

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 046867

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.04.27

(21) Номер заявки
202391719

(22) Дата подачи заявки
2023.06.08

(51) Int. Cl. *B61B 3/02* (2006.01)
B61B 5/02 (2006.01)
B61B 13/04 (2006.01)
E01B 25/00 (2006.01)

(54) ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ЮНИЦКОГО С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТЯГОВОЙ ПОЛОСОЙ

(43) 2024.04.26

(96) 2023/ЕА/0029 (ВУ) 2023.06.08

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ
ЭДУАРДОВИЧ (ВУ)**

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

(56) ЕА-B1-032041
ЕА-B1-031884
US-A-3447481
US-A-3012521

(57) Изобретение относится к области транспортных коммуникаций, в частности к надземным эстакадным транспортным системам струнного типа, обеспечивающим высокоскоростные грузовые и пассажирские перевозки. Транспортная система Юницкого, содержащая размещённую на опорах (2,3) путевую структуру, включающую связанные системой несущих перемычек (7) натянутые с определёнными изобретением усилиями натяжения вспомогательную нить (8) с несущим силовым органом (8.1); две рельсовые нити (9), содержащие силовые органы (9.1), связанные с корпусом (9.2) соответствующей рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения (9.3) с образованием рельсовой колеи; закреплённую на несущих перемычках (7) тяговую полосу (10.1), выполненную с возможностью электрического контакта по меньшей мере с одним тяговым колесом (6.2) транспортного средства (6). При этом верхняя и нижняя грани вертикально ориентированной тяговой полосы (10.1) жёстко зафиксированы в соответствующих протяжённых верхней (10.5) и нижней (10.6) полках с образованием тяговой нити (10), форма которой в поперечном разрезе представляет собой сборный двутавр, каждая из полок (10.5, 10.6) которого выполнена из токопроводящего материала и включает предварительно напряжённые и натянутые с установленной силой натяжения силовые элементы (10.4) тяговой нити, которые помещены в канавки (10.7). Тяговая нить закреплена на подвесах (10.2), выполненных из диэлектрического материала.

B1

046867

046867
B1

Изобретение относится к области транспортных коммуникаций, в частности к надземным эстакадным транспортным системам струнного типа, обеспечивающим высокоскоростные грузовые и пассажирские перевозки.

Известна путевая структура транспортной системы Юницкого [1], включающая закреплённые на разных уровнях в пролётах между смежными опорами и связанные между собой системой вертикальных вставок переменной высоты, рассредоточенных с определённым интервалом по пролёту между смежными опорами основные нити в виде предварительно напряжённого силового органа, связанного с корпусом основной нити с сопряжённой с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи для подвижных средств, и по меньшей мере одну вспомогательную нить с предварительно напряжённым силовым органом. При этом расположенные по горизонтали оппозитно относительно продольной оси и связанные между собой с образованием рельсовой колеи основные рельсовые нити расположены на высоте H_k , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор. Вспомогательная нить расположена на высоте H_l , м, относительно прямой, соединяющей вершины смежных опор так, что на протяжении путевой структуры в её продольной проекции высота H_k , м, рельсовой колеи и высота H_l , м, вспомогательной нити в пролётах изменяются периодически от середины пролёта в направлениях образующих его опор

Кроме того, в известной путевой структуре применяется технически обоснованный интервал рассредоточения вертикальных вставок на протяжении пролёта и пределы изменения их высоты в зависимости от места расположения вставок в пролёте между смежными опорами и высоты путевой структуры.

Известна также путевая структура транспортной системы Юницкого [2], принятая за прототип, включающая натянутую с силой натяжения T_1 , Н, вспомогательную нить с несущим силовым органом; натянутые с общей силой натяжения T_2 , Н, две рельсовые нити, содержащие силовые органы, связанные с корпусом соответствующей рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи шириной S , м, и натянутую с силой натяжения T_3 , Н, и закреплённую на несущих перемычках тяговую полосу, а также установленные на путевой структуре подвижные средства. При этом сила натяжения T путевой структуры определяется суммой сил натяжения T_1 вспомогательной нити, T_2 рельсовых нитей и T_3 тяговой полосы, соотношение между которыми удовлетворяет условию:

$$0,5 \leq \frac{T_2}{T_1 + T_3} \leq 10;$$

поверхности качения рельсовых нитей наклонены к горизонту под углом от 1 до 45°, образуя при этом условную двухскатную поверхность с углом при вершине в пределах от 178 до 90°;

а несущие перемычки рассредоточены в пролёте между смежными опорами с интервалом m , м, величина которого удовлетворяет следующему условию:

$$2 \leq \frac{m}{S} \leq 100.$$

Упомянутые в аналогах и прототипе путевые структуры воплощают улучшение эксплуатационно-технических характеристик и надёжности за счёт обеспечения продольной ровности колеи на всём её протяжении с учётом естественного провисания путевой структуры между опорами под действием собственного веса и веса подвижных транспортных средств; снижение материалоемкости и удельной массы путевой структуры, приходящейся на единицу её длины, и, соответственно, стоимости монтажа и эксплуатации транспортной системы, внедрение в конструкцию путевой структуры различных типов материалов, отличных от стали; реализацию конструктивных особенностей видов колёсной тяги, использующих электрические источники питания, для подвижных средств транспортной системы.

