

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **031807**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.02.28**

(51) Int. Cl. **E01B 5/08** (2006.01)  
**E01B 25/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201700334**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.06.09**

---

(54) **РЕЛЬС ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

---

(43) **2018.12.28**

(56) RU-C1-2022070  
EA-A1-200400365  
US-B1-6321657

(96) **2017/ЕА/0046 (ВУ) 2017.06.09**

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

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

---

(57) Изобретение относится к области транспорта, в частности к рельсовым транспортным эстакадным и подвесным системам с путевой структурой струнного типа. Рельс транспортной системы содержит по меньшей мере одну головку (1) (1.1 и/или 1.2) с поверхностью качения (2) (2.1 и/или 2.2 соответственно), сопряженную с протяженным корпусом (3), содержащим силовую структуру (4), образованную предварительно напряженными силовыми элементами (5), пространство между которыми заполнено твердеющим материалом (6). Головка (1) рельса состоит из набранных в блок вертикально ориентированных полос (7), установленных на ребра в едином пазу (10) или распределенных во множестве пазов 10 и соединенных друг с другом посредством прослоек (8), а блок и полосы (7) закреплены клеевым слоем (9) соответственно в едином продольном пазу (10), в том числе через профильную оболочку (11), или во множестве пазов (10) корпуса (3). При этом внешние торцовые грани полос (7) и сопряженных с ними прослоек (8) головки (1) корпуса (3), соответственно (2А и 2В), определяют единую контактную поверхность головки (1) рельса - поверхность качения (2). В результате достигается упрощение изготовления и снижение трудоемкости по монтажу рельса при выполнении работ в полевых условиях; стабилизация эксплуатационно-технических параметров на всем протяжении рельсового пути за счет повышения жесткости, упругой устойчивости (монолитности) путевой структуры, ее надежности и ровности рельса; снижение стоимости и материалоемкости.

**B1**

**031807**

**031807  
B1**

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

Известен рельс для малоскоростных участков дорог (преимущественно на судах - паромов) [1], в которой рельс выполнен в виде двухслойной головки, расположенной на подошве.

Верхний слой головки рельса выполнен сваркой и наплавкой металлических продольных полос с чередующейся твердостью. При этом участки с большей твердостью расположены вдоль осевой линии, а суммарная ширина этих участков составляет 1/3 ширины головки рельса.

Недостатками указанной конструкции рельса являются ограничения по плавности и мягкости хода, нестабильность эксплуатационных свойств контактной поверхности головки рельса, что не позволяет развивать высокие скорости движения.

Известен несущий рельс, используемый для подвесных железных дорог, крановых путей и аналогичных транспортных систем, содержащий несколько канатов, заключенных в корпусе-обойме [2].

Недостатком известной конструкции является недостаточная жесткость, что приводит к чрезмерному прогибу рельса при перемещении по нему транспортного средства.

Известна линейная транспортная система, которая использует рельс, содержащий головку, тело и подошву [3]. Рельс соединен с предварительно напряженным продольным элементом, смонтированным на основании.

Предварительно напряженный продольный элемент выполнен в виде трубы, размещенной в цементно-бетонном полотне, на котором размещены рельсы, и соединенной с подошвой рельса посредством поперечных перегородок.

Недостатком такой конструкции является соединение предварительно напряженного элемента с рельсом не по всей длине рельса (с промежутками) и сохранение расстояния между рельсом и предварительно напряженным элементом постоянным, что приводит к переменной жесткости рельсового пути между местами соединения рельса с предварительно напряженным продольным элементом и является причиной переменного прогиба вдоль рельса при перемещении по нему транспортного средства. В результате наличие стыков рельсов и переменный прогиб являются серьезным препятствием для создания "бархатного" пути для подвижной единицы и достижения высоких скоростей движения на такой транспортной системе.

Известен рельс транспортной системы, содержащий головку и полый П-образный корпус с размещенным внутри по крайней мере одним предварительно напряженным продольным наборным элементом, причем нижние кромки корпуса снабжены обращенными наружу утолщениями, площадь поперечного сечения которых выбрана из определенных условий [4].

Недостатками рельса приведенной конструкции являются его ограниченная крутильная жесткость и несущая способность при равных значениях таких прочих эксплуатационных характеристик конструкции как ее вес и стоимость. Кроме того, высокая трудоемкость монтажа и недостаточная технологичность конструкции ограничивают широкое использование такого рельса.

Известен также рельс транспортной системы Юницкого, содержащий полый корпус в виде боковых стенок и верхней полки с размещенным внутри него предварительно напряженным продольным наборным элементом, снабженным установленными по его длине средствами для его прижима к верхней полке, при этом расстояние между точками прижима продольного наборного элемента к верхней полке корпуса рельса выбрано из приведенного соотношения [5].

Недостатками указанного рельса также являются его ограниченная крутильная жесткость и несущая способность при равных значениях таких прочих эксплуатационных характеристик конструкции как ее вес и стоимость. Кроме того, высокая трудоемкость монтажа и недостаточная технологичность конструкции ограничивают широкое использование такого рельса.

Известен рельс транспортной системы Юницкого, содержащий полый корпус трубчатой формы с накладной головкой, внутри которого расположен силовой орган из предварительно напряженных силовых элементов, преимущественно проволок и/или прутьев, в котором корпус выполнен в виде охватывающей силовой орган спирали, а накладная головка закреплена на витках спирали [6].

