

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039257**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.23

(21) Номер заявки
202000099

(22) Дата подачи заявки
2019.12.12

(51) Int. Cl. **B61B 3/02** (2006.01)
B61B 5/02 (2006.01)
B61B 13/00 (2006.01)
E01B 25/22 (2006.01)

(54) ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ЮНИЦКОГО

(43) **2021.06.30**

(96) **2019/ЕА/0103 (ВУ) 2019.12.12**

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

**ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ
ЭДУАРДОВИЧ (ВУ)**

(56) RU-C1-2224064
RU-C1-2623786
RU-C2-2439236
DE-A1-4240785

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

(57) Изобретение относится к области транспорта, в частности к рельсовым транспортным системам с путевой структурой струнного типа. Оно может быть использовано при создании как однорельсовых, так и многорельсовых дорог для обеспечения пассажирских и грузовых перевозок в условиях пересечённой местности, гор, пустынь, а также в условиях мегаполисов и на морских участках транспортных линий. Предлагаемая транспортная система Юницкого представляет собой по меньшей мере одну натянутую над основанием (1) между анкерными (2) опорами рельсовую нить (3). Рельсовая нить (3) содержит по меньшей мере три предварительно напряжённых в продольном направлении дискретных силовых элемента (4), размещённых на одной линии L в поперечном сечении рельсовой нити (3). Дискретные силовые элементы (4) закреплены с опиранием на оголовки (5) промежуточных (6) опор, например, при помощи поперечных перемычек (7). При этом существенно важно, что каждый дискретный силовой элемент (4) содержит контактную поверхность K, непрерывную на всём протяжении рельсовой нити (3) и выполненную с возможностью образования суммарно всеми дискретными силовыми элементами (4) поверхности качения N рельсовой нити (3) для самоходного колёсного транспортного средства (9). При этом профиль поверхности катания Z колёс (10) соответствует профилю поверхности качения N рельсовой нити (3) в местах её крепления на оголовках (5) опор (2) и/или (6). Транспортная система Юницкого описанной конструкции благодаря "бескорпусному" исполнению рельсовой нити (3) при высокой технологичности и меньшей стоимости комплектующих для её изготовления позволяет существенно увеличить удельную несущую способность путевой структуры, а также снизить себестоимость строительства транспортной магистрали в том числе за счёт снижения материалоемкости и трудоёмкости при повышении технологичности её изготовления и упрощения процессов доставки комплектующих и их монтажа в реальных условиях.

B1

039257

039257

B1

Изобретение относится к области транспорта, в частности к рельсовым транспортным системам с путевой структурой струнного типа. Оно может быть использовано при создании как однорельсовых, так и многорельсовых дорог для обеспечения пассажирских и грузовых перевозок в условиях пересечённой местности, гор, пустынь, а также в условиях мегаполисов и на морских участках транспортных линий.

Известна подвесная транспортная система, которая содержит ходовой путь и транспортное средство в виде кузова. Ходовой путь выполнен в виде двухрельсового пути, расположенного на продольных балках, установленных на внутренних консолях промежуточных опор. Система снабжена двигателем в виде ходовой тележки с установленными на ней электродвигателем и кузовом на пневмостабилизаторе [1].

Недостатками указанной транспортной системы является повышенная материалоемкость её конструкции, обусловленная сильно ограниченной несущей способностью балок ходового пути, а также сложность при транспортировке к месту установки балок протяжённых пролётных строений, трудоёмкость их монтажа в полевых условиях при сложном ландшафте и ограниченные возможности их применения для перекрытия больших пролётов между соседними промежуточными опорами.

Известен также направляющий путь, содержащий два опорных и продольный элементы, связанные поперечными элементами, снабжённый боковыми листами, соединяющими опорные элементы с продольным элементом, который также выполнен листовым, при этом одна часть поперечных элементов может быть связана с опорными элементами, а другая часть - с опорными и продольным элементом [2].

Недостатком указанного технического решения является то, что известная транспортная система имеет громоздкую металлоёмкую конструкцию рельсовой путевой структуры, требующую для обеспечения её надёжности весьма малых пролётов между промежуточными опорами эстакады. Увеличение же пролётов между опорами, несмотря на конструкционную жёсткость рельсов такого профиля, ведёт (при условии сохранения надёжности) к чрезмерному увеличению материалоемкости рельсовой путевой структуры и снижению её удельной несущей способности. При этом существенно усложняются условия доставки и монтажа элементов конструкции в пункт назначения (монтажа).

Известна транспортная система, состоящая из опорного монорельса и транспортного модуля, в которой опорный монорельс выполнен равномерно опирающимся через модули - тетраэдры на сваи - шпалы в грунте и имеет стартовые горки и финишные противоуклоны, а её транспортный модуль - платформа с двумя кабинами на четырёх центральных двухребордных колёсах и четырёх боковых поддерживающих роликах, с автоцентрирующими маховиками - гироскопами, с возможностью установки кузова - салона, цистерны, контейнера, бортовой платформы со стойками для перевозки различных грузов. При другом варианте исполнения такой транспортной системы она состоит из подвесного монорельса и транспортного модуля, в которой подвесной монорельс - это двутавр, подвешенный растяжками по рёбрам модулей - тетраэдров к двум продольным несущим канатам, стянутым поперечными стяжками и также имеет стартовые горки и финишные противоуклоны. В этом случае транспортный модуль выполнен подвесным [3].

Недостатками такого технического решения является то, что указанная транспортная система обладает малой удельной несущей способностью, если под таковой понимать отношение веса полезной нагрузки к собственному весу конструкций её путевой структуры, что особенно важно для дорог эстакадного и подвесного типа и, в данном случае, ведёт к значительному удорожанию такой транспортной системы, а также - повышению сложности по доставке к месту установки и при монтаже в полевых условиях элементов ходового пути путевой структуры и ограничению возможностей применения ходового пути указанной конструкции для перекрытия больших пролётов между соседними промежуточными опорами.