К недостаткам аналогов можно отнести:

отсутствие тяговой полосы в [1] и один её вид в прототипе [2];

отсутствие средств обеспечения поперечной устойчивости и жёсткости тяговой полосы в прототипе [2];

не приведены способы передачи больших электрических мощностей вдоль тяговой полосы.

В основу изобретения положена задача создания оптимальной по материально-энергетическим затратам и технико-эксплуатационным характеристикам, относящимся к поперечной прочности и изгибной жёсткости, а также к эффективной передаче электрической мощности путевой структуры, а также расширения видового ассортимента путевых структур для струнных транспортных систем Юницкого.

Известная из прототипа гибкая тяговая полоса недостаточно устойчива к поперечным (горизонтальным) стабилизирующим силовым воздействиям, которые должны быть порядка 1000 кг·с на одно колесо. Поэтому необходимо повысить её поперечную жёсткость, не только используя принцип преднапряжения, но и за счёт изменения конструктива тяговой полосы. Поскольку это ещё и токосъём, то конструкция жёсткой тяговой полосы должна включать проводник для передачи по нему электроэнергии на большое расстояние (хотя бы от одной анкерной до следующей анкерной опоры), причём мощностью более 1000 кВт.

Соответственно, на решение указанной задачи направлена реализация следующих технических целей:

повышение поперечной и продольной прочности и изгибной жёсткости путевой структуры для

движения транспортных средств с повышенными скоростями;

обеспечение передачи с минимальными потерями значительных электрических мощностей вдоль путевой структуры.

Технические цели в соответствии с задачей изобретения позволяет достичь транспортная система Юницкого, содержащая размещённую на опорах путевую структуру, включающую связанные системой несущих перемычек:

натянутую с силой натяжения T_A , Н, вспомогательную нить с несущим силовым органом;

натянутые с общей силой натяжения T_R , Н, две рельсовые нити, содержащие силовые органы, связанные с корпусом соответствующей рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения с образованием рельсовой колеи шириной S , м;

натянутую с силой натяжения T_S , Н, и закреплённую на несущих перемычках тяговую полосу, выполненную с возможностью электрического контакта по меньшей мере с одним тяговым колесом транспортного средства, отличия которой согласно изобретению в том, что верхняя и нижняя грани вертикально ориентированной тяговой полосы жёстко зафиксированы в соответствующих протяжённых верхней и нижней полках с образованием тяговой нити, форма которой в поперечном разрезе представляет собой сборный двутавр, каждая из полок которого выполнена из токопроводящего материала и включает предварительно напряжённые и натянутые с общей силой натяжения T_C , Н, силовые элементы тяговой нити, помещённые в протяжённые канавки, причём тяговая нить закреплена на подвесах, выполненных из диэлектрического материала, а сила натяжения T путевой структуры определяется суммой сил натяжения T_A вспомогательной нити, T_R рельсовых нитей, T_S тяговой полосы и T_C силовых элементов тяговой нити, соотношение между которыми удовлетворяет условию:

$$0,3 \leq \frac{T_R}{T_A + T_S + T_C} \leq 7.$$

Достижение технической цели изобретения обеспечивается и тем, что тяговая полоса может быть выполнена однослойной или многослойной.

При этом многослойная тяговая полоса содержит ленты, размещённые послойно с фиксацией между ними клеевым составом.

Канавки в поперечном сечении имеют клинообразную форму, характеризующуюся тем, что стенки канавок выполнены с уклоном не более 1:10 от вертикали.

Предварительно напряжённые силовые элементы тяговой нити дополнительно могут быть зафиксированы в канавках фиксирующим материалом и/или саморезами.

Токопроводящий материал верхней и нижней полок предпочтительно представляет собой алюминий.

Упомянутые подвесы связаны с несущими перемычками.

Поверхности качения рельсовых нитей могут быть подключены к электрическому источнику питания.

Тяговая полоса также может быть подключена к электрическому источнику питания.

Один из вариантов исполнения изобретения может заключаться в том, что поверхности качения рельсовых нитей соединены с отрицательным полюсом электрического источника питания, а тяговая полоса - с его положительным полюсом.

Альтернативно, поверхности качения рельсовых нитей могут быть соединены с положительным полюсом электрического источника питания, а тяговая полоса - с его отрицательным полюсом.

При этом силовые органы рельсовых нитей электрически изолированы от вспомогательной нити, несущих перемычек и тяговой нити.

Также несущий силовой орган электрически изолирован от рельсовых нитей, несущих перемычек и тяговой нити.

Достижение технической цели изобретения обеспечивается и тем, что несущие перемычки выполнены электрически изолированными от рельсовых нитей, вспомогательной нити и тяговой нити.

Упомянутые силовые элементы тяговой нити могут быть выполнены из проволоки, или из прутков, или из стержней, или из нитей, полос, прядей, лент, труб.

Сущность заявленного изобретения поясняется при помощи чертежей (фиг. 1-5), на которых изображено следующее:

фиг. 1 - общий вид транспортной системы Юницкого;

фиг. 2 - схематическое изображение продольного вида путевой структуры;

фиг. 3 - общий поперечный вид путевой структуры;

фиг. 4 - общий вид тяговой нити;

фиг. 5 - вариант реализации многослойной тяговой полосы.