Благодаря этому силовые элементы, стянутые спиральным корпусом в плотный пакет, обретают свойства монолитной балки, т.е. каждый элементарный отрезок силового органа при рабочем нагружении работает как монолитная балка, хотя рельсовая плетель при этом сохраняет гибкость. Это способствует улучшению прочностных свойств рельса и его несущей способности при пониженной материалоемкости.

Недостатком такого известного рельса является достигаемая им относительно невысокая жесткость при накладываемом ограничении массогабаритных характеристик.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности и достигаемому результату является рельс транспортной системы Юницкого [7], который принят за прототип. Известный рельс содержит полый корпус трубчатой формы, накладную головку, выполненную в виде набранных в блок лент. Внутри полого корпуса размещен силовой орган, выполненный в виде предварительно напряженных продоль-

ных наборных силовых элементов, устанавливаемых в специальной обойме ниже головки рельса. Наборный элемент выполнен из размещенных параллельно друг другу проволок с поперечным сечением произвольной формы - квадратной, круглой, прямоугольной, шестиугольной и т.п. или пластин. Головка рельса соединена с предварительно напряженным продольным элементом, причем ленты в блоке установлены на ребра.

Рельс такой конструкции, предназначенный для создания скоростных магистралей, позволяет строить близкие к эстакадным транспортные системы, не требующие создания традиционной щебеночной подушки и шпал. Благодаря этому обеспечивается существенное снижение трудозатрат и материальных ресурсов.

Рельс такого варианта исполнения обеспечивает высокую удельную несущую способность и низкую материалоемкость, благодаря чему достигается необходимая прямолинейность пути, что, в свою очередь, обеспечивает высокие скорости движения.

Однако для изготовления рельсов такой конструкции необходимы стационарные условия, а также комплектующие, стоимость которых при массовом производстве остается еще существенно высокой. К комплектующим такого рода относятся, прежде всего, стальные трубы, идущие на изготовление корпуса рельса. Их наличием в конструкции обусловлена необходимость в стационарном оборудовании и стационарных условиях для сборки рельсов.

Кроме того, недостатками рельса указанной конструкции являются недостаточная его технологичность, обусловленная трудоемкостью монтажа и низкой ремонтопригодностью; невысокая несущая способность рельса, без ущерба для его прочности, крутильной жесткости и устойчивости, из-за ограниченной площади опорной поверхности; относительно высокая себестоимость, обусловленная недостаточной унификацией комплектующих, материалоемкостью и значительной номенклатурой используемых в его конструкции элементов; неоднородные динамические характеристики, невысокие и нестабильные эксплуатационные параметры контактной поверхности головки рельса, обусловленные значительным изменением однородности состава пятна контакта вдоль поверхности качения, в том числе вызываемые износом контактной поверхности в процессе эксплуатации.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей и преимуществ: упрощение изготовления и снижение трудоемкости по монтажу рельса при выполнении работ в полевых условиях;

стабилизация эксплуатационно-технических параметров на всем протяжении рельсового пути за счет повышения жесткости, упругой устойчивости (монолитности) путевой структуры, ее надежности и ровности рельса;

снижение стоимости и материалоемкости.

Решение поставленной задачи обеспечивается всей совокупностью отличительных признаков исполнения конструкции рельса.

Необходимые технические результаты и поставленные в соответствии с задачей изобретения цели достигаются в предложенной конструкции рельса транспортной системы, который содержит по меньшей мере одну головку рельса с поверхностью качения, сопряженной с протяженным корпусом, объединенную им с силовой структурой, образованной предварительно напряженными силовыми элементами, пространство между которыми заполнено твердеющим материалом, при этом головка рельса содержит вертикально ориентированные полосы толщиной  $S$  (м), распределенные и закрепленные в пазах, выполненных между собой с шагом  $W$  (м), определяемым зависимостью

$$1,05 \leq W/S \leq 3.$$

Решение поставленной задачи обеспечивается также при условии, что вертикально ориентированные полосы выполнены в виде блока, встроенного в единый паз шириной  $W_1$  (м), определяемой зависимостью

$$5 \leq W_1/S \leq 50.$$

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что полосы связаны между собой прослойками толщиной  $S_1$  (м), определяемой зависимостью

$$0,01 \leq S_1/S \leq 2.$$

Решение поставленной задачи достигается при условии, что множество пазов или единый паз выполнены вдоль корпуса на глубину  $H_1$  (м), взаимосвязанную с высотой блока  $H_0$  (м) зависимостью

$$0,1 \leq H_1/H_0 \leq 1.$$

Достижение технической цели обеспечивается тем, что единый паз снабжен размещенной в нем профильной оболочкой, сечение которой соответствует сечению единого паза.

Целесообразно профильную оболочку закрепить в едином пазу.

Решение поставленной задачи обеспечивается также при условии, что блок полос расположен в профильной оболочке.

Указанный результат достигается также и тем, что полосы, блок полос или профильная оболочка закреплены клеевым слоем соответственно во множестве пазов, и/или в профильной оболочке, и/или в едином пазу.

Решение поставленной задачи обеспечивается также при условии, что толщина  $S$  (м) полосы связана с толщиной  $S_2$  (м) клеевого слоя соотношением

$$0,1 \leq S_2/S \leq 1.$$

Решение поставленной задачи обеспечивается при условии, что соотношение модулей упругости  $E_1$  (Па) материала полос и  $E_2$  (Па) материала клеевого слоя определяется зависимостью

$$100 \leq E_1/E_2 \leq 10000.$$

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что единый паз или каждый из множества пазов выполнен в сечении в виде равнобедренной или прямоугольной трапеции.

Решение поставленной задачи обеспечивается также при условии, что полосы выполнены по меньшей мере двуслойными.

