

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037758**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.05.19**

(21) Номер заявки  
**201900412**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.07.12**

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

---

(54) **ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ЮНИЦКОГО (ВАРИАНТЫ)**

---

(43) **2021.01.31**

(96) **2019/ЕА/0067 (ВУ) 2019.07.12**

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

**ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ  
ЭДУАРДОВИЧ (ВУ)**

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

(56) RU-C1-2536564  
EA-A1-200300261  
RU-C2-2520983  
DE-A-4014069

(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) в пролётах (2) между опорами (3) рельсовую нить (4) в виде силового органа (5), содержащего по меньшей мере один предварительно напряжённый в продольном направлении силовой элемент (6). При этом силовой элемент (6) выполнен замоноличенным на определённую глубину в связующий (7) слой силового органа (5) и сопряжённый с этим связующим (7) слоем нагружаемый (8) слой с поверхностью качения (К) для самоходных подвижных единиц (9). Транспортная система Юницкого описанной конструкции благодаря "бескорпусному" исполнению силового органа (5), 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**

**037758**

**037758**

**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].

Недостатком 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 продольным и опорными элементами [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, платформы со стойками для перевозки различных грузов. Или, при другом варианте исполнения такой транспортной системы, которая состоит из подвесного монорельса и транспортного модуля и 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 ней понимать отношение веса полезной нагрузки к собственному весу конструкций её путевой структуры и, в данном случае, ведёт к значительному удорожанию такой транспортной системы, а также - сложности по доставке к месту установки и при монтаже в полевых условиях элементов ходового пути путевой структуры и ограниченные возможности применения ходового пути указанной конструкции для перекрытия больших пролётов между соседними промежуточными опорами.

Общим недостатком известных транспортных систем является низкая удельная несущая способность их путевых структур, что ведёт к значительному удорожанию всей транспортной системы, которые, 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 струнно-стержневыми 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 усилия натяжения путевой структуры и силового органа этой структуры, обоснованы расчёт высоты 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 повышенными 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, согласно первому варианту изобретения, в транспортной системе Юницкого, которая представляет собой, по меньшей мере, одну натянутую над основанием в пролётах между опорами рельсовую нить в виде силового органа, содержащего предварительно напряжённый в продольном направлении одиночный силовой элемент, замоналиченный в связующий слой силового органа, и сопряжённого с ним нагружаемого слоя с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц, причём силовой орган выполнен бескорпусным, а нагружаемый слой с поверхностью качения закреплён непосредственно на связующем слое силового органа, при этом одиночный силовой элемент выполнен замоналиченным в связующий слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_1 \leq 2,$$

$$0,1 \leq h_2/S_1 \leq 1,$$

где  $S_1$ , м - высота одиночного силового элемента силового органа, при этом отношение ширины  $A$ , м, силового органа к его высоте  $H$ , м, находится в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20,$$

а ширина  $B_1$ , м, одиночного силового элемента определяется зависимостью

$$0,5 \leq B_1/A \leq 0,99$$

Указанный результат достигается также и тем, что согласно второму варианту изобретения, в транспортной системе Юницкого, которая представляет собой по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролётах между опорами рельсовую нить в виде силового органа, содержащего пакет из не менее двух предварительно напряжённых в продольном направлении дискретных силовых элементов, замоналиченных в связующий слой силового органа, и сопряжённого с ним нагружаемого слоя с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц, причём силовой орган выполнен бескорпусным, а нагружаемый слой с поверхностью качения закреплён непосредственно на связующем слое силового органа, при этом дискретные силовые элементы замоналичены в связующий слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_2 \leq 2,$$

$$0,1 \leq h_2/S_2 \leq 1,$$

где  $S_2$ , м - высота дискретного силового элемента в пакете силового органа, при этом отношение ширины  $A$ , м, силового органа к его высоте  $H$ , м, находится в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20,$$

а зазор  $\delta$ , м, между смежными дискретными силовыми элементами определяется зависимостью

$$0 \leq \delta/S_2 \leq 5,$$

причём суммарная ширина  $B_2$ , м, пакета дискретных силовых элементов, включая зазоры  $\delta$ , м, между ними, определяется зависимостью

$$0,55 \leq B_2/A \leq 0,99$$

Указанный результат достигается также и тем, что согласно третьему варианту изобретения в транспортной системе Юницкого, которая представляет собой 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 сопряжённого с ним нагружаемого слоя с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц, причём силовой орган выполнен бескорпусным, а нагружаемый слой с поверхностью качения закреплён непосредственно на связующем слое силового органа, при этом силовой орган выполнен в виде распределённой по высоте силового органа комбинации из одного или нескольких одиночных силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов дискретных силовых элементов, замоналиченных в связующий слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_3 \leq 2,$$

$$0,1 \leq h_2/S_3 \leq 1,$$

где  $S_3$ , м - суммарная высота одиночных силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов дискретных силовых элементов, включая расстояние  $L$ , м, между ними в силовом органе, при этом отношение ширины  $A$ , м, силового органа к его высоте  $H$ , м, находится в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20,$$

а расстояние  $L$ , м, между уровнями смежных одиночных силовых элементов и/или одним или несколькими пакетами дискретных силовых элементов не превышает высоту наименьших силовых элементов силового органа.

Достижение технической цели по любому из трёх указанных вариантов изобретения обеспечивается также и тем, что связующий слой силового органа может быть выполнен из твердеющего материала на основе полимерных связующих композитов.