Условные обозначения, показанные на чертежах:

1 - основание; 2 - анкерная опора; 3 - промежуточная опора; 4 - путевая структура; 5 - пролёт; 6 - транспортное средство; 6.1 - колесо качения; 6.2 - тяговое колесо; 7 - несущая перемычка; 7.1 - элемент связи; 8 - вспомогательная нить; 8.1 - несущий силовой орган; 8.2 - стойка; 8.3 - фиксатор; 8.4 - силовой элемент вспомогательной нити; 9 - рельсовая нить; 9.1 - силовой орган рельсовой нити;

9.2 - корпус; 9.3 - поверхность качения; 9.4 - силовой элемент рельсовой нити; 9.5 - диэлектрическая профилированная пластина; 10 - тяговая нить; 10.1 - тяговая полоса; 10.2-подвес; 10.3 - фиксирующий материал; 10.4 - силовой элемент тяговой нити; 10.5 - верхняя полка; 10.6 - нижняя полка; 10.7 - канавка; 10.8 - саморез; 10.9 - лента; 11 - твердеющий материал.

Предлагаемая транспортная система Юницкого 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 пролёты 5 длиной L , м (фиг. 1). 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 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 напряжённых 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 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 анкерных опор может определяться и тем, что они являются местом размещения погрузочно-разгрузочных станций, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) путевой структуры.

На путевой структуре 4 размещены транспортные средства 6 (пассажирские, и/или грузовые, и/или грузопассажирские), которые могут быть подвешены снизу к путевой структуре, как показано на фиг. 1.

Путевая структура 4, установленная на опорах с образованием пролётов 5 длиной L , м, содержит связанные системой несущих перемычек 7:

по меньшей мере одну вспомогательную нить 8, натянутую с силой натяжения T_A , H , содержащую предварительно напряжённый несущий силовой орган 8.1, закрепляемую на несущих перемычках 7 с помощью стоек 8.2;

предпочтительно две рельсовые нити 9, в виде предварительно напряжённого силового органа 9.1 рельсовой нити, связанного с корпусом 9.2 соответствующей рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью 9.3 качения с образованием рельсовой колеи шириной S , м, определяемой между серединами поверхностей качения двух рельсовых нитей, по которой движется с помощью колёс 6.1 качения транспортное средство 6, причём рельсовые нити связаны между собой с помощью закреплённых на несущих перемычках 7 элементов связи 7.1 и натянуты с общей силой натяжения T_R , H (фиг. 2, 3);

натянутую с силой натяжения T_S , H , и закреплённую на несущих перемычках 7 тяговую полосу 10.1, выполненную с возможностью электрического контакта с по меньшей мере одним тяговым колесом 10.2 транспортного средства 6, при этом обе грани вертикально ориентированной тяговой полосы 10.1 жёстко зафиксированы в протяжённых верхней 10.5 и нижней 10.6 полках с образованием тяговой нити 6, форма которой в поперечном разрезе представляет собой сборный двутавр, каждая из полок 10.5, 10.6 которого выполнена из токопроводящего материала и включает предварительно напряжённые и натянутые с общей силой натяжения T_C , H силовые элементы 10.4 тяговой нити, помещённые в протяжённые канавки 10.7, причём тяговая нить закреплена на подвесах 10.2, выполненных преимущественно из диэлектрического материала (фиг. 2, 3).

Сила натяжения T путевой структуры определяется суммой сил натяжения T_A вспомогательной нити 8, T_R рельсовых нитей 9, T_S тяговой полосы 10.1 и T_C силовых элементов 10.4 тяговой нити (фиг. 2), соотношение между которыми удовлетворяет условию:

$$0,3 \leq \frac{T_R}{T_A + T_S + T_C} \leq 7 \quad (1)$$

При отношении силы натяжения рельсовых нитей по отношению к сумме сил натяжения вспомогательной нити, тяговой полосы и силовых элементов тяговой нити менее 0,3 рельсовые нити приобретают избыточную гибкость. С учётом влияния условий окружающей среды, собственного веса и веса размещённых на них транспортных средств это приведёт к существенному снижению продольной прочности, поперечной жёсткости, ровности и устойчивости к поперечным колебаниям рельсовой колеи и опасности возникновения явлений резонанса в элементах путевой структуры.

При силе натяжения рельсовых нитей по отношению к сумме сил натяжения вспомогательной нити, тяговой полосы и силовых элементов тяговой нити более 7 рельсовые нити приобретают избыточную продольную прочность и поперечную жёсткость. Это приведёт к значительному увеличению материалоемкости путевой структуры из-за роста масс силового органа 9.1 рельсовой нити и его корпуса 9.2 соответственно.

При соотношении сил натяжения в пределах отношения (1) появляется возможность создания путевой структуры с возможностью изменения степени жёсткости в каждом частном варианте реализации за счёт большей поперечной прочности для обеспечения упругой устойчивости и ровности рельсовой колеи и сочетания в оптимальных соотношениях продольной прочности и гибкости путевой структуры для обеспечения ровности рельсовой колеи, уменьшения её материалоемкости и, соответственно, снижения стоимости монтажа и эксплуатации путевой структуры.

Как показано на фиг. 3, поверхности 9.3 качения размещаются на верхних внешних поверхностях корпусов 9.2 рельсовых нитей с закреплением на них любым из известных доступных способов (сварка, винтовое крепление, склеивание, формование при изготовлении цельногнутой трубы корпуса рельсовой нити и др.).