Общим недостатком известных транспортных систем эстакадного типа является низкая удельная несущая способность их путевых структур, что ведёт к значительному удорожанию всей транспортной системы. Такие транспортные системы, как правило, предусматривают конструкцию путевой структуры в виде тяжеловесных и громоздких балок протяжённых пролётных строений, доставка и монтаж которых в реальных полевых условиях при сложном ландшафте является весьма трудоёмкой и затратной технологией.

Кроме того, наличие стыков в рельсовом пути и температурная деформация рельсов указанных транспортных систем не позволяют создать "бархатный" путь для транспортного средства, а это означает, что невозможно достичь высокой скорости движения и обеспечить высокую надёжность транспортировки на путевых структурах такого вида.

Дальнейшее развитие конструкций транспортных систем подвесного и эстакадного типов получило с разработкой и созданием транспортной системы на основе струнной путевой структуры Юницкого, в основе которой лежит применение в качестве основных конструктивных элементов рельса с его предварительно напряжёнными в продольном направлении силовыми струнными компонентами.

Известна транспортная система Юницкого, которая включает по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролёте между опорами путевую структуру в виде силового органа, заключённого в корпус с поверхностью качения для движения установленных на путевой структуре колёсных подвижных средств [4]. В указанном устройстве оптимизированы площади поперечного сечения силового органа и корпуса рельса с поверхностью качения, а также усилены натяжения путевой структуры и силового органа этой структуры, обоснованы допустимые значения провисания путевой структуры между смежными

опорами и высоты опор.

Однако известная транспортная система имеет избыточную материалоемкость и, следовательно, повышенную стоимость, а также низкую технологичность и, как следствие, высокую трудоёмкость.

Известна также струнная транспортная система Юницкого, которая включает по меньшей мере одну натянутую над основанием, в пролёте между анкерными опорами, рельсовую нить в виде силового органа, заключённого в корпус с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц. При этом силовые элементы силового органа связаны между собой и с корпусом в монолит (по всему объёму) посредством заполнителя. На опорах выполнены переходные участки пути, а рельсовая нить в пролёте между опорами выполнена со стрелой прогиба определённого уклона, причём переходной участок пути на опоре выполнен с тем же уклоном, что и сопрягающийся с ним отрезок подвесного участка пути в пролёте между опорами [5].

Указанная путевая структура обладает высокой материалоемкостью и трудоёмкостью, а, следовательно, и повышенной стоимостью и недостаточной технологичностью.

Среди транспортных систем с рельсовой путевой структурой, родственной дорогам подвесного и эстакадного типа, известен рельс транспортной системы Юницкого, который содержит полый корпус трубчатой формы с накладной головкой, внутри которого расположен силовой орган из предварительно напряжённых силовых элементов, преимущественно проволок и/или канатов, распределённых по поперечному сечению рельса, а стенки корпуса выполнены замкнутыми. Возможны различные варианты распределения канатов по сечению рельсов и оптимальное соотношение площадей поперечного сечения корпуса рельса и канатов. При этом корпус выполнен в виде охватывающей силовой орган спирали, а накладная головка закреплена на витках спирали. Причём пространство между корпусом и силовым органом заполнено наполнителем [6]. Способ изготовления такого рельса путевой структуры Юницкого заключается в том, что из силовых элементов формируют силовой орган и используют его в качестве оправки при изготовлении корпуса рельса, при этом корпус рельса изготавливают и одновременно размещают в нём силовой орган путем укладки на поверхность силового органа рядовой обмотки из высокопрочной проволоки или ленты.

Транспортная система с такими рельсовыми нитями обеспечивает высокую технологичность её изготовления. Однако материалоемкость указанной путевой структуры полученной описанным способом всё равно является избыточной.

Наиболее близкой к заявляемому по технической сущности и достигаемому результату является транспортная система Юницкого [7], которая принята за прототип. Она включает по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролётах между опорами рельсовую нить в виде силового органа, содержащего предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, замоналиченные в связующий слой силового органа, и заключённого в полый корпус с поверхностью качения для движения установленных на путевой структуре колёсных самоходных подвижных единиц.

В указанном техническом решении рельсовая нить снабжена полым корпусом, который является оболочкой для силового органа. При этом полый корпус снабжён поверхностью качения для колёсных самоходных подвижных единиц, а силовой орган, помещённый в полый корпус, выполнен в виде замоналиченных в связующий слой силового органа предварительно напряжённых в продольном направлении силовых элементов. Силовой орган с полым корпусом, в котором он размещён, объединены при помощи связующего слоя.

Транспортная система с путевой структурой такого вида обеспечивает высокую удельную несущую способность, однако материалоемкость и технологичность конструкции рельсовой нити остаются не достаточно оптимизированными.

Представляется целесообразным упростить конструкцию рельсовой нити.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

увеличение удельной несущей способности путевой структуры;

упрощение процессов доставки комплектующих путевой структуры и их монтажа в реальных условиях;

снижение материалоемкости и трудоёмкости при повышении технологичности изготовления путевой структуры.

Решение поставленной задачи обеспечивается всей совокупностью отличительных признаков исполнения предлагаемой транспортной системы.