Достижение технической цели по любому из трёх указанных вариантов изобретения обеспечивается также и тем, что в качестве полимерного связующего композита используют полиэфирэфиркетон (PE-EK), или полиуретан, или полимочевину, или их сочетание.

Достижение технической цели по любому из трёх указанных вариантов изобретения обеспечивается также и тем, что поперечный профиль силовых элементов выполнен в виде круга, и/или эллипса, и/или квадрата, и/или ромба, и/или прямоугольника, и/или треугольника, и/или трапеции, и/или многоугольника.

Достижение технической цели по любому из трёх указанных вариантов изобретения обеспечивается также и тем, что силовые элементы выполнены в виде проволоки, и/или витых или невитых канатов, тросов, и/или прядей, и/или нитей, и/или стержней, и/или полос, и/или лент, и/или труб.

Соответствующее любому из трёх указанных вариантов предложенного технического решения вы-

полнение рельсовой нити способствует повышению как удельной несущей способности путевой структуры, так и технологичности процесса изготовления транспортной системы в целом.

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 одиночным силовым элементом в виде ленты (вариант исполнения);
- фиг. 3 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с одиночным силовым элементом с профилем в виде эллипса (вариант исполнения);
- фиг. 4 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с пакетом дискретных силовых элементов круглого сечения (вариант исполнения);
- фиг. 5 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с пакетом дискретных силовых элементов в виде тросов (вариант исполнения);
- фиг. 6 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с пакетом дискретных силовых элементов треугольного сечения (вариант исполнения);
- фиг. 7 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с пакетом дискретных силовых элементов, расположенных с минимальным зазором (вариант исполнения);
- фиг. 8 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с комбинированным исполнением силового органа в виде одиночного силового элемента и пакета дискретных силовых элементов (вариант исполнения);
- фиг. 9 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с комбинированным исполнением силового органа в виде двух пакетов дискретных силовых элементов квадратного сечения (вариант исполнения);
- фиг. 10 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с комбинированным исполнением силового органа в виде двух пакетов дискретных силовых элементов в виде тросов (вариант исполнения);
- фиг. 11 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с комбинированным исполнением силового органа в виде двух пакетов дискретных силовых элементов разной формы (вариант исполнения);
- фиг. 12 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с комбинированным исполнением силового органа в виде трёх пакетов дискретных силовых элементов круглого сечения (вариант исполнения);
- фиг. 13 - схематичное изображение поперечного разреза рельсовой нити с комбинированным исполнением силового органа в виде двух одиночных силовых элементов, разделённых по высоте силового органа пакетом дискретных силовых элементов круглого сечения (вариант исполнения).

Позиции на рисунках:

- 1 - основание;
- 2 - пролёт между опорами;
- 3 - опора транспортной системы;
- 4 - рельсовая нить;
- 5 - предварительно напряжённый силовой орган;
- 6 - пакет дискретных силовых элементов силового органа;
- 6.1 - одиночный силовой элемент силового органа;
- 6.2 - дискретные силовые элементы силового органа;
- 7 - связующий слой силового органа;
- 8 - нагружаемый слой, сопряжённый со связующим слоем;
- 9 - самоходная подвижная единица;
- К - поверхность качения;
- А, м, - ширина силового органа;
- $V_1$ , м, - ширина одиночного силового элемента силового органа;
- $V_2$ , м, - суммарная ширина пакета дискретных силовых элементов силового органа с учётом зазоров между ними;
- Н, м, - высота силового органа;
- d, м, - ширина дискретного силового элемента;
- $h_1$ , м, - глубина связующего слоя от поверхности качения до уровня силовых элементов;
- $h_2$ , м, - глубина связующего слоя от уровня силовых элементов до грани силового органа, противоположной поверхности качения;
- $S_1$ , м, - высота одиночного силового элемента;
- $S_2$ , м, - высота дискретного силового элемента в пакете;
- $S_3$ , м, - суммарная высота одиночных силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов дискретных силовых элементов, включая расстояние L, м, между ними;
- $S_{min}$ , м, - высота наименьших силовых элементов, входящих в состав силового органа;

L, м, - расстояние между уровнями смежных одиночных силовых элементов и/или одним или несколькими пакетами дискретных силовых элементов;

δ, м, - зазор между смежными дискретными силовыми элементами в пакете.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая транспортная система Юницкого (см. фиг. 1) представляет собой по меньшей мере одну натянутую над основанием 1 в пролётах 2 между опорами 3 рельсовую нить 4 в виде силового органа 5, содержащего по меньшей мере один (см. фиг. 2-13) предварительно напряжённый в продольном направлении силовой элемент.

В зависимости от проектного решения силовые элементы могут быть выполнены одиночными 6.1, как показано на фиг. 2 и 3, или дискретными 6.2, набранными в пакет 6 (см. фиг. 4 и 10) и расположенными в линию на одном уровне, как показано на фиг. 4-7. На фиг. 8-13 показано исполнение силового органа 5 в виде комбинации из одного или нескольких одиночных 6.1 силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов 6 дискретных 6.2 силовых элементов.

При этом рельсовая нить 4 содержит силовые элементы (6.1 и/или 6.2), выполненные замоноличенными в связующий 7 слой силового органа 5 и сопряжённый с этим связующим 7 слоем нагружаемый 8 слой с поверхностью качения К для самоходных подвижных единиц 9.