В предлагаемом изобретении при изготовлении профилей корпусов 9.2 рельсовых нитей 9 обеспечивают исполнение поверхности 9.3 качения с углом наклона к горизонту от 1 до 45° (фиг. 3). В результате образуется условная двухскатная поверхность с углом при вершине в пределах от 178 до 90°, что обеспечивает поперечную стабилизацию качения колёс 6.1 качения по путевой структуре, состоящей из двух рельсовых нитей 9.

Несущие перемычки 7, связывающие две рельсовые нити 9, сопряжённые с элементом 7.1 связи, с расстоянием S между рельсовыми нитями, а также вспомогательную нить 8 и с закреплённой на них с помощью подвесов 10.2 тяговую нить 10, рассредоточены в пролёте между смежными опорами с интервалом m , m (на чертежах не показано), величина которого лежит в следующих пределах:

$$2 \leq \frac{m}{S} \leq 100. \quad (2)$$

Закреплённые на несущих перемычках подвесы 10.2 также рассредоточены в пролёте между смежными опорами с интервалом m , m , в соответствии с соотношением (2).

Рельсовые нити 9 по всей длине путевой структуры оппозитно жёстко закреплены на противолежащих относительно вертикали боковых сторонах элементов 7.1 связи, образуя с ними протяжённую рельсовую колею, которая представляет собой в поперечном разрезе полосы элементов связи с симметрично расположенными относительно вертикали по его боковым внешним сторонам профилями корпусов 9.2, с установленными в них силовыми органами 9.1 рельсовых нитей (фиг. 3). Элементы 7.1 связи могут быть выполнены из металла или любого другого подходящего материала в виде различного вида профиля, замкнутого (например, круглой или профильной трубы), открытого (например, П-образного, Н-образного профиля), в виде полос, как на фиг. 3, или в виде перемычек, или их комбинации. Следует иметь в виду, что каждая рельсовая нить может быть натянута (предварительно напряжена) со своим значением силы натяжения; корпус 9.2 предпочтительно находится в напряжённом состоянии, тогда сила натяжения рельсовых нитей T_R , H , определяется как результирующая суммарная частных сил натяжения всех рельсовых нитей и их корпусов. Такая реализация путевой структуры способствует обеспечению оптимальной по характеристикам поперечной жёсткости, прочности и упругой устойчивости путевой структуры с учётом влияния факторов окружающей среды на её размеры, массы находящихся на ней транспортных средств и естественного провисания путевой структуры между опорами под действием собственного веса и веса транспортных средств.

Рельсовые нити 9, имеющие множество частных вариантов реализации, характеризуются тем, что содержат протяжённые корпуса 9.2 рельсовых нитей, выполненные из металла или любого другого подходящего материала, поперечные сечения которых представляют собой П-образный профиль, или швеллер, или любой другой подходящий открытый или замкнутый профиль, например круглую или профильную трубу, или полосу. Элементы 7.1 связи жёстко связывают между собой корпуса 9.2 рельсовых нитей как механически, так и электрически, в частном варианте реализации (фиг. 3) они являются в том числе частью корпусов рельсовых нитей; в другом частном варианте реализации изобретения элементы связи могут сопрягаться с корпусами рельсовых нитей через электрические изоляторы для уплотнения соединения и электрической развязки между собой элементов связи и корпусов рельсовых нитей (на чертежах не показано). В другом варианте реализации, для взаимной электрической развязки рельсовых нитей между собой, элементы 7.1 связи, полностью или частично, могут быть выполнены из диэлектрического материала. Этим достигается снижение материалоемкости и удельной массы путевой структуры, приходящейся на единицу её длины, и, соответственно, стоимости монтажа и эксплуатации транспортной системы, а также повышение конструкционной прочности и упругой устойчивости.

В предлагаемом варианте реализации путевой структуры вспомогательная нить 8 выполнена бескорпусной. Комбинация жёстких механических связей рельсовых нитей между собой и значительно менее жёстких по силе связи рельсовых нитей со вспомогательной нитью, выполненной в бескорпусном варианте, что также снижает её жёсткость, позволяет создать путевую структуру ограниченно жёсткого типа, что, в свою очередь, позволит внедрить в конструкцию путевой структуры различные типы материалов, отличные от стали, более лёгкие и не уступающие ей по прочности, значительно снизить материалоемкость и удельную массу путевой структуры, стоимость её монтажа и технической эксплуатации.

Несущие перемычки 7 осуществляют механическую связь между рельсовыми, вспомогательной и тяговой нитями. Преимущественно несущие перемычки выполняются из наиболее подходящих диэлек-

трических материалов, например из стеклопластика. Это позволяет снизить материалоемкость, создать путевую структуру ограниченно жёсткого (упругого) типа за счёт оптимального снижения жёсткости механических связей между рельсовыми нитями и вспомогательной нитью, надёжно электрически изолировать между собой вспомогательную, рельсовые и тяговую нити.

В частном случае исполнения несущих перемычек из электропроводящего материала, например, из металла, для электрической изоляции несущих перемычек от рельсовых, вспомогательной и тяговой нитей их установку осуществляют известными способами при помощи дополнительных диэлектрических прокладок, шайб и т.д. (на чертежах не показано). Кроме того, дополнительной изоляции тяговой нити от несущих перемычек способствует изготовление подвесов 10.2 из диэлектрических материалов.

