала m , м, между вертикальными вставками удовлетворяют условию

$$0,1 \leq m/b \leq 20,$$

где b , м, - расстояние между осями колесного подвижного средства (колесная база).

Достижение технической цели по любому из трех указанных вариантов изобретения обеспечивается также и тем, что сила натяжения T , Н, путевой структуры определяется соотношением

$$10 \leq T/Q \leq 250,$$

где Q , Н, - вес подвижного средства.

При этом сила натяжения T , Н, путевой структуры определяется суммой силы натяжения T_1 , Н, рельсовой структуры и силы натяжения T_2 , Н, вспомогательной нити, отношение которых удовлетворяет условию

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

Для любого из трех вариантов изобретения характерно то, что в каждом пролете между смежными опорами в его продольной проекции периодические кривые k и l могут быть взаимно противофазны либо взаимно софазны.

Конструкционная прочность представленной системы коммуникаций по любому из трех вариантов изобретения достигается за счет того, что связь между основными рельсовыми нитями обеспечивается размещенным между ними протяженным корпусом продольной связи с профилем поперечного сечения, представляющим собой круглую или профильную трубу, или тавр, или двутавр, или швеллер, или угол, или полосу.

Альтернативно связь между основными рельсовыми нитями может быть не продольной (протяженной), а поперечной, и, соответственно, может быть выполнена поперечными перемычками.

По любому из трех указанных вариантов изобретения вспомогательная нить может быть альтернативно представлена в виде балки, профиль поперечного разреза которой представляет собой круглую или профильную трубу, или тавр, или двутавр, или швеллер, или полосу, или пруток; или в виде каната, витого и/или не витого.

Для любого из трех вариантов изобретения характерно также и то, что сопряженные с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колесных подвижных средств могут находиться как на верхних, так и на нижних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя, соответственно, верхние и нижние поверхности качения для колесных подвижных средств.

Альтернативно сопряженные с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колесных подвижных средств могут находиться только на верхних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя верхние поверхности качения для колесных подвижных средств.

Достижение технической цели по первому варианту изобретения обеспечивается также тем, что любая из основных рельсовых нитей, связанных продольной или поперечной связью, выполнена в виде замкнутого профиля, поперечный разрез протяженного корпуса которого представляет собой круглую или профильную трубу.

Соответственно, круглые или профильные трубы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей по первому варианту выполнены с заполнением их внутреннего пространства силовой структурой с образованием силового органа продольной связи основных рельсовых нитей, и/или силового органа вспомогательной нити, и/или силовых органов основных рельсовых нитей.

При этом соответствующие силовые органы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей по первому варианту, как правило, могут быть образованы размещением силовой структуры, состоящей из предварительно напряженных протяженных элементов, в соответствующих корпусах продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей с заполнением или без заполнения пустот между элементами силовой структуры твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементных смесей.

Протяженные элементы силовой структуры могут быть выполнены из проволоки, или из прутков, или из стержней, или из витых или не витых канатов, или из нитей, полос, пряжей, лент, труб, или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений.

Внутреннее пространство труб продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей вне соответствующих силовых органов предпочтительно заполнено твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементных смесей.

Альтернативно, соответствующие круглые или профильные трубы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей по первому варианту могут быть выполнены без образования силовых органов во внутреннем пространстве их корпусов - как с заполнением их внутреннего пространства твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементных смесей, так и без заполнения, т.е. пустыми.

Достижение технического результата по второму варианту изобретения может быть обеспечено также тем, что протяженные полосы основных рельсовых нитей могут быть объединены в одну сплошную ленту на протяжении путевой структуры с образованием, как минимум, одной поверхности качения для колесных подвижных средств.

Протяженные полосы основных рельсовых нитей могут быть выполнены с опиранием на натянутые и/или предварительно напряженные канаты вдоль путевой структуры.

Протяженные полосы основных рельсовых нитей могут быть также выполнены многослойными.

При этом слои, составляющие многослойные полосы основных рельсовых нитей, могут быть выполнены предпочтительно из натянутых и/или предварительно напряженных силовых органов, состоящих из проволоки, или стержней, или витых или не витых канатов, или нитей, полос, пряжей, лент, труб, или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений.

Дополнительно между слоями, составляющими полосы основных рельсовых нитей, может быть помещен твердеющий материал на основе полимерных связующих и/или цементных смесей или многослойные полосы могут быть изготовлены без твердеющего материала.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что система коммуникаций по третьему варианту изобретения содержит по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную в пространстве между жестко связанными между собой с образованием рельсовой колеи протяженными профилями.

Система коммуникаций по третьему варианту изобретения может содержать по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную во внутреннем пространстве любого из связанных между собой с образованием рельсовой колеи протяженных профилей.

Система коммуникаций по третьему варианту изобретения может содержать по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную во внутреннем пространстве каждого из связанных между собой с образованием рельсовой колеи протяженных профилей.

При этом каждый из протяженных профилей основных рельсовых нитей по третьему варианту может быть выполнен в виде Т-образного, или Н-образного, или Г-образного, или С-образного, или П-образного профиля или другого вида незамкнутого профиля.

Для третьего варианта изобретения характерно также и то, что сопряженные с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колесных подвижных средств могут находиться на внутренних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя внутренние поверхности качения для колесных подвижных средств.

Поставленные технические цели достигаются также и тем, что системы коммуникаций по каждому из трех вариантов исполнения применяются для транспортировки жидкостей и/или газов и/или в сетях электроснабжения и/или связи.

Сущность настоящего изобретения подробно поясняется при помощи чертежей фиг. 1-20, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - система коммуникаций Юницкого - общий вид;

фиг. 2-5 - виды поперечного разреза корпуса путевой структуры по первому варианту изобретения, где на фиг. 2 корпуса основных рельсовых нитей, продольной связи между ними и вспомогательной нити выполнены с поперечным разрезом в виде замкнутых профилей (круглой или профильной трубы); на фиг. 3 - корпус продольной связи выполнен в виде швеллера (П-образного профиля); на фиг. 4 - корпус продольной связи выполнен в виде двутаврового (Н-образного) профиля; на фиг. 5 - разрез корпуса путевой структуры включает поперечную связь между основными нитями, а вспомогательная нить выполнена в виде каната;

фиг. 6 - общая схема распределения высот вспомогательной нити и рельсовой колеи относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор;

фиг. 7-9 - виды поперечного разреза корпуса путевой структуры по второму варианту изобретения, где корпуса основных рельсовых нитей выполнены в виде протяженных полос, причем на фиг. 7 полосы основных рельсовых нитей имеют продольную связь между ними в виде замкнутого профиля (трубы), а вспомогательная нить выполнена в виде каната; на фиг. 8 продольная связь между полосами основных рельсовых нитей представлена в виде открытого профиля, а вспомогательная нить выполнена в виде замкнутого профиля; на фиг. 9 полосы основных рельсовых нитей имеют поперечную связь между ними в виде перемычек;

фиг. 10-13 - виды поперечного разреза основных рельсовых нитей по второму варианту изобре-

ния, где на фиг. 10 полосы основных рельсовых нитей объединены в одну сплошную ленту на протяжении путевой структуры; на фиг. 11 - полосы основных рельсовых нитей выполнены с опиранием на натянутые канаты на протяжении путевой структуры; на фиг. 12, 13 - полосы основных рельсовых нитей выполнены многослойными, причем на фиг. 13 в качестве одного из слоев выступает предварительно напряженный силовой орган;

фиг. 14-17 - виды исполнения профиля поперечного разреза корпуса путевой структуры по третьему варианту изобретения, где

на фиг. 14 - путевая структура содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси корпуса основных рельсовых нитей, выполненные в виде Г-образных профилей, связанных продольной или поперечной связью по нижнему основанию;

на фиг. 15 - корпуса основных рельсовых нитей выполнены в виде открытых (П-образных) профилей, жестко связанных общей стенкой с их закрытых сторон, а вспомогательные нити помещены во внутреннем пространстве каждого из открытых профилей;

на фиг. 16, 17 - корпуса основных рельсовых нитей выполнены в виде открытых (П-образных) профилей, связанных как продольной связью (фиг. 16), так и поперечной связью (фиг. 17);

фиг. 18 - схема распределения вертикальных вставок в пролете между смежными опорами длиной L между расположенными взаимно противофазно вспомогательной нитью и рельсовой колеей в продольном разрезе путевой структуры;

фиг. 19 - схема распределения вертикальных вставок в пролете между смежными опорами длиной L между вспомогательной нитью и рельсовой колеей в случае стремящейся к const высоты рельсовой колеи относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор в продольном разрезе путевой структуры;

фиг. 20 - схема распределения вертикальных вставок в пролете между смежными опорами длиной L между расположенными взаимно софазно вспомогательной нитью и рельсовой колеей в продольном разрезе путевой структуры.