В зависимости от свойств основания 1, места установки и набора функций опоры 3 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. Конструкция опор 3 может изменяться в зависимости от места их установки. В частности, форма оголовков (на рисунках не показано) с устройствами крепления силового органа 5, устанавливаемого 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 4 в пролётах 2 между опорами 3. Кроме того, форма оголовков может определяться и тем, что они являются местом размещения пассажирских станций и/или грузовых терминалов, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) транспортной системы. Опоры 3 могут быть совмещены со зданиями и строительными сооружениями (на рисунках не показано).

Самоходные подвижные единицы 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 4 транспортной системы на колёсах подвижной единицы 9), как показано на фиг. 1, либо в навесном исполнении (установлены колёсами подвижной единицы 9 на рельсовую нить 4 транспортной системы, 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 4 путевой структуры. Принципиальной особенностью рельсовой нити 4 по предлагаемому техническому решению является то, что она выполнена в виде силового органа 5, содержащего по меньшей мере один предварительно напряжённый в продольном направлении силовой элемент (6.1 и/или 6.2), замоноличенный в связующий 7 слой этого силового органа 5, и сопряжённый с ним нагружаемый 8 слой с поверхностью качения К для самоходных подвижных единиц 9 (см. фиг. 2-13), и не содержит дополнительного корпуса, в котором был бы расположен этот силовой орган 5.

В данном случае существенным является то, что силовой орган 5 выполнен бескорпусным, а нагружаемый 8 слой с поверхностью качения К сливается со связующим 7 слоем силового органа 5 и монолитно сопряжён с ним.

При таком исполнении силовой орган 5 с сопряжённой с ним поверхностью качения К не имеет дополнительной оболочки в виде корпуса, который присутствует в прототипе и аналогах.

Выполнение в предлагаемой транспортной системе путевой структуры инновационной модификации - с рельсовой нитью 4 в виде силового органа 5, у которой отсутствует корпус в виде оболочки, позволяет, за счёт снижения массы и уменьшения площади поперечного сечения рельсовой нити 4, 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 4 предлагаемой путевой структуры заготовок различных видов силовых элементов в виде бухт и/или рулонов.

В соответствии с любым из трёх вариантов исполнения предлагаемого изобретения, в качестве силовых элементов силового органа 5 рельсовой нити 4, поперечный разрез которой схематично представлен на фиг. 2-13, могут использоваться предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, выполненные в виде проволоки, и/или витых или невитых канатов, и/или прядей, и/или нитей, и/или стержней, и/или полос, и/или лент, и/или труб из любых прочных материалов, например стеклопластика, или стали, что обеспечивает надёжность, эффективность, экономичность и технологичность использования таких силовых элементов.

Силовые элементы, предварительно напряжённые в продольном направлении и замоноличенные в

связующий 7 слой, формируют силовой орган 5 рельсовой нити 4 с сопряжённым с ним нагружаемым 8 слоем с поверхностью качения К для самоходных подвижных единиц 9.

При этом, в соответствии с любым из неограниченных вариантов применения, по любому из трёх вариантов исполнения транспортной системы Юницкого, в качестве материалов связующего 7 и нагружаемого 8 слоёв целесообразно использовать твердеющий материал, например, в виде состава на основе полимерных связующих композитов, и/или аналогичный твердеющий материал, который жёстко связывает в единое целое предварительно напряжённые в продольном направлении соответствующие силовые элементы.

В зависимости от проектного решения, по любому из трёх вариантов исполнения предлагаемого изобретения, в качестве твердеющего материала наиболее предпочтительным в использовании является полиэфирэфиркетон (ПЕЕК). Однако в качестве твердеющего материала может быть использована полимочевина, и/или полиуретан, и/или их сочетание. Применение вышеуказанных материалов позволит обеспечить высокую технологичность конструкции путевой структуры и транспортной системы в целом при обеспечении проектной износостойкости, прочности и долговечности, а также повышенной твёрдости при низком значении коэффициента трения на поверхности качения К рельсовой нити 4 путевой структуры.

Одним из альтернативных вариантов исполнения твердеющего материала является его выполнение с закрытоячеистой структурой, что повышает удельную несущую способность рельсовой нити 4 путевой структуры.

В результате реализации предложенного технического решения по любому из трёх вариантов исполнения предлагаемого изобретения, в соответствии с совокупностью всех определяющих его существенных признаков, достигается формирование путевой структуры транспортной системы в виде омоноличенного силового органа 5 рельсовой нити 4 и сопряжённой с ними поверхностью качения К для самоходных подвижных единиц 9, которая обеспечивает восприятие, передачу и перераспределение высоких контактных напряжений на все предварительно напряжённые в продольном направлении соответствующие силовые элементы силового органа 5, что в значительной степени позволяет увеличить прочность и изгибную жёсткость путевой структуры, при существенном снижении материалоемкости.

Для обеспечения оптимизации эксплуатационных параметров рельсовой нити 4 целесообразно, чтобы по любому из трёх вариантов исполнения предлагаемого изобретения поперечный профиль силовых элементов её силового органа 5 был выполнен, например, в виде круга, и/или эллипса, и/или квадрата, и/или прямоугольника, и/или ромба, и/или треугольника, и/или трапеции, и/или многоугольника.

Предлагаемая транспортная система Юницкого по первому варианту изобретения характеризуется тем, что одиночный 6.1 силовой элемент силового органа 5 выполнен замоноличенным в связующий 7 слой (см. фиг. 2 и 3).