Основу рельсовых нитей 9 и вспомогательной нити 8 составляют силовые структуры с образованием силового органа 9.1 рельсовых нитей и несущего силового органа 8.1 вспомогательной нити. При этом силовой орган 9.1 и несущий силовой орган 8.1 образуются собранными в один или несколько пучков предварительно напряжёнными протяжёнными силовыми элементами 9.4 и 8.4. Силовой орган 9.1 рельсовой нити размещается в корпусе 9.2 с заполнением пустующих внутренних частей корпуса твердеющим материалом 11 на основе полимерных связующих, специальных композитов или цементных смесей, которые жёстко связывают в одно целое силовые органы с корпусами рельсовых нитей (на чертежах не показано). Пространство между силовым органом 9.1 и стенками корпуса 9.2 для электрической изоляции силового органа заполняется наиболее подходящим диэлектрическим материалом, например протяжённой диэлектрической профилированной пластиной 9.5.

Вспомогательная нить 8, образованная несущим силовым органом 8.1 и фиксаторами 8.3, размещается с помощью фиксаторов 8.3 на стойках 8.2, закреплённых на несущих перемычках 7 (фиг. 2, 3). Таким образом, механическая связь рельсовых, вспомогательной и тяговой нитей осуществляется с помощью следующих компонентов: элементов 7.1 связи, несущих перемычек 7, стоек 8.2, подвесов 10.2, причём несущие перемычки выступают основным связующим компонентом всех составляющих путевой структуры. Это позволяет надёжно электрически изолировать все нити друг от друга и обеспечить необходимую механическую связь рельсовых нитей со вспомогательной и тяговой нитями.

Протяжённые силовые элементы 8.4 и 9.4 вспомогательной и рельсовых нитей, как правило, выполнены из высокопрочной стальной проволоки, или из стержней, или из витых или не витых канатов, или из нитей, полос, прядей, лент, труб, или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений из любых высокопрочных материалов (на рисунках не показано). При этом силовой орган 9.1 рельсовой нити может быть реализован в любом из неограничивающих вариантов конфигурации профиля поперечного разреза корпуса 9.2 и размеров его внутреннего пространства, а при реализации несущего силового органа 8.1 корпус может отсутствовать, и в этом случае отпадает необходимость заполнения внутреннего пространства.

Частный пример исполнения, реализованный в предлагаемом изобретении, предполагает выполнение силовых элементов 8.4, 9.4 и 10.4, полностью или частично, из углепластиковых материалов, что позволяет достичь внедрения в конструкцию путевой структуры различных типов материалов, отличных от стали, значительно снизить материалоемкость и удельную массу путевой структуры, приходящейся на единицу её длины, и, соответственно, стоимость монтажа и эксплуатации путевой структуры.

Предлагаемый вариант транспортной системы, в отличие от предшествующих аналогов, предполагает наличие в путевой структуре тяговой нити 10, вдоль которой перемещаются тяговые колёса 6.2 транспортного средства, с возможностью электрического и механического контакта между тяговой полосой 10.1 и по меньшей мере с одним тяговым колесом 6.2 (фиг. 3). Протяжённая тяговая нить 10 может быть выполнена в виде сборного двутавра, стенку которого образует предварительно напряжённая, вертикально ориентированная тяговая полоса 10.1, а фиксирующие её протяжённые верхняя 10.5 и нижняя 10.6 полки, расположенные горизонтально, изготовлены из наиболее подходящего электропроводного материала, например из алюминия, с целью организации передачи значительного объёма электрической энергии вдоль путевой структуры, предпочтительно для питания электрооборудования транспортных средств. Верхняя и нижняя полки дополнительно усилены предварительно напряжёнными, протяжёнными силовыми элементами 10.4 тяговой нити. Для этого в полках выполнены клиновидные (трапециевидные) канавки 10.7 с уклоном не более 1:10 к вертикали, куда запрессовываются или помещаются любым другим подходящим способом силовые элементы тяговой нити; при этом функцию анкерной закладной детали выполняют верхние и нижние полки с помещёнными в них силовыми элементами. Кроме того, силовые элементы тяговой нити дополнительно фиксируются в канавках 10.7 фиксирующим материалом 10.3 и/или саморезами 10.8 (фиг. 3, 4); твердеющий материал также электрически изолирует силовые элементы тяговой нити от тяговой полосы и верхней и нижней полок.

Стыки протяжённых верхних и нижних полок 10.5, 10.6 предпочтительно размещаются в местах крепления подвесов 10.2 на несущих перемычках 7; в этом случае все стыки размещаются в одном сечении. Если же стыки размещены в безопорной части двутавра, то все стыки разносятся по длине.

Тяговая полоса 10.1 представляет собой протяжённую, предварительно напряжённую полосу, выполненную предпочтительно из наиболее подходящих по свойствам видов стали либо из других электропроводящих материалов. Протяжённые силовые элементы 10.4 тяговой нити предпочтительно вы-

полнены из высокопрочной стальной проволоки, или из стержней, или из нитей, полос, лент, труб, или из разных сочетаний вышеупомянутых исполнений из любых высокопрочных материалов (фиг. 2-4).

Особый вариант реализации изобретения предполагает, в случае значительного поперечного воздействия на путевую структуру (более 1000 кг·с), что тяговая лента 10.1 выполняется многослойной (комбинированной): к тяговой полосе, с двух сторон, клеевым или любым другим подходящим способом закрепляются послойно ленты 10.9, выполненные из наиболее подходящих видов стали (фиг. 5).