Необходимые технические результаты и поставленные цели изобретения достигаются тем, что в транспортной системе Юницкого, которая включает по меньшей мере одну натянутую над основанием между анкерными опорами рельсовую нить, содержащую предварительно напряжённые в продольном направлении по меньшей мере три дискретных силовых элемента, размещённые на одной линии в поперечном сечении рельсовой нити, которые закреплены с опиранием на оголовки промежуточных опор, причём каждый дискретный силовой элемент содержит контактную поверхность, непрерывную на всём протяжении рельсовой нити с возможностью образования суммарно всеми дискретными силовыми элементами поверхности качения рельсовой нити для самоходного колёсного транспортного средства, при этом ширина S , м, рельсовой нити связана с высотой H , м, её дискретных силовых элементов соотношением

$$3 \leq S/H \leq 50,$$

а зазор δ , м, между смежными дискретными силовыми элементами характеризуется зависимостью

$$0 \leq \delta/H \leq 5$$

Транспортная система может быть реализована таким образом, чтобы зазор δ , м, между смежными дискретными силовыми элементами предпочтительно характеризовался бы зависимостью

$$0 \leq \delta/H \leq 2$$

Наиболее предпочтительно чтобы транспортная система была реализована таким образом, чтобы зазор δ , м, между смежными дискретными силовыми элементами характеризовался зависимостью

$$0 \leq \delta/H \leq 1$$

Указанный результат достигается также и тем, что рельсовая нить натянута до усилия, определяемого из соотношения

$$10 \leq T/(Mg + mg) \leq 200,$$

где T , Н - усилие натяжения рельсовой нити;

M , кг - суммарная расчётная масса самоходных колёсных транспортных средств, находящихся одновременно на рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

m , кг - масса рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

g , м/с² - ускорение свободного падения.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что линия размещения дискретных силовых элементов в поперечном сечении рельсовой нити выполнена в виде прямой, или кривой.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что колёса самоходного транспортного средства выполнены двухребордными.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что профиль поверхности катания колёс соответствует профилю поверхности качения рельсовой нити в местах её крепления на оголовках.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что оголовки промежуточных опор выполнены в виде сёдел.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что силовые элементы закреплены на сёдлах оголовков промежуточных опор при помощи поперечных перемычек.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что в пролётах между промежуточными опорами дискретные силовые элементы связаны между собой поперечными перемычками.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что поперечные перемычки снабжены фиксаторами поперечного смещения дискретных силовых элементов.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что профиль дискретного силового элемента выполнен, например, в виде круга, или эллипса, или квадрата, или прямоугольника, или ромба, или треугольника, или трапеции, или многоугольника.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что дискретные силовые элементы выполнены в виде проволоки, или витых или невитых канатов, или прядей, или нитей, или стержней, или труб, или их сочетаний.

Целесообразно, чтобы дискретные силовые элементы были выполнены из материалов на основе высокопрочной стали, или стекловолокна, или кевлара, или полиэфирэфиркетона, или графена.

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей фиг. 1-13, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - схематичное изображение общего вида транспортной системы Юницкого - вид спереди;

фиг. 2 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами круглого сечения, расположенными по прямой линии (вариант исполнения);

фиг. 3 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами в виде тросов (вариант исполнения);

фиг. 4 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами эллиптического сечения (вариант исполнения);

фиг. 5 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами квадратного сечения (вариант исполнения);

фиг. 6 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами в виде труб (вариант исполнения);

фиг. 7 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами круглого сечения, связанными между собой поперечной перемычкой (вариант исполнения);

фиг. 8 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами прямоугольного сечения, связанными между собой поперечной перемычкой (вариант исполнения);

фиг. 9 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с дискретными силовыми элементами эллиптического сечения, связанными между собой поперечной перемычкой (вариант исполнения);

фиг. 10 - схематичное изображение зоны взаимодействия контактной пары "колесо - рельсовая нить" для дискретных силовых элементов круглого сечения (вариант исполнения);

фиг. 11 - схематичное изображение зоны взаимодействия контактной пары "колесо - рельсовая нить" для дискретных силовых элементов эллиптического сечения (вариант исполнения);

фиг. 12 - схематичное изображение зоны взаимодействия контактной пары "колесо - рельсовая нить" для дискретных силовых элементов квадратного сечения (вариант исполнения);

фиг. 13 - схематичное изображение рельсовой нити транспортной системы Юницкого в пролёте между опорами - вид сверху (вариант исполнения).

Позиции на рисунках:

1 - основание;

2 - анкерная опора;

3 - рельсовая нить;

4 - дискретный силовой элемент;

5 - оголовок;

6 - промежуточная опора;

7 - поперечная перемычка;

8 - пролёт между опорами;

9 - самоходное колёсное транспортное средство;

10 - колесо самоходного колёсного транспортного средства;

11 - седло промежуточной опоры;

12 - фиксатор дискретного силового элемента;

S, м, - ширина рельсовой нити;

H, м, - высота дискретного силового элемента;

δ , м, - зазор между смежными дискретными силовыми элементами;

T, H, - усилие натяжения рельсовой нити;

M, кг, - суммарная расчётная масса самоходных колёсных транспортных средств, находящихся одновременно на рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

m, кг, - масса рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

g, м/с² - ускорение свободного падения;

L - линия размещения (распределения) дискретных силовых элементов в поперечном сечении рельсовой нити;

K - контактная поверхность;

N - поверхность качения рельсовой нити;

Z - поверхность катания колеса.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая транспортная система Юницкого (см. фиг. 1) включает по меньшей мере одну натянутую над основанием 1 между анкерными 2 опорами рельсовую нить 3.

В зависимости от свойств основания 1, места установки и набора функций анкерные 2 опоры могут иметь различные конструктивные оформления - в виде башен, колонн с оголовками, стальных и железобетонных столбчатых и каркасных зданий и сооружений, оборудованных пассажирскими станциями и/или грузовыми терминалами, других функциональных сооружений или ферменных структур (на рисунках не показано).

Рельсовая нить 3 содержит по меньшей мере три предварительно напряжённые в продольном направлении дискретные силовые элементы 4, размещённые на одной линии L в поперечном сечении рельсовой нити 3 (см. фиг. 2-6). Дискретные силовые элементы 4 закреплены с опиранием на оголовки 5 промежуточных 6 опор, например, при помощи поперечных перемычек 7 (см. фиг. 7-9).