Предлагаемая система коммуникаций Юницкого (фиг. 1) содержит рассредоточенные на основании 1 вдоль трассы анкерные опоры 2 и промежуточные опоры 3. На опорах размещены подвесные участки одной или более путевых структур 4, натянутых с силой натяжения T, H, над основанием между опорами и образующих пролеты 5 длиной L, м. В качестве опор могут выступать трубобетонные, железобетонные и стальные столбчатые и каркасные конструкции, ферменные основания, здания и сооружения, специально оборудованные посадочно-погрузочные площадки как для пассажирских, так и для грузовых трасс. Анкерные опоры 2 могут быть предназначены также для размещения на них переходных участков пути и/или размещенных в структуре системы коммуникационных компонентов - трубопроводов 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 анкерных опорах 2 представляют собой любые известные устройства, аналогичные устройствам, используемым в висячих и вантовых мостах, канатных дорогах и предварительно напряженных железобетонных конструкциях для крепления (анкерения) натянутых силовых органов (арматуры, канатов, высокопрочных проволок и др.).

Конструкция анкерной опоры 2 может изменяться в зависимости от места установки опоры. В частности, верхняя часть опоры с устройствами крепления силовых органов, элементов трубопроводов и коммуникационных сетей на анкерных опорах, устанавливаемых на поворотах трассы, на линейных участках пути, в горах или по концам трассы, может быть различной, так как упомянутые устройства, определяющие направление для переходного участка пути, должны быть плавно сопряжены с подвесными участками пути в пролетах между опорами. Кроме того, форма анкерных опор может определяться и тем, что они являются местом размещения погрузочно-разгрузочных станций, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) путевой структуры или узлов разветвления трубопроводов системы коммуникаций.

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 рисунке не показано).

Рассмотрим общие для всех трех вариантов системы коммуникаций технические признаки, отраженные на ряде вышеуказанных фигурах чертежей, наиболее подробно на фиг. 2, 5, 7, 9, 16, 17.

Как отражено на фиг. 2 или других фигурах чертежей, основу путевой структуры 4 системы коммуникаций составляют одна или несколько, предпочтительно две основные рельсовые нити 7, жестко связанные между собой связью 8, которые образуют рельсовую структуру 9. Основные рельсовые нити 7 включают корпуса 7.1 рельсовых нитей, расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси 9.1 (фиг. 9) рельсовой структуры.

Путевая структура 4, натянутая с общей силой натяжения T, H, содержит закрепленные на основании на разных уровнях в пролетах между смежными опорами рельсовую структуру 9, натянутую с силой натяжения T₁, H, и по меньшей мере одну вспомогательную нить 10, натянутую с силой натяжения T₂, H (см. фиг. 9).

Следует иметь в виду, что каждая из основных рельсовых нитей 7, составляющих рельсовую структуру 9, как и связь 8 между основными нитями, - в свою очередь также могут быть натянуты (предварительно напряжены) с определенными значениями сил натяжения, которые могут быть разными или одинаковыми. Сила натяжения T_1 , N , рельсовой структуры определяется как результирующая суммарная частных сил натяжения рельсовых нитей и связи между ними.

Путевая структура по первому варианту изобретения, разные виды поперечного разреза которой показаны на фигурах чертежей - фиг. 2-5, характеризуется тем, что любая из основных рельсовых нитей 7, связанных между собой связью 8 - продольной (например, круглой или профильной трубой) или поперечной (перемычками), содержит протяженный корпус 7.1, поперечный разрез которого представляет собой замкнутый профиль, в частности, круглую или профильную трубу, - в отличие от варианта 2, где рельсовые нити выполнены с корпусами в виде полос, и варианта 3, где рельсовые нити выполнены с корпусами в виде открытых профилей в поперечном разрезе.

Как известно из уровня техники, "замкнутый профиль" - это полый металлический профиль замкнутого поперечного сечения, получаемый методом прокатки, прессования или сварки. Существует также "открытый" профиль - это металлический профиль незамкнутого поперечного сечения.

Сложившаяся практика применения данных терминов такова, что ими обозначают как конфигурацию сечения изделия, так и изделие в целом по названию вида профиля. Например, труба (круглая или профильная), труба квадратного сечения - изделия с замкнутым профилем; или тавр (Т-образный профиль), двутавр (Н-образный профиль), уголок (Г-образный профиль), швеллер (П-образный профиль) - изделия с открытым профилем поперечного сечения.

Конструкционная прочность представленной системы коммуникаций по любому из трех вариантов изобретения достигается за счет наличия жесткой связи 8 между основными рельсовыми нитями 7 (их корпусами 7.1), которая может быть обеспечена размещенным между ними протяженным корпусом 8.1 продольной связи 8 с профилем поперечного сечения, представляющим собой круглую или профильную трубу (как на фиг. 2, 7, 16), или тавр, или двутавр (фиг. 4, 8), или швеллер (фиг. 3), или уголок, или полосу (фиг. 14, 15).

Путевая структура с продольной связью между рельсовыми нитями, как представлено на фиг. 2 (связь в виде трубы), или на фиг. 3 (связь в виде швеллера - П-образного профиля), или на фиг. 4 (связь в виде двутаврового профиля), а также путевая структура с поперечной связью, как представлено на фиг. 5 (связь в виде перемычек), включает основные рельсовые нити 7, между которыми помещена связь 8, выполненная с круглым или профильным поперечным разрезом корпуса 8.1 продольной связи (фиг. 2-4) либо в виде перемычек 8.5 поперечной связи. Рельсовые нити 7 по всей длине путевой структуры оппозитно закреплены на (противолежащих относительно вертикали) боковых сторонах корпуса связи 8, образуя с ней протяженную рельсовую структуру 9, которая представляет собой в поперечном разрезе профиль корпуса 8.1 связи 8 с симметрично расположенными относительно вертикали по его боковым внешним сторонам профилями корпусов 7.1 рельсовых нитей 7 либо связанные перемычками 8.5 профили корпусов 7.1 рельсовых нитей 7.

По любому из трех указанных вариантов изобретения вспомогательная нить 10 может быть выполнена в большей степени жесткой и в меньшей степени гибкой и, соответственно, ее корпус 10.1 может быть альтернативно представлен в виде балки, профиль поперечного разреза которой представляет собой круглую или профильную трубу (примеры на фиг. 2, 8, 16), или тавр, или двутавр, или швеллер, или полосу (на чертежах не показаны).

Либо вспомогательная нить может быть выполнена в большей степени гибкой и в меньшей степени жесткой за счет ее исполнения в виде каната (см. фиг. 5, 7, 9, 14, 15, 17).

Как отражено на чертежах - на фиг. 2 или других - фиг. 3, 4, 7, 8, 16, демонстрирующих случаи, когда имеет место соответствующее исполнение частей путевой структуры в виде замкнутого профиля (трубы), круглые или профильные трубы корпусов 7.1 основных рельсовых нитей 7 (по первому варианту изобретения), и/или корпуса 8.1 продольной связи 8, и/или корпуса 10.1 вспомогательной нити 10 (для всех вариантов) выполнены с заполнением их внутреннего пространства силовой структурой с образованием силовых органов 7.2 основных рельсовых нитей, и/или силового органа 8.2 продольной связи основных рельсовых нитей, и/или силового органа 10.2 вспомогательной нити.