При этом, по первому варианту изобретения предлагаемая транспортная система Юницкого характеризуется тем, что ширина  $B_1$ , м, его одиночного 6.1 силового элемента определяется зависимостью:

$$0,5 \leq B_1/A \leq 0,99 \quad (1)$$

Если соотношение (1) будет меньше 0,5, то не обеспечивается требуемая жёсткость силового органа 5 в поперечном направлении, что ведёт к повышенному износу рельсовой нити 4 и снижению эффективности работы транспортной системы.

Если соотношение (1) будет больше 0,99, то проблематичным становится обеспечение в процессе эксплуатации транспортной системы целостности силового органа 5 и увеличивается вероятность расщепления его на фрагменты: одиночный 6.1 силовой элемент с нагружаемым 8 слоем и утрачивающий с ними связь снизу связующий 7 слой силового органа 5 (со стороны грани силового органа 5, противоположной поверхности качения К).

В зависимости от проектного решения возможным вариантом исполнения предлагаемой транспортной системы по первому варианту изобретения является исполнение рельсовой нити 4 с одиночным 6.1 силовым элементом, например, в виде ленты, которое представлено на фиг. 2.

Альтернативным вариантом исполнения предлагаемой транспортной системы по первому варианту изобретения является исполнение рельсовой нити 4 с одиночным 6.1 силовым элементом эллиптического сечения, которое приведено на фиг. 3.

По любому из первых двух указанных вариантов изобретения силовые элементы (в виде одиночного 6.1, или пакета 6 дискретных 6.2) замоноличены в связующий 7 слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_1 \leq 2, \quad (2)$$

$$0,1 \leq h_2/S_1 \leq 1, \quad (3)$$

$$0,2 \leq h_1/S_2 \leq 2, \quad (4)$$

$$0,1 \leq h_2/S_2 \leq 1, \quad (5)$$

где  $S_1$ , м - высота одиночного 6.1 силового элемента силового органа 5, а  $S_2$ , м, - высота дискретного 6.2 силового элемента в пакете 6 силового органа 5.

При движении колёс самоходной подвижной единицы 9 по рельсовой нити 4 поверхность качения К испытывает сосредоточенное на малой площади давление, приводящее к её деформации.

При замоноличивании силовых элементов (одиночного 6.1, или пакета 6 дискретных 6.2) в связующий 7 слой на глубины, указанные в соотношениях (2)-(5) рельсовая нить 4 работает под колесом самоходной подвижной единицы 9 как жёсткая неразрезная балка. При этом удаётся достаточно просто обеспечить трансформацию больших локальных давлений колеса самоходной подвижной единицы 9 на поверхности качения К в диапазон допустимых напряжений силовых элементов (одиночного 6.1, или пакета 6 дискретных 6.2) и рельсовой нити 4 в целом.

Если соотношения (2) и (4) будут меньше 0,2, то нагружаемый 8 слой не в полной мере обеспечивает функцию передаточного элемента по равномерному перераспределению давлений локальных деформационных волн, перемещающихся вдоль поверхности качения К под воздействием нагрузки со стороны самоходной подвижной единицы 9, на силовые элементы (одиночный 6.1, или на пакет 6 дискретных 6.2). Соответственно, при снижении указанных в соотношениях (2) и (4) значений ниже 0,2 не исключается возможность воздействия недопустимых локальных давлений на рельсовую нить 4.

Если соотношения (2) и (4) будут больше 2, то рельсовая нить 4 будет иметь недостаточную твёрдость и жёсткость поверхности качения К.

Если соотношения (3) и (5) будут меньше 0,1, то связующий 7 слой не в полной мере обеспечивает надёжную связь между элементами силового органа 5, необходимую для сохранения целостности рельсовой нити 4 и замоноличивания силовых элементов (одиночного 6.1, или пакета 6 дискретных 6.2) силового органа 5 снизу.

Если соотношения (3) и (5) будут больше 1, тогда наблюдается неоправданное увеличение толщины силового органа 5 снизу рельсовой нити 4 и перерасход материала связующего 7 слоя.

По любому из трёх указанных вариантов изобретения размеры силового органа 5 выбирают таким образом, чтобы неравенство для отношения ширины А, м, силового органа 5 к его высоте Н, м, находилось в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20 \quad (6)$$

Если соотношение (6) будет меньше 2, то рельсовая нить 4 предложенной транспортной системы будет иметь низкую удельную несущую способность и прочность.

Если соотношение (6) будет больше 20, то рельсовая нить 4 будет иметь недостаточную жёсткость, в том числе крутильную, при проезде по ней самоходной подвижной единицы 9.

Для отраслевого специалиста понятно, что представленная идея изобретения допускает применение по первому варианту изобретения множество обусловленных проектным решением комбинаций видов поперечного профиля одиночного 6.1 силового элемента, используемого при формировании силового органа 5 рельсовой нити 4.

Предлагаемая транспортная система Юницкого по второму варианту изобретения характеризуется тем, что силовой орган 5 содержит пакет 6 из не менее двух предварительно напряжённых в продольном направлении и замоноличенных связующим 7 слоем дискретных 6.2 силовых элементов, шириной d, м, каждого из силовых элементов, размещённых, как показано на фиг. 4-7, на одном уровне в линию - прямую, или кривую (на рисунках не показана).

В соответствии с предусмотренным проектным решением исполнением предлагаемого технического решения согласно второму варианту изобретения характерно выполнение силового органа 5 в виде пакета 6 из по меньшей мере двух дискретных 6.2 силовых элементов с шириной d, м, каждого. При этом зазор δ, м, между смежными дискретными 6.2 силовыми элементами определяется зависимостью:

$$0 \leq \delta/S_2 \leq 5, \quad (7)$$

Если соотношение (7) будет более 5, то значительная толщина связующего 7 слоя в зазоре δ, м, между смежными дискретными силовыми элементами 6.2 не обеспечит рельсовой нити 4 требуемую жёсткость и несущую способность.