В качестве поперечных перемычек 7 могут быть использованы конструктивные элементы различной формы и выполненные из различных материалов, например металлические пластины с фасонными поперечными пазами, которые обеспечивают как показано на фиг. 7-9 требуемое распределение дискретных силовых элементов 4 на одной линии L в поперечном сечении рельсовой нити 3. В поперечных перемычках 7 предусмотрена возможность их закрепления на оголовках 5 промежуточных 6 опор.

Конструкция промежуточных 6 опор может изменяться в зависимости от места их установки. В частности, форма оголовков 5 (см. фиг. 1) с устройствами крепления дискретных силовых элементов 4, устанавливаемых на поворотах трассы, на линейных участках пути, в горах или по концам трассы, может быть различной, так как упомянутые устройства должны быть плавно сопряжены с подвесными участками рельсовой нити 3 в пролётах 8 между промежуточными 6 опорами. Кроме того, форма оголовков 5 может определяться и тем, что они могут являться местом размещения узлов организации развязок (стрелочных переводов) транспортной системы (на рисунках не показано).

При этом существенно важно, что каждый дискретный силовой элемент 4 содержит контактную поверхность K, непрерывную на всём протяжении рельсовой нити 3 и выполненную с возможностью образования (см. фиг. 10-12) суммарно всеми дискретными силовыми элементами 4 поверхности качения N (см. фиг. 2-9) рельсовой нити 3 для самоходного колёсного транспортного средства 9. Благодаря вы-

шеуказанному исполнению рельсовой нити 3 достигается равномерное перераспределение деформационных нагрузок, возникающих при движении самоходного колёсного транспортного средства 9, по контактной поверхности К каждого из дискретных силовых элементов 6, растянутых между анкерными опорами 2, и как результат - увеличение удельной несущей способности путевой структуры. Под контактной поверхностью К, в данном случае, следует понимать поверхность каждого из дискретных силовых элементов 4, по которой в процессе движения самоходного колёсного транспортного средства 9 по рельсовой нити 3 путевой структуры перемещается пятно контакта контактной пары "колесо-рельсовая нить", или другими словами - поверхность каждого дискретного силового элемента 4, непосредственно воспринимающая контактное усилие колёс 10 самоходного колёсного транспортного средства 9 в процессе его движения.

Самоходные колёсные транспортные средства 9 (пассажирские, и/или грузовые, и/или грузопассажирские), входящие в состав транспортной системы Юницкого, могут быть выполнены как в подвесном исполнении (подвешены снизу к рельсовой нити 3 путевой структуры), как показано на фиг. 1, так и в навесном исполнении (на рисунках не показано).

В соответствии с любым из неограниченных вариантов исполнения предлагаемой транспортной системы одним из основных её элементов, определяющих сущность предлагаемого технического решения, является рельсовая нить 3 путевой структуры. Принципиальной особенностью рельсовой нити 3 по предлагаемому техническому решению является то, что она выполнена в виде по меньшей мере трёх предварительно напряжённых в продольном направлении дискретных силовых элементов 4, каждый из которых содержит контактную поверхность К (см. фиг. 10-12), непрерывную на всём протяжении рельсовой нити 3 и выполненную с возможностью образования суммарно всеми дискретными силовыми элементами 4 поверхности качения N (см. фиг. 2-9) для самоходного колёсного транспортного средства 9. Существенно, что при этом у дискретных силовых элементов 4 отсутствует единый объединяющий их по всей длине рельсовой нити 3 корпус. Следовательно, рельсовая нить 3 фактически, при традиционном смысловом значении понятия корпус - как объединяющей оболочки, выполнена "бескорпусной".

Выполнение в предлагаемой транспортной системе путевой структуры инновационной модификации - с рельсовой нитью 3 в виде дискретных силовых элементов 4, у которой отсутствует корпус в виде оболочки, позволяет, за счёт снижения массы рельсовой нити 3, достигнуть существенных преимуществ по сравнению с известными техническими решениями. В частности - обеспечить увеличение удельной несущей способности путевой структуры при снижении материалоемкости и трудоёмкости при повышении технологичности её изготовления, например, благодаря доставкам к месту монтажа рельсовой нити 3 предлагаемой путевой структуры заготовок различных видов дискретных силовых элементов 4 в виде бухт и/или рулонов.

При таком исполнении каждый из дискретных силовых элементов 4 содержит непрерывную на всём своём протяжении контактную поверхность К. В тоже время в предлагаемой транспортной системе рельсовая нить 3 не имеет дополнительной оболочки в виде общего корпуса, который присутствует в прототипе и аналогах.

Как показали опытные испытания, минимально допустимые эксплуатационная жёсткость и поперечная устойчивость рельсовой нити 3 в предлагаемом техническом решении достигаются при условии, что она содержит по меньшей мере три предварительно напряжённые в продольном направлении дискретные силовые элемента 4.

Такое исполнение рельсовой нити 3 позволяет обеспечить и повышенный уровень безопасности предлагаемой транспортной системы.

При этом существенно возрастает значение геометрических параметров рельсовой нити 3 и её дискретных силовых элементов 4, их расположения, величины предварительного напряжения в продольном направлении этих дискретных силовых элементов 4 и усилия T, N, натяжения рельсовой нити 3.

Размеры рельсовой нити 3 выбирают таким образом, чтобы её ширина S, м, была связана с высотой H, м, её дискретных силовых элементов 4 соотношением

$$3 \leq S/H \leq 50 \quad (1)$$

При выполнении рельсовой нити 3 шириной S, м, а дискретных силовых элементов 4 высотой H, м, соотношение которых находятся в пределах, указанных в выражении (1), удаётся достаточно просто обеспечить требуемую прочность, надёжность и геометрию путевой структуры.

Если соотношение (1) будет меньше 3, то рельсовая нить 3 предложенной транспортной системы будет иметь низкую несущую способность и прочность.

Если соотношение (1) будет больше 50, то рельсовая нить 3 будет иметь недостаточную жёсткость, в том числе крутильную, при движении по ней самоходного колёсного транспортного средства 9.