Указанный результат достигается также и тем, что полосы связаны между собой контактной сваркой, или пайкой, или клеевым слоем.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что полосы связаны друг с другом посредством прослоек.

Указанный результат достигается также и тем, что корпус содержит по меньшей мере две поверхности качения.

Достижение технической цели обеспечивается тем, что поверхность качения образована внешними торцовыми гранями полос и прослоек.

Решение поставленной задачи достигается также и тем, что в качестве прослоек используют твердеющий материал на основе полимерных связующих, композитов и/или цементных смесей с присадками наполнителя.

Целесообразно в качестве присадок наполнителя использовать электропроводные материалы, например графит.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что в качестве присадок наполнителя используют антифрикционные материалы.

Целесообразно в качестве присадок наполнителя использовать фрикционные и/или абразивные материалы.

Целесообразно в качестве присадок наполнителя использовать композиционные материалы.

Решение поставленной задачи обеспечивается также при условии, что по меньшей мере одна прослойка, и/или полоса, и/или профильная оболочка выполнены с возможностью подключения к источнику электроэнергии.

Целесообразно прослойки и/или полосы и/или профильные оболочки, относящиеся к разным поверхностям качения, подключены к разным полюсам источника электроэнергии.

Решение поставленной задачи обеспечивается при условии, что корпус выполнен из диэлектрического материала.

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи фиг. 1-5, на которых изображено следующее:

фиг. 1 - схематическое изображение поперечного разреза рельса (вариант исполнения);

фиг. 2 - фрагмент схематического изображения поперечного сечения головки рельса (вариант исполнения);

фиг. 3 - фрагмент схематического изображения поперечного сечения головки рельса (вариант исполнения);

фиг. 4 - фрагмент схематического изображения поперечного сечения головки рельса (вариант исполнения);

фиг. 5 - фрагмент схематического изображения поперечного сечения головки рельса (вариант исполнения).

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемый рельс транспортной системы Юницкого (фиг. 1) содержит по меньшей мере одну головку 1 (1.1 и/или 1.2) с поверхностью качения 2 (2.1 и/или 2.2 соответственно), сопряженную с протяженным корпусом 3, содержащим силовую структуру 4, образованную предварительно напряженными силовыми элементами 5, пространство между которыми заполнено твердеющим материалом 6.

В качестве силовой структуры 4, поперечный разрез которой схематично показан на фиг. 1, используют предварительно напряженные силовые элементы 5, выполненные, например, в виде витых и/или невитых канатов, тросов, лент, полос, нитей, пряжей, арматуры, высокопрочной стальной проволоки, труб или других протяженных элементов из любых прочных материалов.

В качестве твердеющего материала 6 могут быть использованы известные материалы - полимеры и композиты или цементные смеси, в том числе вспененные полимеры, пенобетон, керамика, бетон и т.п., которые жестко связывают в одно целое корпус 3 и размещенные в нем предварительно напряженные силовые элементы 5 (см. фиг. 1).

При этом происходит омоноличивание силовой структуры 4 и ее объединение корпусом 3 рельса в единую композиционную структуру.

Устройства крепления рельса на анкерных и промежуточных опорах (на фигурах не показано) представляют собой любые известные устройства, аналогичные устройствам, используемым в висячих и вантовых мостах, канатных дорогах и предварительно напряженных железобетонных конструкциях для крепления (анкерения) натянутых силовых органов (арматуры, канатов, высокопрочных проволок и др.).

Головка 1 рельса состоит из набранных в блок вертикально ориентированных полос 7, установленных на ребра и соединенных друг с другом посредством прослоек 8, а блок и полосы 7 закреплены клеевым слоем 9 соответственно в едином продольном пазу 10 или во множестве пазов 10 корпуса 3, как показано на фиг. 2-4.

Единый продольный паз 10 может быть снабжен размещенной в нем профильной оболочкой 11, сечение которой соответствует сечению единого паза 10. В этом случае блок полос 7 располагают в профильной оболочке 11 и закрепляют в ней клеевым слоем 9 или посредством прослоек 8, а саму профильную оболочку 11 закрепляют в едином продольном пазу 10 клеевым слоем 9, как показано на фиг. 5.

Прослойка 8 или полоса 7 или профильная оболочка 11 могут быть выполнены из электропроводного материала с возможностью подключения к внешнему источнику 12 электроэнергии (см. фиг. 1).

При этом внешние торцовые грани полос 7 и сопряженных с ними прослоек 8 головки 1 корпуса 3, соответственно 2А и 2В, определяют единую контактную поверхность головки 1 рельса - поверхность качения 2 (см. фиг. 2-5).

Для достижения требуемой жесткости и несущей способности головки 1 корпуса 3 рельса необходимо обеспечить соблюдение зависимости ряда его конструктивных характеристик от проектных параметров и технической целесообразности.

В частности, толщина  $S$  (м) полосы связана с шагом  $W$  (м) между множественными пазами 10, в которых они распределены (см. фиг. 3 и 4), соотношением

$$1,05 \leq W/S \leq 3 \quad (1)$$

Если отношение (1) будет меньше 1,05, то из-за недостаточной толщины и прочности стенок множества пазов 10 сложно обеспечить их механическую прочность, а также жесткость и надежность крепления полос 7 блока головки 1 в корпусе 3 рельса.

Если отношение (1) будет больше 3, то поверхность качения 2 рельса может испытывать давление, превышающее пределы прочности материалов блока головки 1 рельса, что может вызвать преждевременный ее износ и снижение безопасности движения. В итоге, такая транспортная система будет иметь недостаточную жесткость, прочность, несущую способность и долговечность.