Соотношение (7) не может быть менее 0, так как зазор не может быть отрицательным (см. фиг. 7).

Согласно второму варианту изобретения суммарная ширина В<sub>2</sub>, м, пакета 6 предварительно напряжённых в продольном направлении дискретных 6.2 силовых элементов силового органа 5, с учётом зазоров δ, м, между ними, (см. фиг. 4-7) определяется зависимостью:

$$0,55 \leq B_2/A \leq 0,99 \quad (8)$$

Если соотношение (8) будет меньше 0,55, то не обеспечивается требуемая жёсткость в поперечном направлении силового органа 5, выполненного в виде пакета 6 из (по меньшей мере двух) дискретных 6.2 силовых элементов, размещённых в линию, что ведёт к повышенному износу рельсовой нити 4 и снижению эффективности работы транспортной системы.

Если соотношение (8) будет больше 0,99, то проблематичным становится обеспечение в процессе эксплуатации транспортной системы целостности силового органа 5 при увеличении вероятности расчленения его на фрагменты:

дискретные 6.2 силовые элементы и утрачивающий с ними связь связующий 7 слой с нагружаемым 8 слоем - сверху;



дискретные 6.2 силовые элементы и утрачивающий с ними связь связующий 7 слой - между дискретными 6.2 силовыми элементами;

дискретные 6.2 силовые элементы и утрачивающий с ними связь связующий 7 слой - снизу (со стороны грани силового органа 5, противоположной поверхности качения К).

Альтернативным по второму варианту изобретения является вариант исполнения рельсовой нити 4 с дискретными 6.2 силовыми элементами в виде тросов или канатов и шириной  $d$ , м, каждого из силовых элементов, спакетированными, как показано на фиг. 5.

На фиг. 4, 6 и 7 показаны возможные по второму варианту изобретения альтернативы исполнения рельсовой нити 4 с пакетами 6 дискретных 6.2 силовых элементов, имеющих соответственно круглое и треугольное сечения и выполненных шириной  $d$ , м, каждого из силовых элементов. При выборе дискретных 6.2 силовых элементов треугольного сечения, целесообразно устанавливать их в связующем 7 слое с параллельным расположением смежных граней.

Варианты исполнения рельсовой нити 4 с пакетами 6 дискретных 6.2 силовых элементов с сечениями в виде квадрата, или многоугольника, или иной возможной из известных форм, аналогичны приведенным выше и на рисунках не показаны.

Предлагаемая транспортная система Юницкого по третьему варианту изобретения, характеризуется тем, что силовой орган 5 выполнен в виде распределённой (по меньшей мере, в два уровня) по высоте силового органа 5 комбинации из одного или нескольких одиночных 6.1 силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов 6 дискретных 6.2 силовых элементов, замоноличенных связующим 7 слоем (см. фиг. 8-13).

Согласно третьему варианту изобретения силовой орган 5, выполненный комбинированным из одного или нескольких одиночных 6.1 силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов 6 дискретных 6.2 силовых элементов, замоноличенных в связующий 7 слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_3 \leq 2, \quad (9)$$

$$0,1 \leq h_2/S_3 \leq 1, \quad (10)$$

где  $S_3$ , м - суммарная высота одиночных силовых элементов и/или одного или нескольких пакетов дискретных силовых элементов, включая расстояние  $L$ , м, между ними в силовом органе 5.

При замоноличивании такого силового органа 5 в связующий 7 слой на глубину, указанную в соотношениях (9) и (10), этот силовой орган 5 работает под колесом самоходной подвижной единицы 9 как жёсткая неразрезная балка.

Если соотношение (9) будет меньше 0,2 то нагружаемый 8 слой не в полной мере обеспечивает функцию передаточного элемента по равномерному перераспределению давлений локальных деформационных волн, перемещающихся вдоль поверхности качения К под воздействием нагрузки со стороны самоходной подвижной единицы 9, на соответствующие силовые элементы. При снижении указанного в соотношении (9) значения ниже 0,2 не исключается возможность воздействия недопустимых локальных давлений на силовые элементы, формирующие комбинированный силовой орган 5 рельсовой нити 4.

Если соотношение (9) будет больше 2, то такой силовой орган 5 будет иметь недостаточную твёрдость и жёсткость поверхности качения К рельсовой нити 4.

Если соотношение (10) будет меньше 0,1, то связующий 7 слой не в полной мере обеспечивает омоноличивание силового органа 5 снизу и надёжную связь между входящими в его состав силовыми элементами, необходимую для сохранения целостности рельсовой нити 4.

Если соотношение (10) будет больше 1, тогда наблюдается неоправданное увеличение толщины силового органа 5 снизу рельсовой нити 4 и перерасход материала связующего 7 слоя.

Согласно третьему варианту изобретения расстояние  $L$ , м, между уровнями смежных одиночных 6.1 силовых элементов не должно превышать наименьшую высоту  $S_{\min}$ , м, силовых элементов, входящих в состав комбинированного силового органа 5. В противном случае утрачивается жёсткость такого силового органа 5 и рельсовой нити 4, что является неприемлемым.

При соблюдении вышеуказанного в третьем варианте изобретения диапазона расстояния  $L$ , м, между смежными уровнями силовых элементов (одиночных 6.1 и/или в виде пакетов 6 дискретных 6.2 силовых элементов), обеспечивается повышение несущей способности рельсовой нити 4.