При этом соответствующие силовые органы 7.2, 8.2, 10.2 основных рельсовых нитей по первому варианту, и/или продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, как правило, могут быть образованы размещением силовой структуры, состоящей из собранных в один или несколько пучков предварительно напряженных протяженных элементов 7.3, 8.3, 10.3, в соответствующих корпусах 7.1, 8.1, 10.1 основных рельсовых нитей, и/или продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити с заполнением твердеющим материалом 7.4, 8.4, 10.4, соответственно, на основе полимерных связующих, специальных композитов или цементными смесями, которые жестко связывают в одно целое силовые структуры силовых органов 7.2, 8.2, 10.2 с соответствующими корпусами 7.1, 8.1 и 10.1.

Протяженные элементы 7.3, 8.3, 10.3 силовой структуры, как правило, выполнены из высокопрочной стальной проволоки, или из стержней, или из витых или не витых канатов, или из нитей, полос, пря-

дей, лент, труб, или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений из любых высокопрочных материалов (на рисунках не показано). При этом силовой орган 7.2, и/или 8.2, и/или 10.2 может быть реализован в любом из неограничивающих вариантов конфигурации соответствующего корпуса 7.1, и/или 8.1, и/или 10.1 замкнутого профиля и размеров его внутреннего пространства.

Внутреннее пространство труб основных рельсовых нитей, и/или продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити вне соответствующих силовых органов предпочтительно заполнено соответственно твердеющим материалом 7.4 основных рельсовых нитей, и/или твердеющим материалом 8.4 продольной связи, и/или твердеющим материалом 10.4 вспомогательной нити на основе полимерных связующих, специальных композитов и/или цементных смесей или может быть выполнено без заполнения пустот между элементами силовой структуры упомянутым твердеющим материалом.

Твердеющий материал 7.4, 8.4, 10.4 для заполнения полостей соответствующих корпусов может быть изготовлен на основе полимерных связующих или цементных смесей, а также с добавлением ингибиторов коррозии, пластификаторов и других добавок, что обеспечит большой срок защиты силового органа и внутренних стенок корпуса от коррозии и механических повреждений. Твердеющий материал на основе высокопрочного цементного раствора, кроме того, обеспечивает передачу высоких контактных напряжений от колес подвижных единиц на силовой орган трубы.

Твердеющий материал 7.4, 8.4, 10.4 для заполнения полостей соответствующих корпусов может быть одного и того же вида и иметь одинаковый состав, либо разного типа и/или иметь разный состав в зависимости от проектных параметров частей путевой структуры и технической целесообразности.

Альтернативно, соответствующие круглые или профильные трубы основных рельсовых нитей по первому варианту, и/или продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити могут быть выполнены без образования силовых органов во внутреннем пространстве их корпусов - как с заполнением их внутреннего пространства твердеющим материалом на основе полимерных связующих, композитов и/или цементных смесей, так и без заполнения, т.е. пустыми.

Альтернативно связь 8 между основными рельсовыми нитями может быть не продольной (протяженной), а поперечной, и, соответственно, может быть выполнена поперечными перемычками 8.5 различной конфигурации, как показано на чертежах - фиг. 5, 9, 17.

Для отраслевого специалиста понятно, что представленная идея изобретения допускает применение множества комбинаций видов замкнутых и открытых профилей, труб, канатов и полос для реализации оптимальных с точки зрения конкретных условий проектирования как рельсовой структуры - связи 8 и рельсовых нитей 7, так и путевой структуры как сочетания в целом рельсовых нитей 7, связи 8 и вспомогательной нити 10.

В зависимости от варианта практической реализации путевой структуры сопряженные с корпусом 7.1 каждой рельсовой нити поверхности качения для колесных подвижных средств 6 находятся либо только на верхних (внешних или внутренних) поверхностях - см. фиг. 5, 7-9, 14-17, либо одновременно на верхних и на нижних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, см. фиг. 2-4, образуя, соответственно, верхние 7.5 и нижние 7.6 поверхности качения для колесных подвижных средств.

В соответствии с изобретением по первому варианту конфигурация в поперечном разрезе замкнутого профиля корпуса 7.1 рельсовых нитей 7 такова, что сопряженные с ним поверхности качения 7.5 и/или 7.6 выполнены с углом наклона к горизонту от 0 до 45°. Как показано на фиг. 6, верхние поверхности качения выполнены под углом α к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°, нижние поверхности качения выполнены под углом β к горизонту, находящимся в пределах от 0 до 45°. Нижнее значение диапазона углов α и β наклона к горизонту поверхностей качения - от 0° - определяется условием исключения касания колес 12 связи 8 при движении колесных подвижных средств 6 по путевой структуре. Верхнее значение диапазона углов α и β наклона к горизонту поверхностей качения - до 45° - определяется условием выбора оптимального значения тяговой силы, являющейся результирующей из сил тяги, трения, сопротивления воздуха и других - определяющей наилучшие параметры движения в свете определенной конструкции транспортного средства.

При этом угол α наклона к горизонту верхних поверхностей качения может как совпадать (фиг. 6), так и не совпадать (на чертежах не показано) с углом β наклона к горизонту нижних поверхностей качения.

В поперечном разрезе корпуса путевой структуры профили корпусов рельсовых нитей могут быть симметричны относительно горизонтальной оси, т.е. угол α к горизонту верхних поверхностей качения совпадает с углом β к горизонту (см. фиг. 6) 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, т.е. угол α к горизонту верхних поверхностей качения не совпадает с углом β к горизонту соответствующих нижних поверхностей качения (на чертежах не показано).

В соответствии с любым из неограничивающих вариантов расположения поверхностей качения на корпусе рельсовой нити колесные подвижные средства 6, установленные на путевой структуре, могут быть выполнены с возможностью качения колес 12 только по верхней 7.5 поверхности качения, либо

подвижные средства установлены на путевой структуре посредством колесных пар, состоящих из верхних колес 12, выполненных с возможностью качения по верхней 7.5 поверхности качения (см. фиг. 2), и нижних колес 12 (на чертежах не показаны), выполненных с возможностью качения по нижней 7.6 поверхности качения.

При этом как верхние, так и нижние 12 колеса колесных пар могут быть выполнены тяговыми (ведущими) либо только верхние колеса колесных пар могут быть выполнены тяговыми (ведущими), а нижние колеса выполнены только поджимными.

В этом случае нижние 12 колеса колесных пар подвижных средств 6 оснащены устройством, обеспечивающим дополнительное прижимное усилие на оси нижних колес в направлении нижней 7.6 поверхности качения. Тяговое усилие P , H , (фиг. 2), необходимое для обеспечения движения колесных подвижных средств в системе, обеспечивается любым из известных типов двигателей с соответствующими трансмиссией и приводом на ведущие (тяговые) колеса.

Между основными рельсовыми нитями, составляющими рельсовую структуру 9, и корпусом 10.1 вспомогательной нити 10 на всем их протяжении размещены вертикальные вставки 11, которые связывают по вертикали корпуса 7.1 основных рельсовых нитей 7 и корпус 10.1 вспомогательной нити 10. Вертикальные вставки 11 рассредоточены на протяжении путевой структуры высотой H , м, (фиг. 6) в пролетах длиной L , м, между смежными опорами с интервалами m , м, между вставками, причем выбор величины интервалов m определяется высотой H путевой структуры и длиной L пролетов исходя из установленных экспериментально следующих неравенств:

$$0,05 \leq m/H \leq 50, \quad (1)$$

$$5 \leq L/m \leq 1000. \quad (2)$$

Нижний предел неравенства (1), равный 0,05, и верхний предел неравенства (2), равный 1000, могут быть характерны для проектных решений, когда влияние внешних воздействий на величину естественного провисания путевой структуры между опорами минимально вследствие высокой частоты расположения вертикальных вставок в пролете между опорами, т.е. минимальных значений m . Путевая структура в этих случаях имеет наибольшую жесткость и наименьшую подверженность к изменениям продольной ровности колеи (например, под воздействием температурных колебаний или ветровых нагрузок) в пролете между опорами, т.к. величина провисания как основных рельсовых нитей, так и вспомогательной нити задана конструктивно изменением высоты H путевой структуры за счет спроектированного изменения длины часто расположенных вертикальных вставок.