В то же время смежные дискретные силовые элементы 4 расположены между собой (см. фиг. 2-5) с зазором δ , м, определяемым из соотношений

$$0 \leq \delta/H \leq 5, \quad (2)$$

$$0 \leq \delta/H \leq 2, \quad (3)$$

$$0 \leq \delta/H \leq 1 \quad (4)$$

Соотношения (2), (3) и (4) не могут быть менее 0, так как зазор не может быть отрицательным.

При расположении смежных дискретных силовых элементов 4 с зазором δ , м, между собой, превышающим значение верхнего предела, указанного в соотношении (2): $\delta/H \leq 5$, то такой зазор δ , м, не обеспечит рельсовой нити 3 требуемую жёсткость, несущую способность и безопасность путевой структуры.

В предпочтительных случаях практического исполнения путевой структуры предлагаемой транспортной системы целесообразно, чтобы смежные дискретные силовые элементы 4 рельсовой нити 3 были расположены между собой с зазором δ , м, не превышающим значения верхнего предела, указанного в соотношении (3): $\delta/H \leq 2$, что позволяет повысить безопасность путевой структуры.

В наиболее предпочтительных случаях практического исполнения путевой структуры указанной транспортной системы необходимо, чтобы смежные дискретные силовые элементы 4 рельсовой нити 3 были расположены между собой с зазором δ , м, не превышающим значения верхнего предела, указанного в соотношении (4): $\delta/H \leq 1$, что позволит обеспечить оптимальные значения жёсткости и несущей способности рельсовой нити 3 при максимальной безопасности путевой структуры.

При этом рельсовую нить 3 натягивают до усилия T , Н, определяемого из соотношения:

$$10 \leq T/(Mg + mg) \leq 200, \quad (5)$$

где T , Н - усилие натяжения рельсовой нити;

M , кг - суммарная расчётная масса самоходных колёсных транспортных средств, находящихся одновременно на рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

m , кг - масса рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

g , м/с² - ускорение свободного падения.

Достижение нижнего предела соотношения (5), равного 10, соответствует случаю, когда рельсовая нить 3 слабо натянута и имеет большой провис на пролёте 8 как под собственным весом, так и под весом находящимися в этом пролёте 8 самоходных колёсных транспортных средств 9, что резко ухудшает эксплуатационные характеристики системы, в частности безопасность движения. В этом случае утрачивается жёсткость дискретных силовых элементов 4 и рельсовой нити 3 в целом, что является неприемлемым.

При превышении верхнего предела соотношения (5), равного 200, рельсовая нить 3 будет натянута чрезмерно большим усилием при малом весе, что потребует применения дорогостоящих высокопрочных материалов и приведёт к ухудшению технико-экономических характеристик системы.

Дискретные силовые элементы 4 в поперечном сечении рельсовой нити 3 размещены по прямой линии L (см. фиг. 2-6), а в случае альтернативного исполнения (на рисунках не показано) - по кривой (в том числе ломаной). Такое расположение дискретных силовых элементов 4 обеспечивает равномерное перераспределение между ними рабочего усилия от колеса 10 самоходного колёсного транспортного средства 9, тем самым позволяет повысить надёжность и снизить материалоемкость путевой структуры.

Как показано на фиг. 5, колёса 10 самоходного транспортного средства 9 выполнены двухребордными, что повышает устойчивость самоходного колёсного транспортного средства 9 и безопасность работы всей транспортной системы.

При этом профиль поверхности катания Z колёс 10 соответствует профилю поверхности качения N рельсовой нити 3 в местах её крепления на оголовках 5, что также повышает устойчивость самоходного колёсного транспортного средства 9 за счёт снижения в пролётах 8 амплитуды поперечных колебаний рельсовой нити 3 при движении по ней самоходного колёсного транспортного средства 9. Указанному преимуществу способствует выполнение колёс 10, как показано на фиг. 10-12, с профилированным ободом в виде ручьёв, соответствующих профилю и расположению дискретных силовых элементов 4 рельсовой нити 3 в местах её крепления поперечными перемычками 7 на оголовках 5.

На опорах выполнены переходные участки пути - оголовки 5 в виде сёдел 11, а рельсовая нить 3 в пролёте 8 между смежными опорами 2 и/или 6 выполнена со стрелой прогиба определённого уклона, причём переходной участок пути на седле 11 выполнен с тем же уклоном, что и сопрягающийся с ним отрезок подвесного участка пути в пролёте 8 между смежными опорами 2 и/или 6 (см. фиг. 1), что обеспечивает плавность движения самоходного колёсного транспортного средства 9.

При этом при любых вариантах исполнения рельсовой нити 3 целесообразно, чтобы поперечные перемычки 7 были снабжены фиксаторами 12 поперечного смещения дискретных силовых элементов 4 (см. фиг. 7-9), что предотвратит смещение дискретных силовых элементов 4 относительно друг друга и их фиксацию в заданном положении в процессе эксплуатации транспортной системы. Фиксаторы 12 поперечного смещения дискретных силовых элементов 4 могут быть выполнены, например, в виде соответствующих профильных приливов поперечной перемычки 7, или профильных пазов, охватывающих и фиксирующих взаимное расположение дискретных силовых элементов 4 рельсовой нити 3 своими боковыми гранями (см. фиг. 7-9).

Благодаря тому что силовые элементы 4 закреплены на сёдлах 11 оголовков 5 промежуточных опор 6 при помощи поперечных перемычек 7, снабжённых фиксаторами 12 поперечного смещения дискретных силовых элементов 4, а также тому, что колёса 10 самоходного колёсного транспортного средства 9

выполнены с поверхностью катания Z, соответствующей профилю поверхности качения N рельсовой нити 3 в местах крепления дискретных силовых элементов 4 поперечными перемычками 7 к сёдлам 11 оголовков 5, обеспечивается сохранение заданной геометрии рельсовой нити 3 и устойчивость движения самоходного колёсного транспортного средства 9 на всём протяжении путевой структуры предлагаемой транспортной системы.