На фиг. 8-13 приведены примеры поперечных разрезов рельсовой нити 4 в различных альтернативных вариантах комбинированного исполнения силового органа 5. На указанных чертежах приведены альтернативные исполнения силового органа 5, в котором составляющие его силовые элементы расположены в два и в три уровня при различных сочетаниях формы используемых силовых элементов.

Для отраслевого специалиста понятно, что представленная идея изобретения допускает применение по любому из трёх указанных вариантов изобретения множество обусловленных проектным решением комбинаций видов поперечного профиля силового органа 5 рельсовой нити 4 в зависимости от формы и сочетания содержащихся в нём силовых элементов.

По любому из трёх указанных вариантов изобретения, при любых версиях практического исполнения и расположения силовых элементов силового органа 5 в целом, в соответствии с предложенным тех-

ническим решением достигается требуемая экономия материалов, повышение технологичности и стабильности рельсовой нити 4 на всём протяжении транспортной системы.

С учётом всех возможных из известных альтернативных и не исключающих сочетаний, в том числе вышеуказанных вариантов и параметров исполнения силовых элементов (6.1 и 6.2) и связующего 7 слоя силового органа 5 рельсовой нити 4 возможно множество примеров реализации заявляемой транспортной системы Юницкого, которые, в общем случае, предусматривают установку на основании 1, непосредственно по рельефу трассы, опор 3 с пролётами 2 в соответствии с проектным решением (см. фиг. 1). На опорах 3 закрепляют по меньшей мере одну натянутую над основанием 1 рельсовую нить 4. При этом рельсовую нить 4 выполняют в виде силового органа 5 с нанесённым на него нагружаемым 8 слоем с поверхностью качения К. Силовой орган 5, в свою очередь, изготавливают из одного или нескольких силовых элементов (6.1 и/или 6.2), размещённых соответствующим образом и которые выполняют предварительно напряжёнными в продольном направлении путём их натяжения и закрепления между опорами 3 и покрытия соответствующим связующим 7 слоем. Целесообразно для повышения технологичности, эффективности и производительности процесса формирования путевой структуры предлагаемой транспортной системы процесс формирования силового органа 5 рельсовой нити 4 осуществлять специальным автоматическим монтажным комплексом (на чертежах не показано), имитирующим в процессе своей работы весовую нагрузку, создаваемую самоходной подвижной единицей 9 и осуществляющего непрерывное нанесение, в соответствии с проектным решением, связующего 7 и нагружаемого 8 слоёв из твердеющего материала, например, в виде состава на основе полимерных связующих композитов, например полиэфирэфиркетона (ПЕЕК), и/или полимочевины, и/или полиуретана, и/или их сочетаний. При этом силовые элементы выполняют замоналиченными на определённой глубине в связующий 7 слой этого силового органа 5 и сопряжённого с ним нагружаемого 8 самоходной подвижной единицей 9 слоя с поверхностью качения К.

При этом существенно, что силовой орган 5 выполняют бескорпусным за счёт отверждения связующего 7 и нагружаемого 8 слоёв, последний из которых снабжён поверхностью качения К.

Настоящим техническим решением требуемый результат достигается за счёт снижения материалоемкости предлагаемой рельсовой нити 4 по сравнению с известными техническими решениями. При этом выполнение рельсовой нити 4 с конструкцией, предложенной в данном техническом решении, обеспечивает требуемую прочность путевой структуры, так как основной вклад в восприятии силовой нагрузки рельсовую нитью 4 от подвижных единиц 9 принадлежит её силовому органу 5. Кроме этого, появляется возможность сборки рельсовой нити 4 в полевых условиях при использовании высокотехнологичного оборудования, доставляемого непосредственно к месту монтажа транспортной системы. При этом комплектующие материалы (например, проволока, или лента) могут доставляться к месту монтажа транспортной системы в компактном виде - в виде 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 силового органа 5 и характеристики образующих его связующего 7 слоя и силовых элементов (6.1 и/или 6.2) для различных вариантов исполнения предлагаемой транспортной системы Юницкого позволяют создать рельсовую нить 4 транспортной системы с заданными эксплуатационными параметрами и обеспечить увеличение удельной несущей способности путевой структуры.

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 возможных вариантов изготовления транспортной системы Юницкого согласно предлагаемому техническому решению.

Работает транспортная система Юницкого описанной конструкции следующим образом.

При движении колёс самоходной подвижной единицы 9 по рельсовой нити 4 последняя своей поверхностью качения К испытывает и воспринимает сосредоточенное на малой площади давление, приводящее к её деформации. Волна деформации, движущаяся вместе с колёсами самоходной подвижной единицы 9, через твердеющий материал, например полиэфирэфиркетон (ПЕЕК), и/или полимочевину, и/или полиуретан, нагружаемого 8 и связующего 7 слоёв силового органа 5, передается на силовой элемент, растянутый на опорах 3. При этом силовой орган 5 работает не как гибкий канат, а как жёсткая неразрезная балка.

Благодаря такой трансформации больших локальных давлений от колёс самоходной подвижной единицы 9, конструкционные элементы силового органа 5 рельсовой нити 4 не испытывают запредельных давлений и, следовательно, сохраняется неизменной во времени несущая способность путевой структуры транспортной системы Юницкого.

Транспортная система Юницкого описанной конструкции благодаря "бескорпусному" исполнению силового органа 5, 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.