В то же время толщина  $S$  (м) полос, объединенных в блок, встроены в единый паз шириной  $W_1$  (м) (см. фиг. 2) определяется зависимостью

$$5 \leq W_1/S \leq 50 \quad (2)$$

Если отношение (2) будет меньше 5, то поверхность качения 2 рельса будет испытывать давление, превышающее пределы прочности материалов блока головки 1 рельса, что может вызвать раскатку рельса и снижение безопасности движения.

Если отношение (2) будет больше 50, то сложно обеспечить механическую прочность и жесткость крепления клеевым слоем 9 блока полос 7 головки 1 в корпусе 3 рельса.

Для улучшения фиксации блока полос 7 в едином продольном пазу или полос 7 в множественных пазах 10 корпуса 3 и повышения несущей способности рельса целесообразно увеличить опорную поверхность головки 1 рельса.

Размеры единого паза 10 или множества пазов 10 выбирают таким образом, чтобы выполнялось равенство для отношения их глубины  $H_1$  (м) к высоте  $H_0$  (м) полос 7 (см. фиг. 2-4):

$$0,1 \leq H_1/H_0 \leq 1 \quad (3)$$

При выполнении глубины  $H_1$  (м) единого паза 10 или множества пазов 10 и высоты  $H_0$  (м) полос 7 со значениями, соответствующими соотношению (3), удастся достаточно просто обеспечить требуемую прочность фиксации блока полос 7 в корпусе 3 рельса и необходимую жесткость его головки 1 при минимальной материалоемкости и высокой технологичности ее изготовления.

Если отношение (3) будет меньше 0,1, то недопустимо снижается поперечная жесткость и устойчивость головки 1 рельса, что влечет за собой снижение несущей способности рельса транспортной системы.

Если отношение (3) будет больше 1, то ухудшаются эксплуатационные параметры транспортной системы, в частности возрастает коэффициент трения качения по поверхности качения 2, что влечет за собой снижение скорости и плавности движения колесного транспортного средства при повышении энергетических затрат.

При этом единый паз 10 целесообразно снабдить размещенной в нем профильной оболочкой 11, сечение которой соответствует сечению единого паза 10, и закрепить ее в нем клеевым слоем 9, а блок полос 7 расположить в профильной оболочке 11.

Наряду с этим, полосы 7, или набранный из них блок, или профильную оболочку 11 с расположенным в ней блоком полос 7 целесообразно закрепить соответственно во множестве пазов или в едином пазу корпуса 3 клеевым слоем 9, что позволяет повысить технологичность конструкции рельса, упро-

стить процесс его изготовления, снизить трудоемкость монтажных работ в полевых условиях, обеспечить плавность и мягкости движения транспортных средств (на фигурах не показано) на всем протяжении рельсового пути.

В этой связи толщина  $S$  (м) полосы 7 должна быть связана с толщиной  $S_2$  (м) клеевого слоя 9 (см. фиг. 2) соотношением

$$0,1 \leq S_2/S \leq 1 \quad (4)$$

При выполнении толщины  $S$  (м) полос 7 и толщины  $S_2$  (м) клеевого слоя 9 со значениями, соответствующими соотношению (4), удастся достаточно просто обеспечить требуемое сцепление головки 1 с корпусом 3, их повышенные демпфирующие свойства при сохранении монолитности и прочности рельса (см. фиг. 2-4).

Если соотношение (4) будет меньше 0,1, то клеевой слой 9 будет иметь неравномерную и нестабильную площадь контакта с боковой поверхностью полос 7 или блока в целом, набранного из полос (см. фиг. 2), а в результате крепление полос или набранного из них блока соответственно во множестве пазов 10 или в едином пазу 10 корпуса 3 таким клеевым слоем 9 будет недостаточно прочным и не сможет обеспечить демпфирующий эффект для головки рельса, а также требуемую монолитность и фиксацию головки 1 в корпусе 3.

Если соотношение (4) будет больше 1, то такой рельс будет иметь недостаточную несущую способность, твердость, жесткость и прочность, ограниченные соответствующими параметрами клеевого слоя 9, влияние которых в этом случае существенно возрастает.

В связи с тем, что головка 1 рельса подвержена воздействию значительной части таких неблагоприятных внешних факторов, как тормозные и разгонные усилия от транспортных средств, циклические нагрузки, температурные колебания, атмосферные воздействия и другие (на фигурах не показано), очевидно, целесообразно обеспечить оптимальное сочетание высокой твердости и жесткости полос 7 с пластичностью и упругостью прослоек 8 и связывающими и демпфирующими свойствами клеевого слоя 9.

Соотношение модулей упругости  $E_1$  (Па) материала полос 7 и  $E_2$  (Па) материала клеевого слоя 9 определяется зависимостью

$$100 \leq E_1/E_2 \leq 10000 \quad (5)$$

Указанные в соотношении (5) пределы определяют оптимальный диапазон модулей упругости материалов полос 7 и клеевого слоя 9, обеспечивающий необходимую жесткость и прочность головки 1 рельса, следовательно, и его несущую способность в пролетах между опорами при минимальной материалоемкости конструкции.

Если соотношение (5) будет меньше 100, то головка 1 рельса, обладая значительной жесткостью, будет недостаточно эластична для упругого демпфирования внешних динамических нагрузок и равномерного их перераспределения на всю конструкцию рельса, что может вызвать образование локальных трещин, раковин и преждевременный износ рельса, в особенности на участках торможения.