Альтернативным исполнением предлагаемой транспортной системы предусмотрено выполнение дискретных силовых элементов 4 в пролётах между промежуточными опорами 6, связанными между собой поперечными перемычками 7. Это повышает жёсткость и безопасность путевой структуры.

Для обеспечения оптимизации эксплуатационных параметров рельсовой нити 3, обусловленных конкретным проектным заданием, целесообразно, чтобы поперечный профиль её дискретного силового элемента 4 был выполнен, например, как показано на фиг. 2 и 7 - в виде круга, или на фиг. 4 и 7 - в виде эллипса, или на фиг. 5 - в виде квадрата, или на фиг. 6 - в виде трубы, или на фиг. 8 - в виде прямоугольника.

Варианты исполнения рельсовой нити 3 из дискретных силовых элементов 4 с сечениями в виде многоугольника, или ромба, или треугольника, или трапеции, или иной возможной из известных форм, аналогичны приведенным выше и на рисунках не показаны.

В соответствии с любым из вариантов исполнения предлагаемого изобретения в качестве силовых элементов силового органа 5 рельсовой нити 3, поперечный разрез которой схематично представлен на фиг. 2-9, могут использоваться предварительно напряжённые в продольном направлении дискретные силовые элементы 4, выполненные в виде проволоки (см. фиг. 2 и 7), или витых или невитых канатов (см. фиг. 3), или прядей, или нитей, или полос (см. фиг. 4 и 9), или лент, или стержней (см. фиг. 5 и 8), или труб (см. фиг. 6) из любых прочных материалов, например, высокопрочной стали, или стекловолокна, или кевлара, или полиэфирэфиркетона, или графена, что обеспечивает надёжность, эффективность, экономичность и технологичность использования таких силовых элементов.

Для отраслевого специалиста понятно, что представленная идея изобретения допускает применение множества обусловленных проектным решением комбинаций видов поперечного профиля рельсовой нити 3 в зависимости от сочетания формы и линии L размещения (распределения) содержащихся в ней дискретных силовых элементов 4, используемых при её формировании.

При любых версиях практического исполнения и расположения дискретных силовых элементов 4, в соответствии с предложенным техническим решением, достигается требуемая экономия материалов, повышение технологичности и стабильности рельсовой нити 3 на всём протяжении путевой структуры транспортной системы.

С учётом всех возможных из известных альтернативных и не исключающих сочетаний, в том числе вышеуказанных вариантов и параметров исполнения дискретных силовых элементов 4 рельсовой нити 3, возможно множество примеров реализации заявляемой транспортной системы Юницкого, которые, в общем случае, предусматривают установку на основании 1, непосредственно по рельефу трассы, опор 2 и 6 с пролётами 8 в соответствии с проектным решением (см. фиг. 1 и 13). На опорах 6 закрепляют по меньшей мере одну натянутую над основанием 1 рельсовую нить 3. При этом рельсовую нить 3 выполняют из по меньшей мере трёх дискретных силовых элементов 4, которые выполняют предварительно напряжёнными в продольном направлении путём их натяжения и закрепления между анкерными опорами 2.

При этом существенно, что рельсовая нить 3 выполнена бескорпусной и снабжённой дискретной (распределённой) поверхностью качения N.

Настоящим техническим решением требуемый результат достигается за счёт снижения материалоемкости предлагаемой рельсовой нити 3 по сравнению с известными техническими решениями. При этом выполнение рельсовой нити 3 предложенной в данном техническом решении конструкции обеспечивает требуемую прочность путевой структуры, так как всю силовую нагрузку на рельсовую нить, со стороны самоходного колёсного транспортного средства 9, воспринимают её предварительно напряжённые в продольном направлении дискретные силовые элементы 4. Кроме этого, появляется возможность сборки рельсовой нити 3 в полевых условиях при использовании высокотехнологичного оборудования, доставляемого непосредственно к месту монтажа транспортной системы. При этом комплектующие материалы (например, проволока, или троса) могут доставляться к месту монтажа транспортной системы в компактном виде, например, - в виде бухт и/или рулонов, что способствует снижению материалоемкости, трудоёмкости, транспортных расходов, себестоимости изготовления и монтажа путевой структуры при повышении технологичности изготовления такой транспортной системы.

Оптимизированные в результате проведенных эмпирических исследований геометрические параметры рельсовой нити 3 и характеристики образующих её дискретных силовых элементов 4, для различных вариантов исполнения предлагаемой транспортной системы Юницкого, позволяют создать путевую структуру транспортной системы с заданными эксплуатационными параметрами и обеспечить увеличение её удельной несущей способности.

Предлагаемая транспортная система Юницкого может быть реализована в полевых условиях с меньшими издержками относительно известных конструкций путевых структур и является высокотехнологичной.

Представленная выше в упрощённом виде технологическая схема иллюстрирует один из возмож-

ных вариантов изготовления транспортной системы Юницкого согласно предлагаемому техническому решению.

Работает транспортная система Юницкого описанной конструкции следующим образом.

При движении колёс 10 самоходного колёсного транспортного средства 9 по рельсовой нити 3 последняя своей распределённой поверхностью качения N испытывает и воспринимает со стороны колёс 10 самоходного колёсного транспортного средства 9 сосредоточенное на контактной поверхности K давление, приводящее к её упругой деформации. Волна деформации, движущаяся вместе с колёсами 10 самоходного колёсного транспортного средства 9 по поверхности качения N, равномерно перераспределяется на дискретные силовые элементы 4, растянутые между анкерными опорами 2.