Верхний предел неравенства (1), равный 50, и нижний предел неравенства (2), равный 5, определяют максимальные величины интервалов m между вертикальными вставками для проектной стабилизации продольной ровности колеи на всем протяжении путевой структуры с учетом влияния температурных колебаний и других внешних воздействий на ее размеры. При значениях величины интервалов m , близких к верхнему пределу, путевая структура имеет наибольшую гибкость и высокую способность к естественному провисанию и подверженность к изменениям ровности колеи (например, под воздействием температурных колебаний) в пролете между опорами, т.к. величина провисания как основных рельсовых нитей, так и вспомогательной нити в меньшей степени зависит от конструктивного изменения высоты H путевой структуры за счет спроектированного изменения длины редко расположенных вертикальных вставок.

Значения интервалов m , м, между вертикальными вставками 11 при проектировании путевой структуры могут определяться техническими характеристиками применяемых подвижных средств, такими как колесная база b - расстояние между осями колесного подвижного средства, их полная масса (в нагруженном состоянии). Изобретателем было установлено и экспериментально подтверждено, что допустимые значения интервала m , м, между вертикальными вставками и значения колесной базы b , м, связаны следующим отношением:

$$0,1 \leq m/b \leq 20, \quad (3)$$

из которого следует, что значение интервала m может быть до 10 раз меньше колесной базы b , при этом жесткость путевой структуры будет приближаться к максимальной расчетной (проектной) жесткости; и до 20 раз меньше значения колесной базы, так как дальнейшее увеличение интервала m по отношению к b - колесной базе - сделает путевую структуру недостаточно жесткой.

Продольная ровность колеи на всем протяжении путевой структуры определяется не только интервалом m , м, между вертикальными вставками 11, но и существенно зависит от массы находящихся на ней подвижных средств и, соответственно, от естественного провисания путевой структуры, натянутой между опорами с силой натяжения T , H , под действием веса подвижных средств. При этом с учетом наличия вертикальных вставок между основными рельсовыми нитями и вспомогательной нитью сила натяжения T , H , путевой структуры на анкерные опоры определяется соотношением

$$10 \leq T/Q \leq 250, \quad (4)$$

где Q , H - нагрузка от подвижного средства на путевую структуру (в точке ее максимального провисания в пролете между опорами).

При $T/Q < 10$ путевая структура, жесткость которой на пролете определяется силой натяжения T , бу-

дет стремиться к чрезмерному прогибанию при движении подвижной нагрузки, особенно при ее нахождении в середине пролета. Поэтому путевая структура будет недостаточно ровной и прочной.

При $T/Q > 250$ путевая структура будет натянута чрезмерно сильно. Это потребует нерационального увеличения материалоемкости как путевой структуры, так и анкерных опор, воспринимающих это усилие натяжения T . Соответственно, стоимость системы в этом случае будет неоправданно завышена.

Основные рельсовые нити 7, скрепленные между собой связью 8 с образованием рельсовой структуры 9, и вспомогательная нить 10 могут быть натянуты между анкерными опорами с равными или разными усилиями. Сила натяжения T , H , путевой структуры на анкерные опоры определяется суммой силы натяжения T_1 , H , рельсовой структуры 9 и силы натяжения T_2 , H , вспомогательной нити 10, отношение которых удовлетворяет условию

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

из которого следует, что сила натяжения вспомогательной нити может быть до пяти раз меньше или до пяти раз больше силы натяжения рельсовой структуры. Это определяется расчетами в каждом конкретном проектом случае, обоснованными видами и конструкцией вспомогательной нити, основных рельсовых нитей, включая связи между ними.

Путевая структура системы коммуникаций Юницкого в соответствии со вторым вариантом изобретения, альтернативные виды реализации которого отражены на чертежах - фиг. 7-9, содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси основные рельсовые нити 7, выполненные в виде протяженных полос, жестко связанных между собой с образованием рельсовой колеи. При этом полосы, составляющие основные рельсовые нити, могут иметь различную структуру, виды поперечного разреза которой отражены на фиг. 10-13.

В частности, полосы основных рельсовых нитей 7 могут быть представлены единой сплошной лентой (см. фиг. 10) на протяжении путевой структуры. В этом случае продольная связь между основными нитями как бы сливается с их корпусами в одну общую ленту, по центру которой между основными нитями распределяются гнезда 13 крепления вертикальных вставок. Как показано на фиг. 11, протяженные полосы основных рельсовых нитей 7 могут быть выполнены с опиранием на натянутые и/или предварительно напряженные канаты 14, натянутые на протяжении путевой структуры.

В других примерах практических реализаций системы коммуникаций по варианту 2 полосы основных рельсовых нитей 7 могут быть многослойными (на фиг. 12, 13). При этом слои 15, составляющие многослойные полосы основных рельсовых нитей, могут быть выполнены предпочтительно из натянутых и/или предварительно напряженных силовых органов, состоящих из проволоки, или стержней, или витых или не витых канатов, или нитей, полос, прядей, лент, труб, или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений.

Дополнительно между слоями, составляющими полосы основных рельсовых нитей, может быть помещен дополнительный скрепляющий слой 16 из твердеющего материала на основе полимерных связующих и/или цементных смесей. Альтернативно многослойные полосы могут быть изготовлены без помещения скрепляющего слоя между ними из твердеющего материала, при этом многослойность рельсовых нитей может быть обеспечена перегибом одной полосы (ленты), как показано на фиг. 13.

В примере, показанном на фиг. 13, в качестве одного из слоев многослойных полос основных нитей 7 выступает слой 17, включающий предварительно напряженный силовой орган, набранный из стержней, проволок или канатов.

Путевая структура системы коммуникаций Юницкого в соответствии с третьим вариантом изобретения, как показано на чертежах - фиг. 14-17, содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси основные рельсовые нити 7 выполненные в виде протяженных открытых профилей, жестко связанных между собой с образованием рельсовой колеи, расположенной на высоте H_k , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить 10, расположенную на высоте H_l , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор.

Система коммуникаций по третьему варианту изобретения может содержать по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную в пространстве между жестко связанными между собой с образованием рельсовой колеи протяженными профилями. Как отражено на фиг. 14, вспомогательная нить 10 с переменной высотой H_l , м, помещена между связанными продольной связью Г-образными профилями, составляющими основные рельсовые нити 7 рельсовой структуры 9, где колеса 12 подвижных средств контактируют с верхними поверхностями качения 7.5. В примере на фиг. 17 вспомогательная нить 10 помещена между связанными поперечной связью 8 в виде перемычек 8.5 П-образными профилями основных рельсовых нитей 7.

Система коммуникаций по третьему варианту изобретения может содержать по меньшей мере одну вспомогательную нить 10, размещенную во внутреннем пространстве одной любой из связанных между собой с образованием рельсовой колеи основной рельсовой нити 7, либо может содержать вспомогательные нити, размещенные во внутренних пространствах каждой из связанных между собой с образованием рельсовой колеи основных рельсовых нитей, которые, представляют собой при этом любой из профилей незамкнутого сечения. Данный пример реализации показан на фиг. 15, где корпуса 7.1 основных нитей 7

связаны продольной связью 8, совмещенной с их общей вертикальной стенкой П-образного профиля. Вспомогательные нити 10 в виде канатов могут быть закреплены во внутреннем пространстве П-профилей основных нитей 7 между их общей стенкой (продольная связь 8) и колесами 12 подвижных средств, контактирующими с поверхностями качения 7.5.

Фиг. 16 отражает вариант системы коммуникаций с представлением скрепляющей основные нити 7 продольной связи с корпусом 8.1 в виде профильной (прямоугольной) трубы, внутренняя полость которой заполнена вышеописанным твердеющим материалом с силовой структурой или без нее, а также содержит канал 8.5 для транспортировки жидкостей и/или газов и/или коммуникационный канал для электро-, радио- и других видов передачи энергии и связи. Основные нити 7 представляют собой протяженные незамкнутые профильные структуры из швеллера, внутри каждого из которых помещены колеса 12 подвижных средств. Вспомогательная нить 10 также может быть представлена профильной трубой с заполнением или без него. Вертикальные переемычки 11 связывают вспомогательную нить 10 и рельсовую структуру 9.