Если соотношение (5) будет больше 10000, то такой рельс при высокой упругой эластичности будет иметь недостаточную жесткость и, следовательно, низкую несущую способность.

Единый паз 10 или множество пазов 10 в корпусе 3 могут быть выполнены как прямоугольного сечения (см. фиг. 2), так и в виде равнобедренной (см. фиг. 3 и 4) или прямоугольной трапеции (на фигурах не показано). В случае выполнения пазов 10 трапециевидной формы достигается дополнительная фиксация полос 7 или блока в целом, головки 1 в корпусе 3 рельса за счет их поперечного обжатия при заклинивании в едином фигурном пазу или во множестве трапециевидных пазов материалом корпуса 3.

Целесообразно полосы 7 выполнить по меньшей мере двуслойными (см. фиг. 2). Это позволит повысить технологичность конструкции и жесткость рельса, а в итоге увеличить его несущую способность.

В соответствии с любым из неограниченных вариантов соединения между собой полос 7 они могут быть соединены, например, контактной сваркой, пайкой или клеевым слоем.

Альтернативным видом исполнения головки 1 рельса является объединение полос 7 при помощи выполненных по их ширине прослоек 8, в качестве которых могут быть использованы твердеющие материалы на основе полимерных связующих композитов и/или цементных смесей, что ведет к упрощению технологии изготовления и снижению трудоемкости по монтажу рельса при выполнении работ в полевых условиях.

Кроме того, вместо вертикально ориентированных полос головка рельса может быть набрана также и из лент, выполненных из любых прочных материалов и/или при обусловленных технической и экономической целесообразностью требованиями - из их различных сочетаний.

При этом полосы 7 связывают между собой прослойками 8, толщина  $S_1$  (м), которых (см. фиг. 2-4) определяется зависимостью

$$0,01 \leq S_1/S \leq 2 \quad (6)$$

Если соотношение (6) будет меньше 0,01, то боковая поверхность полосы 7 будет иметь неравномерную и нестабильную площадь контакта с прослойками 8, а в результате головка 1 будет иметь недостаточную монолитность и механическую прочность.

Если соотношение (6) будет больше 2, то головка 1 будет иметь недостаточную твердость и жест-

кость поверхности качения 2 рельса.

Полосы 7 головки 1 корпуса 3 рельса и сам корпус 3 могут быть предварительно натянуты в продольном направлении. При этом полосы 7 фиксируют в предварительно напряженном состоянии при помощи прослоек 8 и клеевого слоя 9.

Формируя головку 1 рельса таким образом, создают ее монолитную структуру с улучшенными эксплуатационными свойствами, в том числе с повышенной несущей способностью.

Твердеющий материал 6 для заполнения части полости корпуса 3, свободной от объема предварительно напряженных силовых элементов 5, и материал прослойки 8 для заполнения части объема головки 1, свободной от объема полос 7, могут быть одного и того же вида и иметь одинаковый состав либо могут быть различного вида и/или иметь разный состав в зависимости от проектных параметров и технической целесообразности.

В частности, полосы 7 могут быть связаны друг с другом посредством прослоек 8, в качестве которых могут быть использованы твердеющие материалы на основе полимерных связующих, композитов и/или цементных смесей и иных различных аналогичных модификаций материалов, которые вместе с полосами 7 образуют монолитную головку 1 рельса с заданными свойствами поверхности качения 2.

В соответствии с любым из неограниченных вариантов исполнения прослоек 8 и использования для их формирования различных твердеющих материалов на основе полимерных связующих, композитов и/или цементных смесей в качестве таковых целесообразно использовать суспензию твердеющего материала с присадками наполнителя.

В качестве присадок наполнителя могут быть использованы антифрикционные материалы. В этом случае достигается повышение эффективности рельса транспортной системы Юницкого на перегонах за счет снижения коэффициента трения поверхности качения 2, предотвращения износа, снижения энергетических затрат, повышения плавности и мягкости движения транспортного средства.

Целесообразно в качестве присадок наполнителя использовать фрикционные и/или абразивные материалы, например корунд, кварцевый песок, цемент и др. В результате эффективность такого рельса существенно повышается в зонах разгона и торможения, а также на подъемах и спусках, что, в свою очередь, обеспечивает снижение времени разгона, торможения, снижение энергетических затрат, повышает плавность и мягкость хода транспортных средств.

Желательно в качестве присадок наполнителя использовать композиционные материалы. Это позволит значительно увеличить диапазон удельной прочности головки рельса, а также повысить ее жесткость, износостойкость и усталостную прочность при циклических нагрузках, которые оказывают наиболее негативное воздействие на головку 1 рельса.

По меньшей мере одну прослойку 8, или полосу 7, или профильную оболочку 11 целесообразно выполнить из электропроводного материала с возможностью подключения к внешнему источнику 12 электроэнергии (см. фиг. 1).

В качестве присадок наполнителя целесообразно использовать электропроводные материалы, например графит. В этом случае обеспечивается дополнительное снижение коэффициента трения между колесами транспортного средства (на фигурах не показано) и поверхностью качения 2, а также - стабилизацию электротехнических параметров головки 1 рельса транспортной системы по всей ее длине.

Указанное исполнение головки 1 корпуса 3 рельса обеспечивает повышение плавности и мягкости хода транспортного средства (на фигурах не показано), а также стабильность эксплуатационных параметров на всем протяжении рельсового пути, что, в свою очередь, позволяет развивать высокие скорости движения.