Транспортная система Юницкого описанной конструкции благодаря "бескорпусному" исполнению рельсовой нити 3 при высокой технологичности и меньшем количестве и стоимости комплектующих для её изготовления в соответствии с совокупностью всех определяющих его существенных признаков позволяет существенно увеличить удельную несущую способность путевой структуры, а также снизить себестоимость строительства транспортной магистрали в том числе за счёт снижения материалоемкости и трудоёмкости при повышении технологичности её изготовления и упрощения процессов доставки комплектующих и их монтажа в реальных условиях.

Источники информации

1. Патент RU № 2464188, МПК В61В 3/02, публ. 20.10.2012 (аналог).
2. Патент RU № 2179124, МПК В61 В 13/00, публ. 10.02.2002 (аналог).
3. Патент RU № 2374102, МПК В61В 3/02, публ. 27.11.2009 (аналог).
4. Патент RU № 2475387, МПК В61В 3/00, публ. 20.02.2013 (аналог).
5. Патент RU № 2325293, МПК В61В 3/02, публ. 27.05.2008 (аналог).
6. Патент RU № 2204639, МПК E01B 5/08, 25/00, В61В 3/02, 5/00, 13/04, публ. 20.05.2003 (аналог).
7. Патент RU № 2080268, МПК В61В 5/02, В61В 13/00, E01В 25/22, публ.27.05.1997 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Транспортная система, которая включает по меньшей мере одну натянутую над основанием между анкерными опорами рельсовую нить, содержащую предварительно напряжённые в продольном направлении по меньшей мере три дискретных силовых элемента, размещённых на одной линии в поперечном сечении рельсовой нити, которые закреплены с опиранием на оголовки промежуточных опор, причём каждый дискретный силовой элемент содержит контактную поверхность, непрерывную на всём протяжении рельсовой нити с возможностью образования суммарно всеми дискретными силовыми элементами поверхности качения рельсовой нити для самоходного колёсного транспортного средства, при этом ширина S, м, рельсовой нити связана с высотой H, м, её дискретных силовых элементов соотношением

$$3 \leq S/H \leq 50,$$

а зазор δ , м, между смежными дискретными силовыми элементами характеризуется зависимостью

$$0 \leq \delta/H \leq 5$$

2. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что зазор δ , м, между смежными дискретными силовыми элементами характеризуется зависимостью

$$0 \leq \delta/H \leq 2$$

3. Транспортная система по пп.1 и 2, отличающаяся тем, что зазор δ , м, между смежными дискретными силовыми элементами характеризуется зависимостью

$$0 \leq \delta/H \leq 1$$

4. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что рельсовая нить натянута до усилия, определяемого из соотношения

$$10 \leq T/(Mg + mg) \leq 200,$$

где T, Н - усилие натяжения рельсовой нити;

M, кг - суммарная расчётная масса самоходных колёсных транспортных средств, находящихся одновременно на рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

m, кг - масса рельсовой нити в пролёте между смежными опорами;

g, м/с² - ускорение свободного падения.

5. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что линия размещения дискретных силовых элементов в поперечном сечении рельсовой нити выполнена в виде прямой или кривой.

6. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что колёса самоходного транспортного средства выполнены двухребордными.

7. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что профиль поверхности катания колёс соответствует профилю поверхности качения рельсовой нити в местах её крепления на оголовках.

8. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что оголовки промежуточных опор выполнены в виде сёдел.

9. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что силовые элементы закреплены на сёдлах

оголовков промежуточных опор при помощи поперечных перемычек.

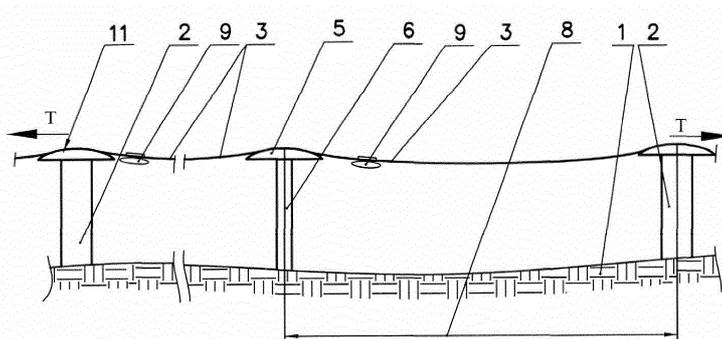
10. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что в пролётах между промежуточными опорами дискретные силовые элементы связаны между собой поперечными перемычками.

11. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что поперечные перемычки снабжены фиксаторами поперечного смещения дискретных силовых элементов.

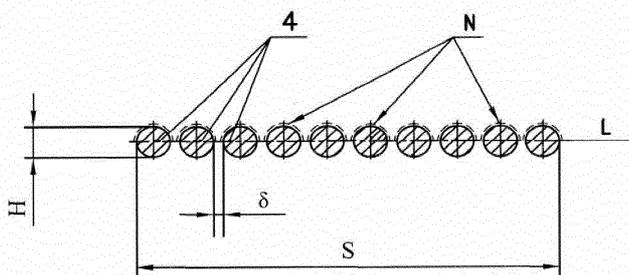
12. Транспортная система по п.1, отличающаяся тем, что профиль дискретного силового элемента выполнен, например, в виде круга, или эллипса, или квадрата, или прямоугольника, или ромба, или треугольника, или трапеции, или многоугольника.

13. Транспортная система по п.12, отличающаяся тем, что дискретные силовые элементы выполнены в виде проволоки, или витых или невитых канатов, или прядей, или нитей, или стержней, или труб, или их сочетаний.

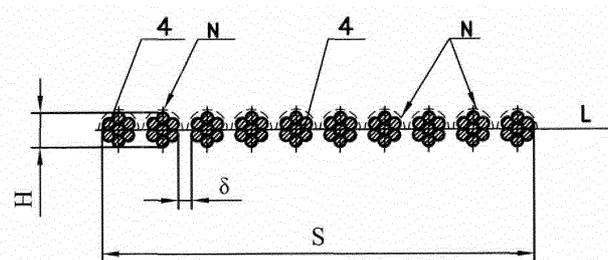
14. Транспортная система по п.13, отличающаяся тем, что дискретные силовые элементы выполнены из материалов на основе высокопрочной стали, или стекловолокна, или кевлара, или полиэфирэфиркетона, или графена.