#### Источники информации

1. Патент RU № 2464188, МПК В61В 3/02, публ. 20.10.2012 (аналог).
2. Патент RU № 2179124, МПК В61В 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 E01В 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 представляет собой по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролётах между опорами рельсовую нить в виде силового органа, содержащего предварительно напряжённый в продольном направлении одиночный силовой элемент, замоноличенный в связующий слой силового органа, и сопряжённого с ним нагружаемого слоя с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц, причём силовой орган выполнен бескорпусным, а нагружаемый слой с поверхностью качения закреплён непосредственно на связующем слое силового органа, при этом одиночный силовой элемент выполнен замоноличенным в связующий слой на глубину  $h_1$ , м, от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_1 \leq 2,$$

$$0,1 \leq h_2/S_1 \leq 1,$$

где  $S_1$ , м - высота одиночного силового элемента силового органа, при этом отношение ширины  $A$ , м, силового органа к его высоте  $H$ , м, находится в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20,$$

а ширина  $B_1$ , м, одиночного силового элемента определяется зависимостью

$$0,5 \leq B_1/A \leq 0,99$$

2. Транспортная система, которая представляет собой по меньшей мере одну натянутую над основанием в пролётах между опорами рельсовую нить в виде силового органа, содержащего пакет из не менее двух предварительно напряжённых в продольном направлении дискретных силовых элементов, замоноличенных в связующий слой силового органа, и сопряжённого с ним нагружаемого слоя с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц, причём силовой орган выполнен бескорпусным, а нагружаемый слой с поверхностью качения закреплён непосредственно на связующем слое силового органа, при этом дискретные силовые элементы замоноличены в связующий слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_2 \leq 2,$$

$$0,1 \leq h_2/S_2 \leq 1,$$

где  $S_2$ , м - высота дискретного силового элемента в пакете силового органа, при этом отношение ширины  $A$ , м, силового органа к его высоте  $H$ , м, находится в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20,$$

а зазор  $\delta$ , м, между смежными дискретными силовыми элементами определяется зависимостью

$$0 \leq \delta/S_2 \leq 5,$$

причём суммарная ширина  $B_2$ , м, пакета дискретных силовых элементов, включая зазоры  $\delta$ , м, между ними, определяется зависимостью

$$0,55 \leq B_2/A \leq 0,99$$

3. Транспортная система, которая представляет собой 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, замоноличенные в связующий слой силового органа, и сопряжённого с ним нагружаемого слоя с поверхностью качения для самоходных подвижных единиц, причём силовой орган выполнен бескорпусным, а нагружаемый слой с поверхностью качения закреплён непосредственно на связующем слое силового органа, при этом силовой орган выполнен в виде распределённой по высоте силового органа комбинации из одного или нескольких одиночных силовых элементов и одного или нескольких пакетов дискретных силовых элементов или в виде комбинации нескольких пакетов дискретных силовых элементов, замоноличенных в связующий слой на глубину  $h_1$ , м, - от поверхности качения и глубину  $h_2$ , м, - до его противоположной грани, определяемые из соотношений:

$$0,2 \leq h_1/S_3 \leq 2,$$

$$0,1 \leq h_2/S_3 \leq 1,$$

где  $S_3$ , м - суммарная высота одиночных силовых элементов или пакетов дискретных силовых элементов, включая расстояние  $L$ , м, между ними в силовом органе, при этом отношение ширины  $A$ , м, силового органа к его высоте  $H$ , м, находится в пределах

$$2 \leq A/H \leq 20,$$

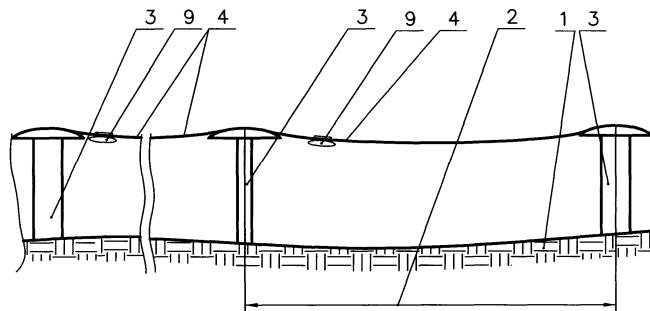
а расстояние  $L$ , м, между уровнями смежных одиночных силовых элементов или пакетов дискретных силовых элементов не превышает высоту наименьших силовых элементов силового органа.

4. Транспортная система по любому из пп.1, 2 и 3, отличающаяся тем, что связующий слой силового органа выполнен из твердеющего материала на основе полимерных связующих композитов.

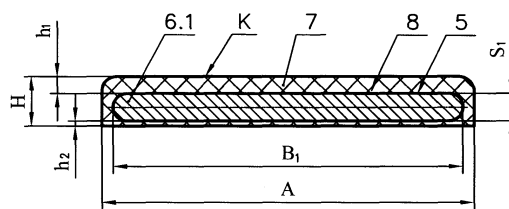
5. Транспортная система по п.4, отличающаяся тем, что в качестве полимерного связующего композита используют полиэфирэфиркетон (РЕЕК), или полиуретан, или полимочевину, или их сочетание.

6. Транспортная система по любому из пп.1, 2 и 3, отличающаяся тем, что поперечный профиль силовых элементов выполнен в виде круга, и/или эллипса, и/или квадрата, и/или прямоугольника, и/или ромба, и/или треугольника, и/или трапеции, и/или многоугольника.