Каждый из протяженных профилей основных рельсовых нитей по третьему варианту может быть выполнен в виде Г-образного, или Н-образного, или Г-образного, или С-образного, или П-образного профиля, или другого вида незамкнутого (открытого) профиля.

Для третьего варианта изобретения характерно также и то, что сопряженные с корпусом каждой рельсовой нити поверхности 7.5 качения для колесных подвижных средств могут находиться на внутренних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя внутренние поверхности качения для колесных подвижных средств.

В соответствии со всеми вариантами изобретения, как схематически в поперечном разрезе показано на фиг. 6, путевая структура 4 высотой H , м, включает рельсовую структуру 9, которая выполнена с образованием рельсовой колеи, расположенной на высоте H_k , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить 10, расположенную на высоте H_l , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор (см. фиг. 6).

На протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , м, рельсовой колеи и высота H_l , м, вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор в пределах изменения значения высоты H , м, путевой структуры (см. фиг. 18-20). Все значения высот H , H_k и H_l определяются относительно прямой линии, соединяющей вершины смежных опор, образующих пролет.

При этом в каждой точке путевой структуры выполняется условие

$$H_k + H_l \leq H. \quad (6)$$

В проекции продольного разреза на протяжении пролета рельсовая колея представляет собой в большинстве случаев период условной периодической кривой k , амплитуда которой увеличивается (уменьшается) к середине пролета между смежными опорами и уменьшается (увеличивается) в направлениях образующих его опор, а вспомогательная нить представляет собой период условной периодической кривой l , амплитуда которой уменьшается (увеличивается) к середине пролета между опорами и увеличивается (уменьшается) в направлениях образующих его опор.

Как представлено на фиг. 18-20, распределением изменения высоты вертикальных вставок 11 в каждом пролете длиной L , м, возможно обеспечить проектное изменение H_k и H_l на протяжении пролета между смежными опорами, причем их значения могут быть распределены в пролете как по противофазным (фиг. 18), так и по софазным (фиг. 20) периодам периодических кривых k и l , т.е. в каждом пролете между смежными опорами в его продольной проекции условные периодические кривые k и l могут быть взаимно противофазны либо взаимно софазны. Возможны также случаи, когда условная кривая k , представляющая продольную проекцию рельсовой колеи, выражена условной прямой линией k , как показано на фиг. 19, что обеспечит максимальную проектную ровность пути в пролетах между смежными опорами.

Конфигурация и взаимное расположение кривых (их софазность или противофазность) определяются длиной пролета L , м.

На коротких пролетах - до 100-200 м - целесообразнее противофазное размещение основной и вспомогательной нитей (см. фиг. 18), на более длинных пролетах - целесообразнее софазное размещение нитей (см. фиг. 20).

Соответственно, высота H путевой структуры предпочтительно достигает максимума в точках, расположенных над опорами

$$H_k + H_l = H_{\max},$$

а минимума - в точках, расположенных в области середины пролета (наибольшего провисания путевой структуры)

$$H_k + H_l = H_{\min}.$$

Таким образом, кривые k и l в пролете между смежными опорами имеют форму противофазных или софазных синусоид с точками экстремумов, находящимися в середине и по краям пролета (фиг. 18-20). Придание указанным кривым дугообразной формы посредством вертикальных вставок переменной вы-

соты с максимальной амплитудой в середине пролета устраняет неровности рельсового пути, обусловленные влиянием температурных колебаний как на естественный прогиб силового органа под действием веса путевой структуры, так и на силу ее натяжения с учетом воздействия веса подвижных средств.

Кроме того, такое решение позволяет выполнить противогиб поверхностей качения для колесных подвижных средств, равный значению деформации пролета под нагрузкой, благодаря чему повышается ровность пути при любых температурных колебаниях в окружающей среде.

Благодаря наличию вертикальных вставок, распределенных в пролете между опорами между основными рельсовыми нитями и вспомогательной нитью по критериям (1)-(3), обеспечивается расчетная конфигурация (противофазность или софазность) кривых k и l в дополнение к усилиям натяжения основных и вспомогательной нитей, за счет чего достигается усиление жесткости конструкции путевой структуры в вертикально-продольном сечении и обеспечивается высокая ровность и стабильность структуры на протяжении всего пролета между смежными опорами.

В любых из предпочтительных вариантов реализации изобретения, включающих исполнение корпуса 8.1 продольной связи, и/или корпуса 10.1 вспомогательной нити с поперечным разрезом в виде замкнутого профиля независимо от наличия или отсутствия заполнения упомянутых корпусов силовыми органами 8.2 и/или 10.2 соответственно, в упомянутых корпусах продольной связи и/или вспомогательной нити может быть размещен протяженный коммуникационно-транспортный канал 8.5 продольной связи и/или коммуникационно-транспортный канал 10.5 вспомогательной нити. Примеры размещения указанных коммуникационно-транспортных каналов приведены на чертежах фиг. 2, 7, 16.

При условии конструкционного обеспечения требований экологической, санитарно-гигиенической, пожарной и др. видов безопасности упомянутые каналы могут быть выполнены с возможностью перемещения жидкой или газообразной среды, что позволяет использовать их при организации протяженных систем жизнеобеспечения городов и населенных пунктов (систем газо-, водо-, теплоснабжения), как магистральных, так и местного значения. Кроме этого, в каналах 8.5, 10.5 могут быть размещены протяженные элементы трубопроводов для транспортировки нефти и нефтепродуктов или элементы попутных ответвлений газотранспортной системы как магистральной, так и локальной, для перекачки природного или сжиженного газа. Наряду с этим или вместо этого коммуникационно-транспортные каналы 8.5, 10.5 возможно использовать для размещения в них коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения.

В предпочтительных примерах реализации системы коммуникаций по первому варианту изобретения, включающих исполнение корпусов 7.1 основных рельсовых нитей в виде замкнутого профиля независимо от наличия или отсутствия заполнения рельсовых корпусов элементами 7.3 силовой структуры с образованием силового органа 7.2, внутри любого из корпусов 7.1 основных рельсовых нитей может быть помещен протяженный коммуникационный канал 7.7 (см. фиг. 2-4). При условии конструкционного обеспечения требований экологической, пожарной и др. видов безопасности он может быть выполнен с возможностью размещения в нем протяженных коммуникаций связи и/или сетей электроснабжения.

Размещение коммуникационно-транспортных каналов 8.5, 10.5 и коммуникационных каналов 7.7 в соответствующих корпусах компонентов представленной системы коммуникаций Юницкого обеспечивает расширение ее функциональных возможностей, существенно повышает материально-экономическую и экологическую эффективность за счет еще одного предмета настоящего изобретения - применения системы коммуникаций Юницкого для транспортировки жидкостей или газов.

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

Построение представленной системы коммуникаций Юницкого включает установку опор 2, 3 на основании 1, подвеску и натяжение между ними силовых органов 7.2, 8.2, 10.2 основных рельсовых нитей, связи между ними и вспомогательной нити (при исполнении соответствующих корпусов 7.1, 8.1, 10.1 с замкнутым поперечным сечением) с учетом типов всех имеющихся корпусов путевой структуры, последующую фиксацию концов силовых органов в соответствующих уровнях оголовков анкерных опор 2, а также крепление силовых органов относительно корпусов 7.1, 8.1, 10.1.

В ходе строительства системы коммуникаций ее путевая структура может крепиться на оголовках анкерных опор 2 известными способами как омоноличенная в одно целое конструкция, так и поэлементно - силовые структуры силовых органов 7.2 основных рельсовых нитей, и/или отдельно силового органа 8.2 продольной связи, и/или отдельно силового органа 10.2 вспомогательной нити и/или отдельно от них - корпусы 7.1 рельсовых нитей, корпус 8.1 продольной связи и корпус 10.1 вспомогательной нити.

Одновременно с формированием силовых органов 7.2, 8.2, 10.2 при подвешивании и натяжении между опорами элементов 7.3, 8.3, 10.3 силовой структуры осуществляют прокладку и закрепление коммуникационных каналов 7.7 и коммуникационно-транспортных каналов 8.5, 10.5 с их последующим закреплением в корпусах 7.1, 8.1, 10.1 соответственно.