В свою очередь, выполнение рельса указанным образом обеспечивает передачу и перераспределение высоких контактных напряжений от колес транспортного средства (на фигурах не показано) на все его предварительно напряженные элементы, что в значительной степени позволяет увеличить несущую способность и изгибную жесткость корпуса 3 рельса.

Целесообразно корпус снабдить по меньшей мере двумя поверхностями качения 2, соответственно 2.1 и 2.2 (см. фиг. 1). Это позволит повысить устойчивость и балансировку транспортного средства (на фигурах не показано), что, в свою очередь, обеспечит повышение жесткости транспортной системы, ее надежности, безопасности, плавности и мягкости движения.

Альтернативным видом исполнения рельса является снабжение его корпуса 3 двумя симметрично расположенными головками 1.1 и 1.2 соответственно. При этом головку 1.2 выполняют аналогично первой и располагают, как показано, на фиг. 1.

Образованные головками 1.1 и 1.2 соответствующие поверхности качения 2.1 и 2.2 целесообразно выполнить с возможностью подключения образующих их прослоек 8 и/или полос 7, относящихся к разным поверхностям качения 2.1 или 2.2, соответственно, к разным полюсам 12 (+) или 12 (-) источника электроэнергии (см. фиг. 1). Аналогично профильные оболочки 11, относящиеся к разным головками 1.1 и 1.2 соответственно, целесообразно подключить к разным полюсам 12 (+) или 12 (-) источника электроэнергии (см. фиг. 1)

Корпус 3 желательно выполнить из диэлектрического материала, например стекловолокна, пара - арамидного волокна (кевлара) и т.п.

В собранном виде рельс располагают между анкерными опорами (на фигурах не показано) монтируемой транспортной системы, а его силовую структуру 4, и, при необходимости, полосы 7 головки 1 корпуса 3 рельса и сам корпус 3, перед их омоноличиванием, натягивают анкерами до расчетных усилий, после чего фиксируют в предварительно напряженном состоянии при помощи твердеющего материала 6, прослойки 8 и клеевого слоя 9 соответственно.

Рельс транспортной системы Юницкого описанной конструкции работает следующим образом.

При движении колесного транспортного средства (на фигурах не показано) по рельсу под каждым его колесом образуется зона локальной деформации поверхности качения 2 головки 1 рельса. Эта зона в виде деформационной волны перемещается вместе с колесом по поверхности качения 2 головки 1 рельса, образованной торцевыми поверхностями 2А полос 7 головки 1 рельса, а также торцевыми поверхностями 2В прослойки 8, связывающих их воедино.

От внешней к внутренней поверхности головки 1 рельса зона деформации распространяется через предварительно напряженный блок полос 7, в котором полосы 7 связаны, например, твердеющим материалом прослойки 8, и, далее, через корпус 3 на предварительно напряженный силовой элемент 5, омоноличенный в корпусе 3 твердеющим материалом 6. Благодаря такой трансформации больших локальных давлений от колес транспортного средства (на фигурах не показано) конструктивные элементы рельса не испытывают запредельных давлений, и, следовательно, сохраняется неизменной во времени несущая способность рельса транспортной системы Юницкого.

Выполнение полос и/или лент 7 головки 1 и материала самого корпуса 3 рельса предварительно напряженными позволяет значительно снизить материалоемкость и улучшить эксплуатационные характеристики транспортной системы в целом, а также достигнуть стабильной прямолинейности и ровности рельса на всем ее протяжении.

Выполнение поверхности качения 2 из чередующихся участков, имеющих различные механические свойства (твердость, эластичность, коэффициенты трения и упругости), позволяет получить развитую контактную поверхность поверхности качения 2 головки 1 рельса с заранее заданными эксплуатационными свойствами для различных участков транспортной системы Юницкого.

В итоге достигается улучшение эксплуатационных свойств поверхности качения 2 за счет предотвращения раскатки рельса. Благодаря оптимизации коэффициента трения на различных участках транспортной системы достигается улучшение параметров движения при разгоне, торможении, на подъемах, спусках; расширение функциональных возможностей этой системы за счет увеличения углов подъема, спуска; снижение времени разгона, торможения; снижение энергетических затрат; обеспечение плавности и мягкости хода подвижных средств.

Рельс описанной конструкции благодаря своим прочностным свойствам и упрощенному выполнению корпуса, а также меньшей стоимости комплектующих для его изготовления позволяет существенно снизить себестоимость производства, а также общие затраты на строительство транспортной системы. Это, в свою очередь, позволяет ускорить процесс ее строительства. Кроме этого, появляется возможность сборки рельса в полевых условиях при использовании оборудования, доставляемого непосредственно к месту монтажа транспортной системы. При этом комплектующие материалы (провока, полосы или лента) могут доставляться к месту монтажа транспортной системы в компактном виде - в виде рулонов, что способствует также и снижению транспортных расходов и общей стоимости.

Рельс транспортной системы Юницкого описанной конструкции позволяет создать транспортную систему струнного типа, обладающую высокой нагрузочной способностью с заранее заданными повышенными эксплуатационными характеристиками по всей ее длине.

#### Источники информации

1. Патент RU № 2022070, МПК E01B 5/08, E01B 25/00, опубл. 30.10.1994 (аналог).
2. Описание к заявке ЕПВ 0137153, G01B 25/24, опубл. 1985.
3. Описание к заявке ЕПВ 0010733, E01B 25/00, опубл. 1980.
4. Патент RU № 2201482, E01B 5/08, E01B 25/00, опубл. 27.03.2003.
5. Патент RU № 2208675, E01B 25/00, опубл. 20.07.2003.
6. Патент RU № 2204639, E01B 5/08, E01B 25/00, B61B 3/02, B61B 5/00, B61B 13/04, опубл. 20.05.2003.
7. Патент RU № 2080268, МПК B61B 5/02, E01B 25/22, опубл. 27.05.1997 (прототип).



## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рельс транспортной системы, который содержит по меньшей мере одну головку рельса с поверхностью качения, сопряженной с протяженным корпусом, объединенную им с силовой структурой, образованной предварительно напряженными силовыми элементами, пространство между которыми заполнено твердеющим материалом, при этом головка рельса содержит вертикально ориентированные полосы толщиной  $S$  (м), распределенные и закрепленные во множестве пазов, выполненных между собой с шагом  $W$  (м), определяемым зависимостью

$$1,05 \leq W/S \leq 3,$$

или выполненные в виде блока из полос, встроенного в единый паз шириной  $W_1$  (м), определяемой зависимостью

$$5 \leq W_1/S \leq 50,$$

причем полосы связаны между собой прослойками толщиной  $S_1$  (м), определяемой зависимостью

$$0,01 \leq S_1/S \leq 2,$$

а множество пазов или единый паз выполнены вдоль корпуса на глубину  $H_1$  (м), взаимосвязанную с высотой блока  $H_0$  (м) зависимостью

$$0,1 \leq H_1/H_0 \leq 1.$$

2. Рельс по п.1, отличающийся тем, что единый паз снабжен размещенной в нем профильной оболочкой, сечение которой соответствует сечению единого паза.

3. Рельс по п.1, отличающийся тем, что профильная оболочка закреплена в едином пазу.

4. Рельс по пп.1, 3, отличающийся тем, что блок полос расположен в профильной оболочке.

5. Рельс по п.1, отличающийся тем, что полосы, блок полос или профильная оболочка закреплены клеевым слоем соответственно во множестве пазов, и/или в профильной оболочке, и/или в едином пазу.

6. Рельс по любому из пп.1 и 5, отличающийся тем, что толщина  $S$  (м) полосы связана с толщиной  $S_2$  (м) клеевого слоя соотношением

$$0,1 \leq S_2/S \leq 1.$$

7. Рельс по любому из пп.1 и 5, отличающийся тем, что соотношение модулей упругости  $E_1$  (Па) материала полос и  $E_2$  (Па) материала клеевого слоя определяется зависимостью

$$100 \leq E_1/E_2 \leq 10000.$$

8. Рельс по п.1, отличающийся тем, что единый паз или каждый из множества пазов выполнен в сечении в виде равнобедренной или прямоугольной трапеции.

9. Рельс по п.1, отличающийся тем, что полосы выполнены по меньшей мере двуслойными.

10. Рельс по п.1, отличающийся тем, что полосы связаны между собой контактной сваркой, или пайкой, или клеевым слоем.

11. Рельс по любому из пп.1, 10, отличающийся тем, что полосы связаны друг с другом посредством прослоек.

12. Рельс по п.1, отличающийся тем, что корпус содержит по меньшей мере две поверхности качения.

13. Рельс по пп.1, 12, отличающийся тем, что поверхность качения образована внешними торцовыми гранями полос и прослоек.

14. Рельс по п.11, отличающийся тем, что в качестве прослоек используют твердеющий материал на основе полимерных связующих, композитов и/или цементных смесей с присадками наполнителя.

15. Рельс по п.14, отличающийся тем, что в качестве присадок наполнителя используют электропроводные материалы, например графит.

16. Рельс по п.14, отличающийся тем, что в качестве присадок наполнителя используют антифрикционные материалы.

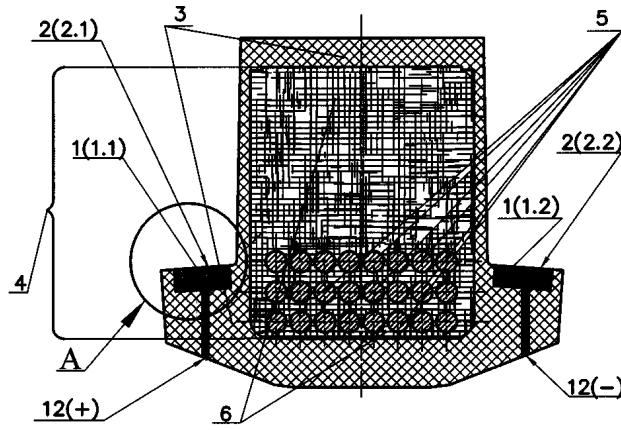
17. Рельс по п.14, отличающийся тем, что в качестве присадок наполнителя используют фрикционные и/или абразивные материалы.

18. Рельс по п.14, отличающийся тем, что в качестве присадок наполнителя используют композиционные материалы.

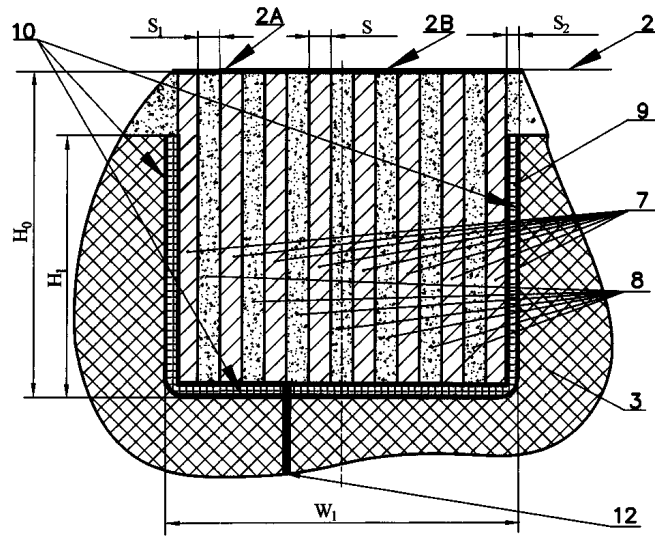
19. Рельс по пп.11, 12, 14 и 15, отличающийся тем, что по меньшей мере одна прослойка, и/или полоса, и/или профильная оболочка выполнены с возможностью подключения к источнику электроэнергии.