Для уменьшения контактных и сдвиговых напряжений в тяговой ленте 10.1 тяговые колёса предпочтительно должны быть выполнены цилиндрическими с наибольшей возможной проектной высотой цилиндра колеса.

Тяговая нить 10 закрепляется на несущих перемычках 7 с помощью предпочтительно выполненных из диэлектрических материалов подвесов 10.2, электрически изолирующих тяговую нить от рельсовых и вспомогательной нитей.

На протяжении путевой структуры в её продольной проекции высота h расположения вспомогательной нити 8, определяемая от верхней грани несущих перемычек 7 до вспомогательной нити (фиг. 3), а также размер крепящих её стоек 10.2 в пролётах длиной L изменяется периодически от середины пролёта в направлениях образующих его опор в пределах соотношения:

$$0 \leq \frac{h}{L} \leq 0,1. \quad (3)$$

При этом в середине пролёта, где наблюдается максимальный изгиб путевой структуры, вспомогательная нить 8 располагается на минимальной высоте согласно соотношению $\frac{h}{L} \geq 0$, по мере приближения к опоре с помощью стоек 8.2 высота h увеличивается и в месте установки несущей перемычки 7 на опоре, где прогиб путевой структуры минимален, вспомогательная нить располагается на наибольшей высоте относительно длины пролёта $\frac{h}{L} \geq 0,1$ (на чертежах не показано).

Интервал m , м, в пролёте между несущими перемычками предпочтительно выполнен неизменным по всей длине пролёта. Однако возможен вариант реализации изобретения, в котором величина интервала m , м, в пролёте между несущими перемычками 7 увеличивается к середине пролёта и уменьшается при приближении к опоре (на чертежах не показано). Этим достигается возможность регулирования продольной ровности колеи на всём протяжении путевой структуры с учётом влияния факторов окружающей среды, прежде всего изменений температуры, на её размеры, массы находящихся на ней транспортных средств и естественного провисания путевой структуры между опорами под действием собственного веса и веса транспортных средств.

Силовые органы 9.1 рельсовых нитей электрически изолируются от корпусов 9.2 рельсовых нитей, а следовательно, от вспомогательной и тяговой нитей, несущих перемычек, посредством протяжённых диэлектрических профилированных пластин 9.5, выполненных из наиболее подходящих диэлектрических материалов, например, из стеклопластика, размещённых в пространстве между силовыми органами и внутренними стенками корпусов. Несущие силовые органы 8.1 в местах их крепления на несущей перемычке 7 электрически изолированы от стоек, а, следовательно, от рельсовых и тяговой нитей, несущих перемычек посредством фиксаторов 8.3, выполненных из наиболее подходящих диэлектрических материалов, например из стеклопластика (фиг. 3). Фиксаторы 8.3, как правило, размещаются в местах установки несущих перемычек 7 и не являются протяжёнными (фиг. 2); возможны частные случаи исполнения, когда они выходят за места установки несущих перемычек или являются протяжёнными и размещаются вдоль путевой структуры (на чертежах не показано).

Электроснабжение предлагаемой транспортной системы осуществляет электрическая сеть, которая может быть подключена как к электрическому источнику питания, размещённому на борту транспортного средства, так и быть внешней по отношению к путевой структуре. При частном варианте осуществления изобретения, когда электрическую энергию необходимо передавать через путевую структуру, электрическое соединение транспортного средства с путевой структурой осуществляется через колёса 6.1 качения и/или через тяговое колесо 6.2, причём возможны различные варианты такого электрического соединения, например:

поверхности качения рельсовых нитей соединяются с отрицательным полюсом электрического источника питания, а тяговая полоса 10.1 с верхней 10.5 и нижней 10.6 полками - с его положительным полюсом;

поверхности качения соединяются с положительным полюсом электрического источника питания, а тяговая полоса с верхней 6.5 и нижней 6.6 полками - с его отрицательным полюсом;

поверхность качения одной рельсовой нити соединяется с положительным полюсом электрического источника питания, а поверхность качения второй рельсовой нити - с его отрицательным полюсом, тяговая нить изолирована от электрического источника питания;

при этом:

несущие перемычки выполнены электрически изолированными от рельсовых, вспомогательной и тяговой нитей, независимо от материала её изготовления;

несущий силовой орган изолирован от электрического подключения фиксаторами, выполненными из диэлектрического материала, стойками и несущими перемычками;

силовые органы рельсовых нитей изолированы от электрического подключения диэлектрическими профилированными пластинами 4.5;

силовые элементы 10.4 тяговой нити изолированы от электропроводящих верхней и нижней полок 6.5, 6.6 фиксирующим материалом 10.3;

корпусы рельсовых нитей также могут быть изолированы от электрического подключения, если между корпусом и поверхностью качения имеется диэлектрическая прокладка, например, выполненная из соответствующего клея (на чертежах не показано);

корпусы рельсовых нитей при необходимости электрически изолируются от элементов связи с помощью диэлектрических прокладок с целью исключения электрической связи между рельсовыми нитями при их подключении к разным полюсам электрического источника питания (на чертежах не показано).

Такое соединение основных составных частей путевой структуры с электрическим источником питания позволяет в полной мере использовать различные варианты передачи электрических мощностей с использованием элементов путевой структуры.