Далее осуществляют жесткое связывание основных рельсовых нитей 7 между собой посредством связи 8 - продольной (8.1) или поперечными перемычками 8.5 с последующим раскреплением вспомогательной и основных рельсовых нитей структуры посредством размещения по всей ее длине последовательности вертикальных вставок 11 заданной проектом переменной высоты, причем вставки 11 одним концом (верхним) крепятся к корпусу вспомогательной нити, а другим концом (нижним) - к связи 8 меж-

ду основными нитями или непосредственно к корпусам 7.1 основных нитей.

Если корпусы 7.1, 8.1, 10.1 выполнены с замкнутым сечением (в виде труб), в них заранее помещают коммуникационные каналы 7.7 и/или коммуникационно-транспортные каналы 8.5 и/или 10.5 соответственно, и прокладывают в них трубопроводы для транспортировки жидкостей или газов и/или коммуникации энергоснабжения и связи, затем свободную часть полости внутри упомянутых корпусов в соответствии с проектировочным расчетом заполняют элементами 7.3 и/или 8.3 и/или 10.3 силовой структуры частично или полностью с образованием предварительно напряженных силовых органов.

Если любой их корпусов 7.1, 8.1, 10.1 выполнен с незамкнутым сечением (открытый профиль) или в виде полосы, т.е. отсутствует внутренняя полость для размещения силового органа, эти корпуса закрепляют в путевой структуре 4 системы коммуникаций с предварительным напряжением таким образом, чтобы они сами выполняли роль силовых органов.

Источники информации.

1. Патент РФ № 2080268, МПК В61В 5/02, 13/00, публ. 1994 г.
2. Патент ЕА 005017, МПК В61В 5/00, Е01В 25/24, публ. 28.10.2004.
3. Патент ЕА 006111, МПК В61В 3/00, 5/00; Е01В 25/00, публ. 25.08.2005.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система коммуникаций, включающая по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролетах между опорами с силой натяжения T , H , путевую структуру, содержащую закрепленные на основании на разных уровнях в пролетах между смежными опорами и связанные между собой системой вертикальных вставок переменной высоты, рассредоточенных с интервалом m , m , по пролету между смежными опорами по меньшей мере одну основную нить в виде предварительно напряженного силового органа, связанного с корпусом основной нити с сопряженной с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи для подвижных средств, и по меньшей мере одну вспомогательную нить с предварительно напряженным силовым органом, и установленные на путевой структуре подвижные средства, отличающаяся тем, что путевая структура высотой H , m , включает расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити, корпусы которых представляют собой в поперечном сечении замкнутые полые профили с поверхностями качения, выполненными с углом наклона к горизонту от 0 до 45° , расположенные на высоте H_k , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить, расположенную на высоте H_l , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; вертикальные вставки, связывающие основные рельсовые и вспомогательную нити, рассредоточены в пролете между смежными опорами длиной L , m , с интервалом m , m , величина которого удовлетворяет следующим условиям:

$$0,05 \leq m/H \leq 50, \quad 5 \leq L/m \leq 1000$$

так что на протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , m , рельсовой колеи и высота H_l , m , вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l .

2. Система коммуникаций, включающая по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролетах между опорами с силой натяжения T , путевую структуру, содержащую закрепленные на основании на разных уровнях в пролетах между смежными опорами и связанные между собой системой вертикальных вставок переменной высоты, рассредоточенных с интервалом m , m , по пролету между смежными опорами по меньшей мере одну основную нить в виде предварительно напряженного силового органа, связанного с корпусом основной нити с сопряженной с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи для подвижных средств, и по меньшей мере одну вспомогательную нить с предварительно напряженным силовым органом, и установленные на путевой структуре подвижные средства, отличающаяся тем, что путевая структура высотой H , m , содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити, корпусы которых представляют собой протяженные полосы, расположенные на высоте H_k , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить, расположенную на высоте H_l , m , относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; вертикальные вставки, связывающие основные рельсовые и вспомогательную нити, рассредоточены в пролете между смежными опорами длиной L , m , с интервалом m , m , величина которого удовлетворяет следующим условиям:

$$0,05 \leq m/H \leq 50, \quad 5 \leq L/m \leq 1000$$

так что на протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , m , рельсовой колеи и высота H_l , m , вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l .

3. Система коммуникаций, включающая по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролетах между опорами с силой натяжения T , путевую структуру, содержащую закрепленные на основании на разных уровнях в пролетах между смежными опорами и связанные между собой системой вертикальных вставок переменной высоты, рассредоточенных с интервалом m , m , по пролету между смежными

опорами по меньшей мере одну основную нить в виде предварительно напряженного силового органа, связанного с корпусом основной нити с сопряженной с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи для подвижных средств, и по меньшей мере одну вспомогательную нить с предварительно напряженным силовым органом, и установленные на путевой структуре подвижные средства, отличающаяся тем, что путевая структура высотой H , м, содержит расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити, корпуса которых представляют собой в поперечном сечении открытые профили, расположенные на высоте H_k , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор, и вспомогательную нить, расположенную на высоте H_l , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор; вертикальные вставки, связывающие основные рельсовые и вспомогательную нити, рассредоточены в пролете между смежными опорами длиной L , м, с интервалом m , м, величина которого удовлетворяет следующим условиям:

$$0,05 \leq m/H \leq 50, \quad 5 \leq L/m \leq 1000$$

так что на протяжении путевой структуры в ее продольной проекции высота H_k , м, рельсовой колеи и высота H_l , м, вспомогательной нити в пролетах изменяются периодически от середины пролета в направлениях образующих его опор с образованием соответствующих периодических кривых k и l .

4. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что интервал m , м, между вертикальными вставками выбран из условия

$$0,1 \leq m/b \leq 20,$$

где b - расстояние между осями подвижного средства, м.

5. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что сила натяжения T путевой структуры определена отношением

$$10 \leq T/Q \leq 250,$$

где Q - вес подвижного средства, Н.

6. Система коммуникаций по п.5, отличающаяся тем, что сила натяжения T (в Ньютонах) путевой структуры на анкерные опоры определена как сумма силы натяжения T_1 (в Ньютонах) рельсовой структуры и силы натяжения T_2 , Н, вспомогательной нити, отношение которых удовлетворяет условию

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

7. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что в каждом пролете между смежными опорами в его продольной проекции периодические кривые k и l взаимно противофазны.

8. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что в каждом пролете между смежными опорами в его продольной проекции периодические кривые k и l взаимно софазны.

9. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что связь между основными рельсовыми нитями обеспечена размещенным между ними протяженным корпусом продольной связи с профилем поперечного сечения, представляющим собой круглую или профильную трубу, или тавр, или двутавр, или швеллер, или угол, или полосу.

10. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что связь между основными рельсовыми нитями обеспечена поперечными перемычками.

11. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что вспомогательная нить выполнена в виде балки, профиль поперечного разреза которой представляет собой круглую или профильную трубу, или тавр, или двутавр, или швеллер, или полосу, или пруток.

12. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что вспомогательная нить выполнена в виде каната, витого и/или не витого.

13. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что сопряженные с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для колесных подвижных средств выполнены как на верхних, так и на нижних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя, соответственно, верхние и нижние поверхности качения для подвижных средств.

14. Система коммуникаций по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что сопряженные с корпусом каждой рельсовой нити поверхности качения для подвижных средств выполнены только на верхних внешних поверхностях корпусов рельсовых нитей, образуя верхние поверхности качения для подвижных средств.

15. Система коммуникаций по п.1, отличающаяся тем, что любой из замкнутых профилей основных рельсовых нитей выполнен в виде круглой или профильной трубы.

16. Система коммуникаций по любому из пп.9, 11, 15, отличающаяся тем, что соответствующие круглые или профильные трубы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей выполнены с заполнением их внутреннего пространства силовой структурой с образованием силового органа продольной связи основных рельсовых нитей, и/или силового органа вспомогательной нити, и/или силовых органов основных рельсовых нитей.

17. Система коммуникаций по п.16, отличающаяся тем, что соответствующие силовые органы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей образованы размещением силовой структуры, состоящей из предварительно напряженных протя-

женных элементов, в соответствующих корпусах продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей с заполнением или без заполнения пустот между элементами силовой структуры твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементных смесей.