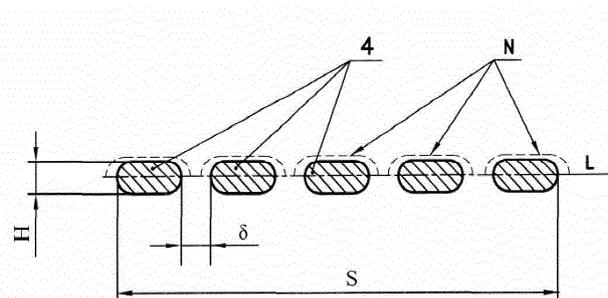
Фиг. 1



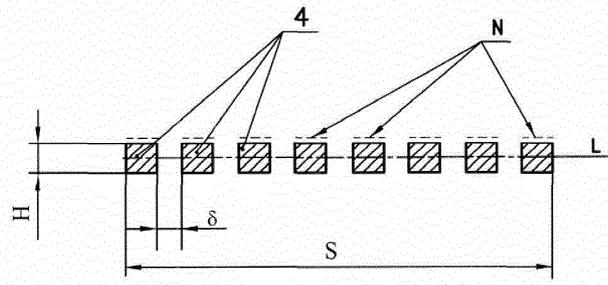
Фиг. 2



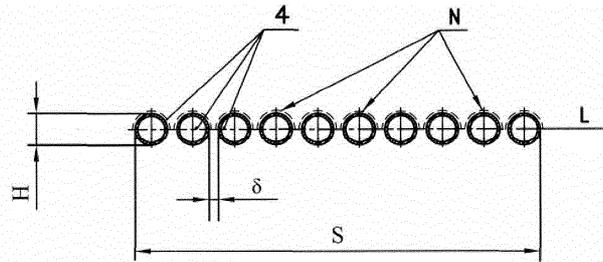
Фиг. 3



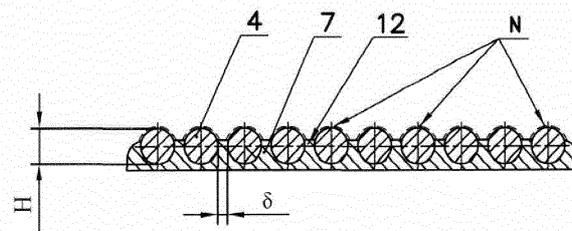
Фиг. 4



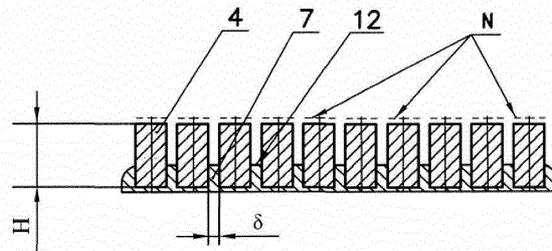
Фиг. 5



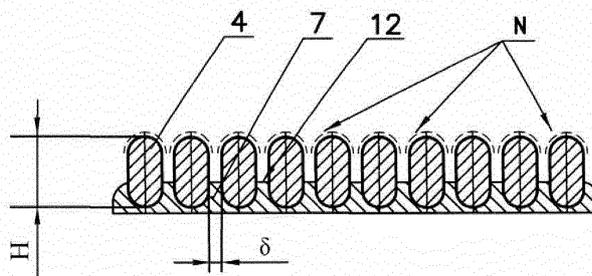
Фиг. 6



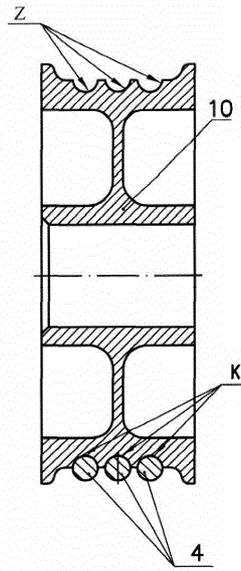
Фиг. 7



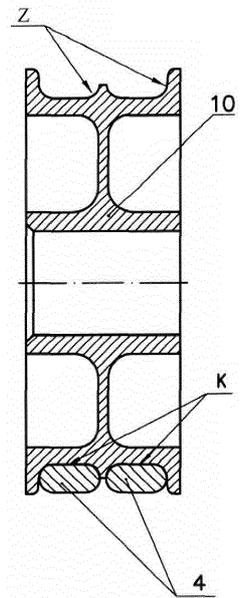
Фиг. 8



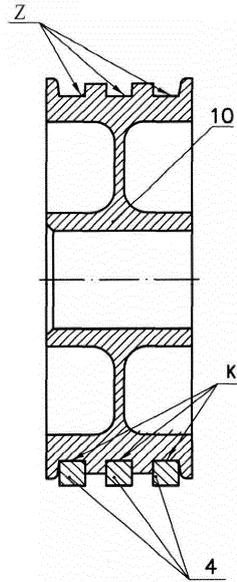
Фиг. 9



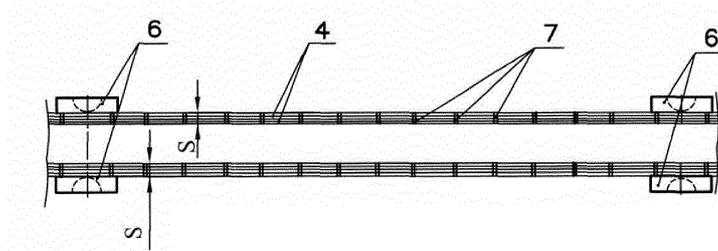
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