Построение представленной транспортной системы Юницкого включает установку опор 2 и 3 на основании 1, подвеску и натяжение между ними несущего силового органа 8.1, силовых органов 9.1 рельсовой нити, тяговой полосы 10.1, связей между ними, последующую фиксацию концов силовых органов в соответствующих уровнях оголовков анкерных опор 2, а также крепление силовых органов.

Построение путевой структуры 4 включает подвеску и натяжение между смежными опорами несущих силовых органов 8.1, силовых органов 9.1 рельсовой нити, тяговой полосы 10.1, связей между ними, последующую фиксацию концов силовых органов в соответствующих уровнях оголовков анкерных опор, а также крепление силовых органов.

В ходе строительства транспортной системы её путевая структура может крепиться на оголовках анкерных опор 2 известными способами - как омоноличенная в одно целое конструкция, так и поэлементно - силовые структуры силовых органов 9.1 рельсовых нитей, и/или силовые структуры несущих силовых органов 8.1 вспомогательной нити, и/или тяговая полоса 10.1, и/или отдельно от них - корпусы 9.2 рельсовых нитей и силовые элементы 10.4 тяговой нити.

Частный вариант сборки путевой структуры может выглядеть следующим образом: после установки, натяжения, закрепления протяжённых силовых элементов 8.4 и 9.4 на опорах с образованием несущего силового органа 8.1 и силового органа 9.1 рельсовой нити соответственно, а также тяговой полосы 10.1 осуществляют заключение силового органа 9.1 сверху и снизу в две протяжённые диэлектрические профилированные пластины 9.5, после чего сверху на них устанавливают корпусы 9.2 рельсовых нитей, на которые предварительно, любым подходящим способом (например, сваркой или склеиванием) присоединяют поверхности качения 9.3.

Одновременно с этим осуществляется связывание несущих перемычек 7 с элементами связи 7.1.

Также одновременно с этим в заготовках из токопроводящего материала, предпочтительно - алюминия, с двух сторон, выполняются трапециевидальные канавки 10.7 с уклоном 1:10 от вертикали, куда запрессовываются предварительно напряжённые силовые элементы 10.4 тяговой нити, пустоты заполняются фиксирующим материалом 10.3, в качестве дополнительного крепления могут использоваться саморезы 10.8. Затем полученные четыре заготовки попарно собираются любым подходящим способом (например, болтовым соединением или с помощью заклёпок) в двутавр на заранее натянутой тяговой полосе - образуется тяговая нить.

Затем собранные корпуса 9.2 рельсовых нитей сопрягаются с собранными несущими перемычками 7 и элементами 7.1 связи непосредственно, или через диэлектрические прокладки, при этом с помощью элементов связи выставляя расстояние между рельсовыми нитями S в поперечной плоскости и одновременно жёстко сопрягая корпусы рельсовых нитей с элементами связи в продольной плоскости.

После монтажа рельсовых нитей в пролёте по всей длине путевой структуры размещаются стойки 8.2 заданной проектом переменной высоты, причём нижним концом стойки крепятся на несущих перемычках 7, уже распределённым в пролёте, а верхним концом - к несущему силовому органу 8.1, на который в местах соединения со стойками закрепляются фиксаторы 8.3.

Затем на заранее установленных в двутавр преимущественно диэлектрических подвесах 10.2 крепятся на несущих перемычках 7 тяговая нить 10.

Таким образом, заявленная транспортная система Юницкого позволяет достичь:

обеспечения оптимальной по характеристикам поперечной прочности и жёсткости, а также упругой устойчивости и продольной ровности колеи путевой структуры для транспортной системы Юницкого с учётом влияния факторов окружающей среды на её размеры, массы находящихся на ней подвижных средств и естественного провисания путевой структуры между смежными опорами и между смежными несущими перемычками под действием собственного веса и подвижных средств;

внедрения в конструкцию путевой структуры различных типов материалов, отличных от стали (в частности, углепластиков), снижения материалоемкости и удельной массы путевой структуры, приходя-

шейся на единицу её длины и, соответственно, стоимости монтажа и эксплуатации транспортной системы;

реализации конструктивных особенностей жёсткой тяговой нити, позволяющей передавать значительные электрические мощности, используя элементы путевой структуры.

Источники информации.

1. Патент ЕА № 032041, МПК В61В 3/02, В61В 5/02, В61В 13/04, Е01В 25/00, опубл. 29.03.2019.

2. Заявка ЕА 202292351, МПК В61В 3/02, В61В 5/02, В61В 13/04, Е01В 25/00, дата подачи 08.08.2022.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Транспортная система Юницкого, содержащая размещённую на опорах (2,3) путевую структуру, включающую связанные системой несущих перемычек (7):

натянутую с силой натяжения T_A , N , вспомогательную нить (8) с несущим силовым органом (8.1);

натянутые с общей силой натяжения T_R , N , две рельсовые нити (9), содержащие силовые органы (9.1), связанные с корпусом (9.2) соответствующей рельсовой нити с сопряжённой с ним поверхностью качения (9.3) с образованием рельсовой колеи шириной S , m ;

натянутую с силой натяжения T_S , N , и закреплённую на несущих перемычках (7) тяговую полосу (10.1), выполненную с возможностью электрического контакта по меньшей мере с одним тяговым колесом (6.2) транспортного средства (6),