18. Система коммуникаций по п.17, отличающаяся тем, что протяженные элементы силовой структуры выполнены из проволоки, или из прутков, или из стержней, или из витых или не витых канатов, или из нитей, полос, пряжей, лент, труб или из сочетаний вышеупомянутых исполнений.

19. Система коммуникаций по п.16, отличающаяся тем, что внутреннее пространство труб продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей вне соответствующих силовых органов заполнено твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементных смесей.

20. Система коммуникаций по любому из пп.9, 11, 15, отличающаяся тем, что соответствующие круглые или профильные трубы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей выполнены с заполнением их внутреннего пространства твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементных смесей.

21. Система коммуникаций по любому из пп.9, 11, 15, отличающаяся тем, что соответствующие круглые или профильные трубы продольной связи основных рельсовых нитей, и/или вспомогательной нити, и/или основных рельсовых нитей выполнены без заполнения силовой структурой и/или твердеющим материалом на основе полимерных связующих и/или цементными смесями.

22. Система коммуникаций по любому из пп.9, 16, 19-21, отличающаяся тем, что круглая или профильная труба продольной связи основных рельсовых нитей выполнена с возможностью размещения в ней коммуникационно-транспортного канала для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

23. Система коммуникаций по любому из пп.11, 16, 19-21, отличающаяся тем, что круглая или профильная труба вспомогательной нити выполнена с возможностью размещения в ней коммуникационно-транспортного канала для прокладки трубопровода для транспортировки жидкостей или газов и/или для размещения коммуникаций энергоснабжения и связи.

24. Система коммуникаций по любому из пп.15, 16, 19-21, отличающаяся тем, что круглые или профильные трубы основных рельсовых нитей содержат коммуникационные каналы с возможностью размещения в них коммуникаций энергоснабжения и связи.

25. Система коммуникаций по п.2, отличающаяся тем, что протяженные полосы основных рельсовых нитей объединены в одну сплошную ленту на протяжении путевой структуры с образованием как минимум одной поверхности качения для транспортных средств.

26. Система коммуникаций по п.2, отличающаяся тем, что протяженные полосы основных рельсовых нитей выполнены с опиранием на натянутые и/или предварительно напряженные канаты вдоль путевой структуры.

27. Система коммуникаций по п.2, отличающаяся тем, что протяженные полосы основных рельсовых нитей выполнены многослойными.

28. Система коммуникаций по п.27, отличающаяся тем, что слои, составляющие многослойные полосы основных рельсовых нитей, выполнены из натянутых и/или предварительно напряженных силовых органов, состоящих из проволоки, или стержней, или витых или не витых канатов, или нитей, полос, пряжей, лент, труб или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений.

29. Система коммуникаций по п.27, отличающаяся тем, что слои, составляющие полосы основных рельсовых нитей, выполнены с помещением между ними твердеющего материала на основе полимерных связующих и/или цементных смесей или без помещения такового.

30. Система коммуникаций по п.3, отличающаяся тем, что содержит по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную в пространстве между связанными между собой с образованием рельсовой колеи открытыми профилями.

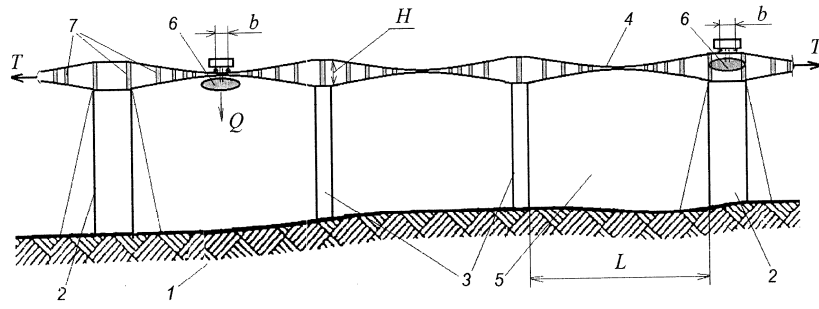
31. Система коммуникаций по п.3, отличающаяся тем, что содержит по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную во внутреннем пространстве любого из связанных между собой с образованием рельсовой колеи открытых профилей.

32. Система коммуникаций по п.3, отличающаяся тем, что содержит по меньшей мере одну вспомогательную нить, размещенную во внутреннем пространстве каждого из связанных между собой с образованием рельсовой колеи открытых профилей.

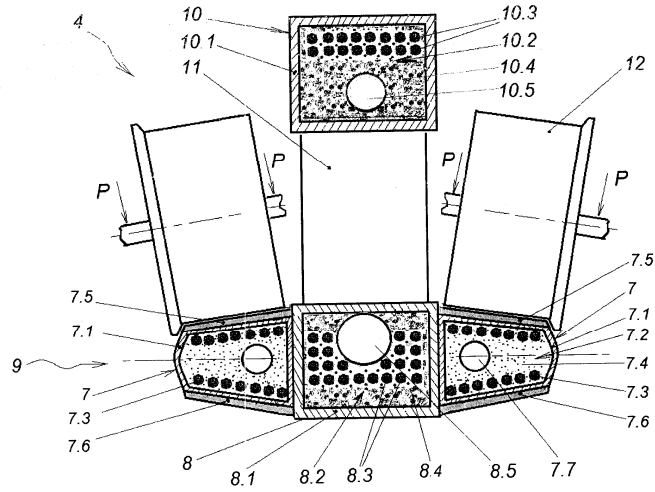
33. Система коммуникаций по п.3, отличающаяся тем, что протяженный открытый профиль выполнен в виде Т-образного, или Г-образного, или С-образного, или П-образного профиля.

34. Применение системы коммуникаций по пп.22-24 для транспортировки жидкостей и/или газов.

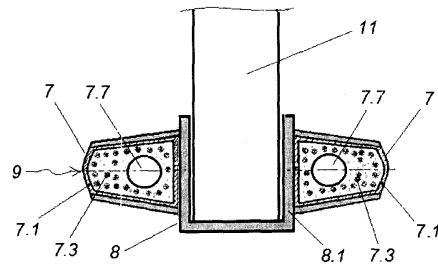
35. Применение системы коммуникаций по пп.22-24 в сетях энергоснабжения и/или связи.