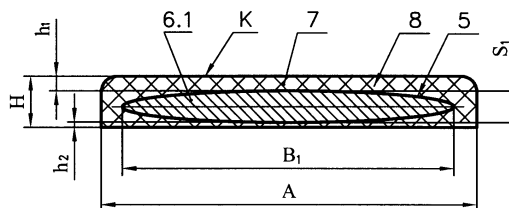
7. Транспортная система по любому из пп.1, 2 и 3, отличающаяся тем, что силовые элементы выполнены в виде проволоки, и/или витых или невитых канатов, тросов, и/или прядей, и/или нитей, и/или стержней, и/или полос, и/или лент, и/или труб.



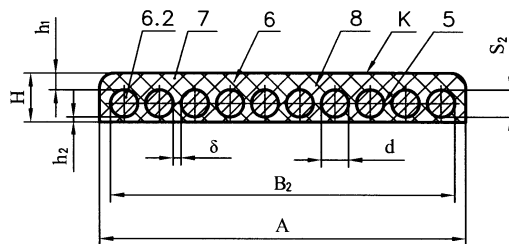
Фиг. 1



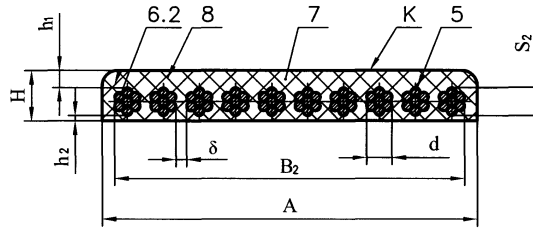
Фиг. 2



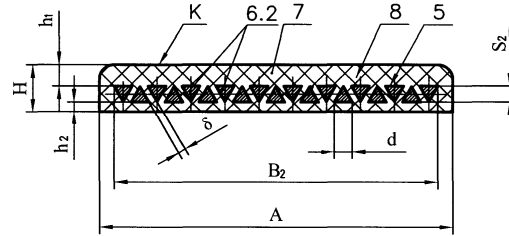
Фиг. 3



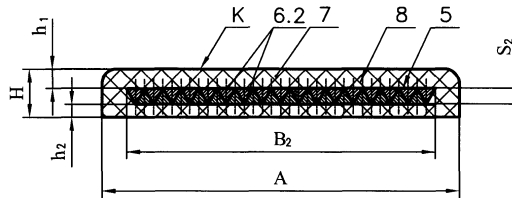
Фиг. 4



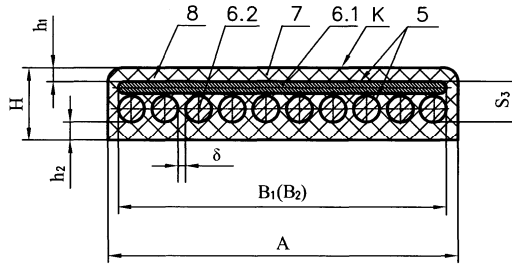
Фиг. 5



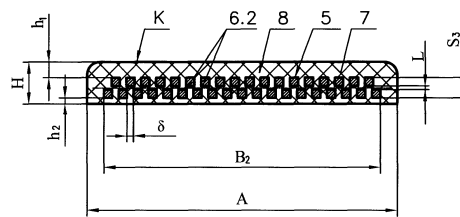
Фиг. 6



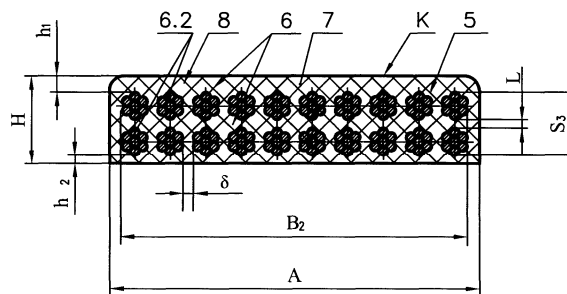
Фиг. 7



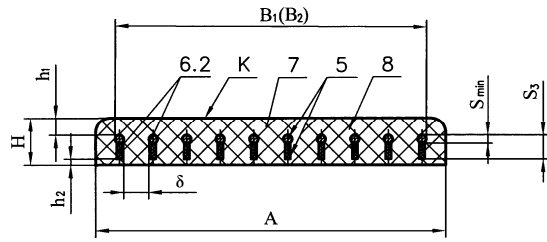
Фиг. 8



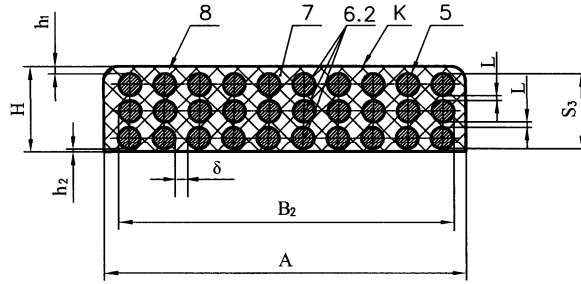
Фиг. 9



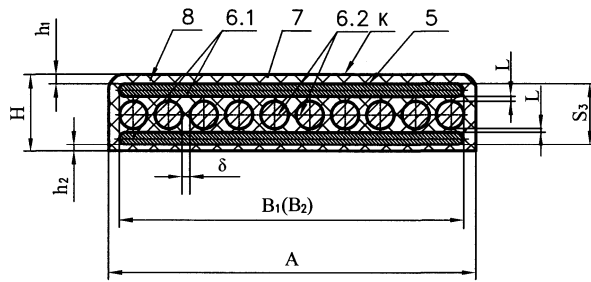
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