отличающаяся тем, что верхняя и нижняя грани вертикально ориентированной тяговой полосы (10.1) жёстко зафиксированы в соответствующих протяжённых верхней (10.5) и нижней (10.6) полках с образованием тяговой нити (10), форма которой в поперечном разрезе представляет собой сборный двутавр, каждая из полок (10.5, 10.6) которого выполнена из токопроводящего материала и включает предварительно напряжённые и натянутые с общей силой натяжения T_C , N , силовые элементы (10.4) тяговой нити, помещённые в протяжённые канавки (10.7), причём тяговая нить закреплена на подвесах (10.2), выполненных из диэлектрического материала, а сила натяжения T путевой структуры определяется суммой сил натяжения T_A вспомогательной нити (8), T_R рельсовых нитей (9), T_S тяговой полосы (10.1) и T_C силовых элементов (10.4) тяговой нити, соотношение между которыми удовлетворяет условию:

$$0,3 \leq \frac{T_R}{T_A + T_S + T_C} \leq 7.$$

2. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что тяговая полоса (10.1) выполнена однослойной или многослойной.

3. Транспортная система по п.2, отличающаяся тем, что многослойная тяговая полоса (10.1) содержит ленты (10.9), размещённые послойно с фиксацией между ними клеевым составом.

4. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что канавки (10.7) в поперечном сечении имеют клинообразную форму, характеризующуюся тем, что стенки канавок (10.7) выполнены с уклоном не более 1:10 от вертикали.

5. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что предварительно напряжённые силовые элементы (10.4) тяговой нити дополнительно зафиксированы в канавках (10.7) фиксирующим материалом (10.3) и/или саморезами (10.8).

6. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что токопроводящий материал верхней (10.5) и нижней (10.6) полок предпочтительно представляет собой алюминий.

7. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что подвесы (10.2) связаны с несущими перемычками (7).

8. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что поверхности качения (9.3) рельсовых нитей подключены к электрическому источнику питания.

9. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что тяговая нить (10.1) подключена к электрическому источнику питания.

10. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что поверхности качения (9.3) рельсовых нитей соединены с отрицательным полюсом электрического источника питания, а тяговая полоса - с его положительным полюсом.

11. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что поверхности качения (9.3) рельсовых нитей соединены с положительным полюсом электрического источника питания, а тяговая полоса - с его отрицательным полюсом.

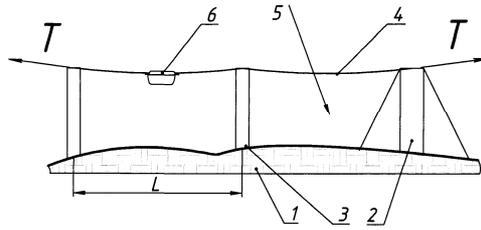
12. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что силовые органы (9.1) рельсовых нитей электрически изолированы от вспомогательной нити, несущих перемычек и тяговой нити.

13. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что несущий силовой орган (8.1) электрически изолирован от рельсовых нитей, несущих перемычек и тяговой нити.

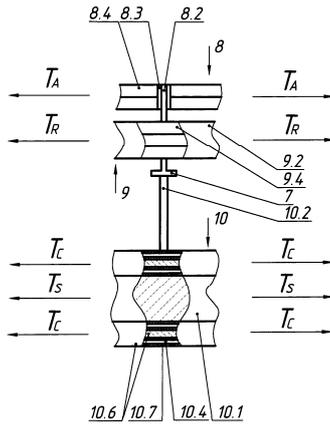
14. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что несущие перемычки (7) выполнены электрически изолированными от рельсовых нитей, вспомогательной нити и тяговой нити.

15. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что силовые элементы (10.4) тяговых нитей

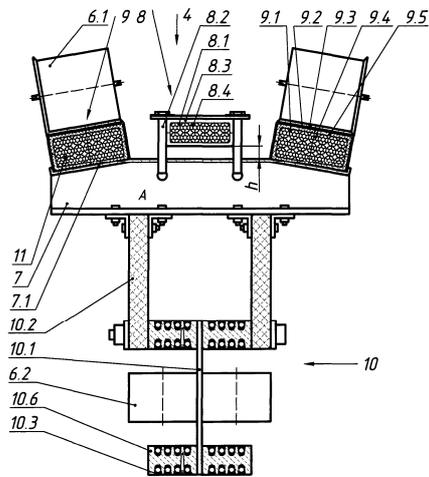
выполнены из проволоки, или из прутков, или из стержней.



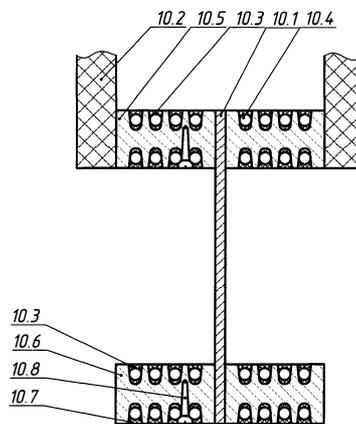
Фиг. 1



Фиг. 2

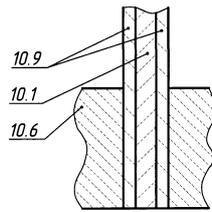


Фиг. 3



Фиг. 4

046867



Фиг. 5



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