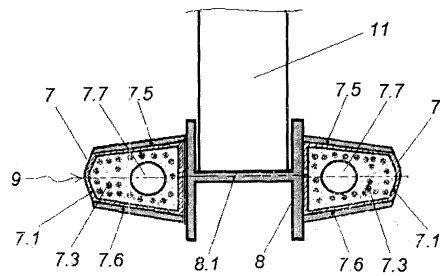
Фиг. 1



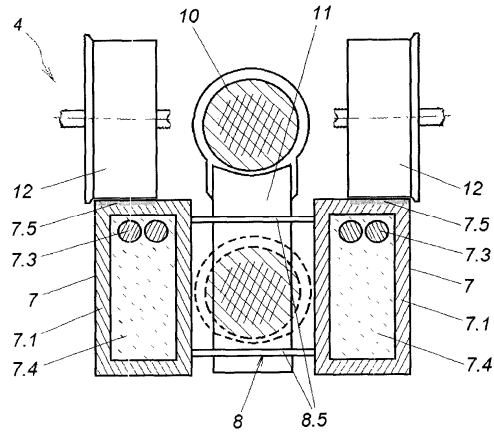
Фиг. 2



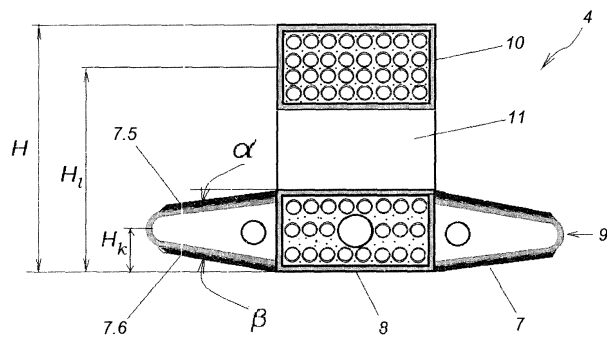
Фиг. 3



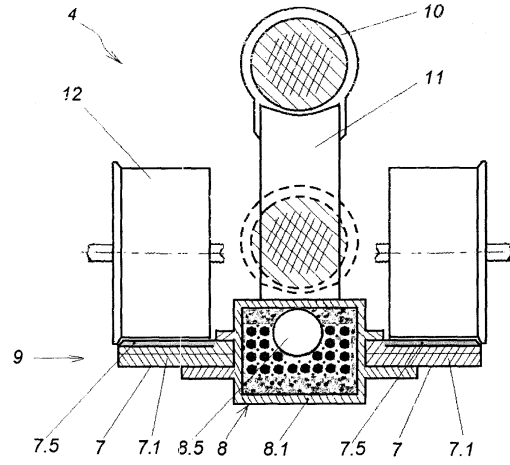
Фиг. 4



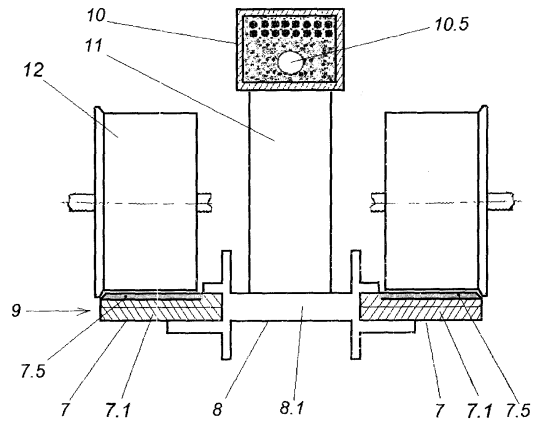
Фиг. 5



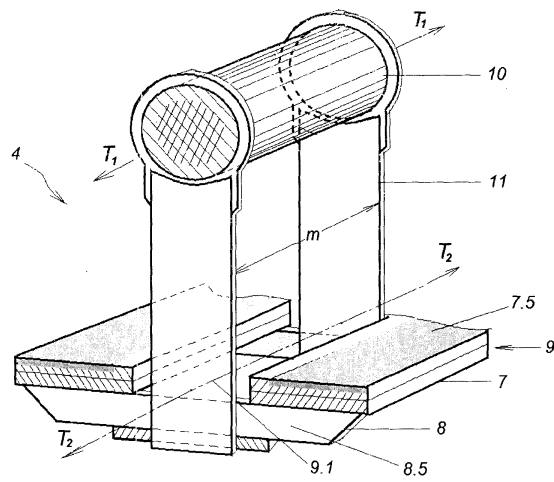
Фиг. 6



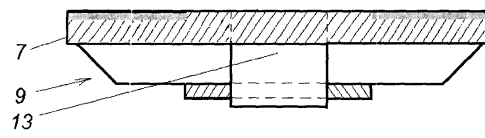
Фиг. 7



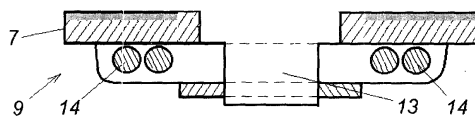
Фиг. 8



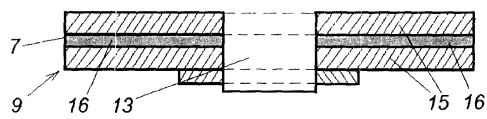
Фиг. 9



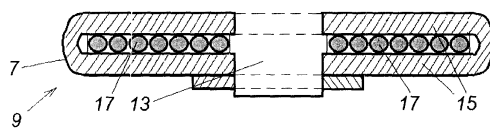
Фиг. 10



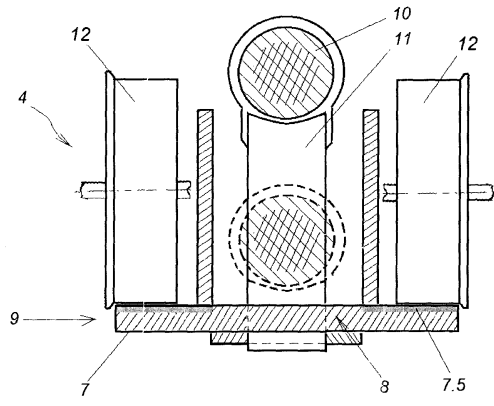
Фиг. 11



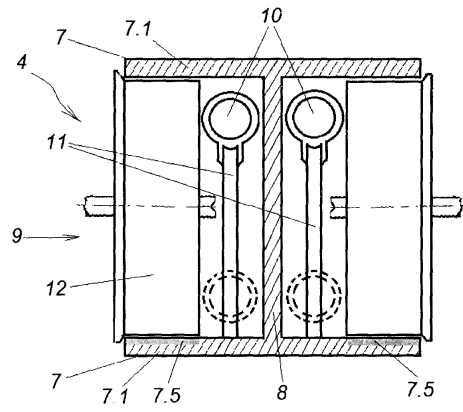
Фиг. 12



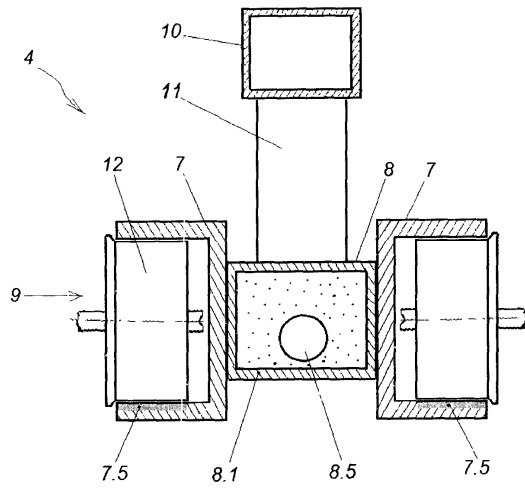
Фиг. 13



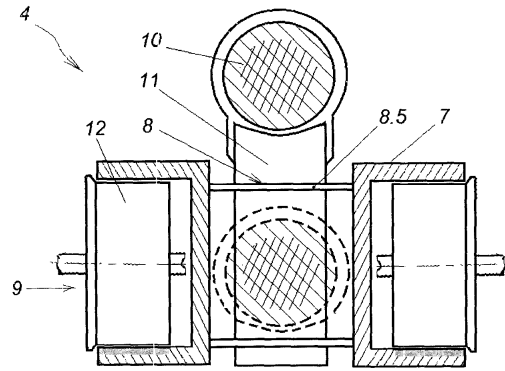
Фиг. 14



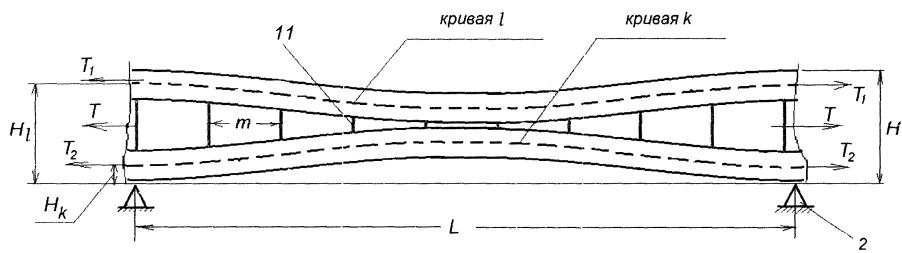
Фиг. 15



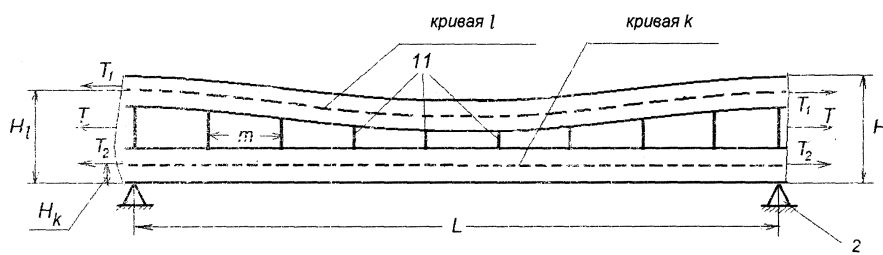
Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19