20. Рельс по любому из пп.12, 19, отличающийся тем, что прослойки, и/или полосы, и/или профильные оболочки, относящиеся к разным поверхностям качения, подключены к разным полюсам источника электроэнергии.

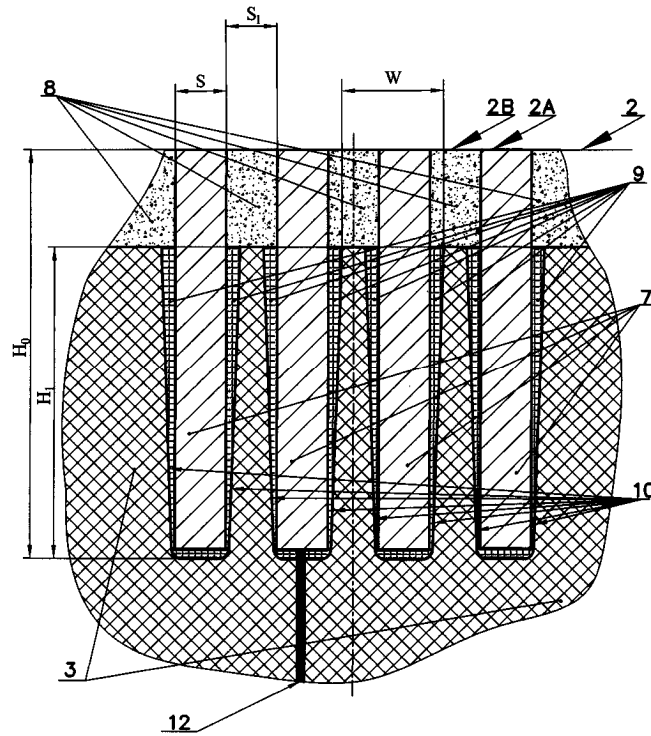
21. Рельс по п.1, отличающийся тем, что его корпус выполнен из диэлектрического материала.



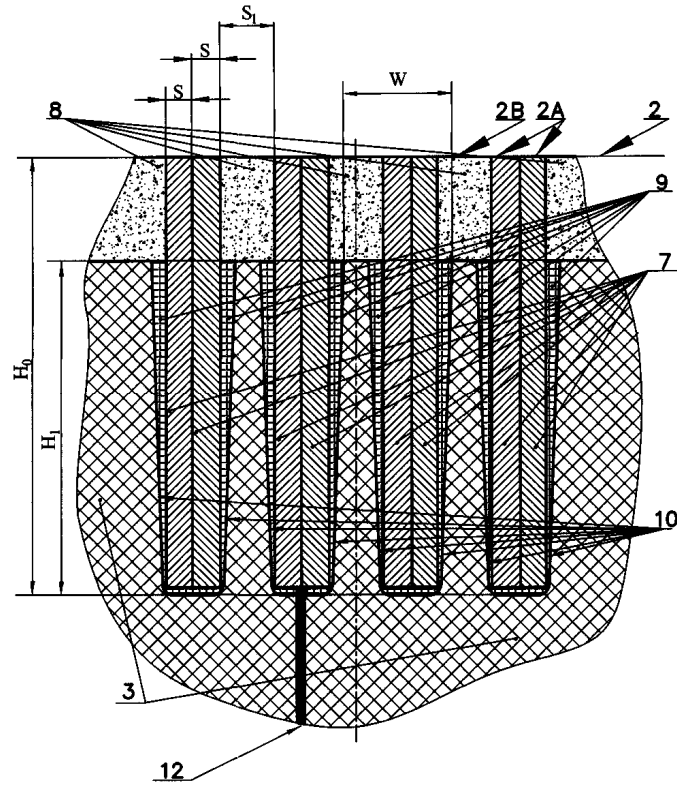
Фиг. 1



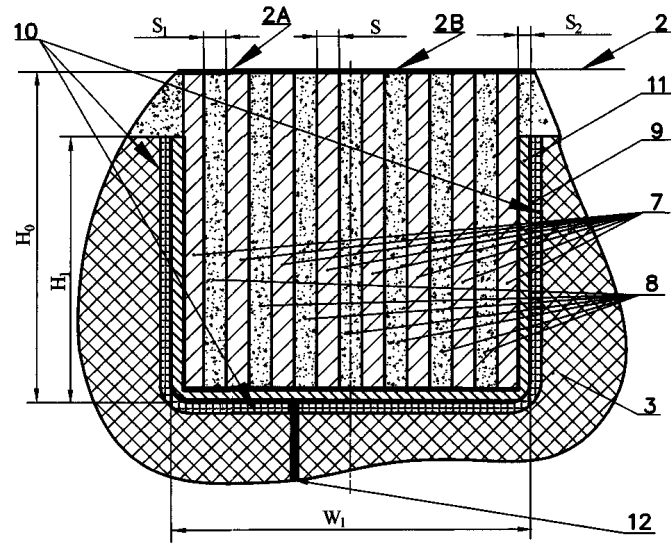
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

