

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201900541 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

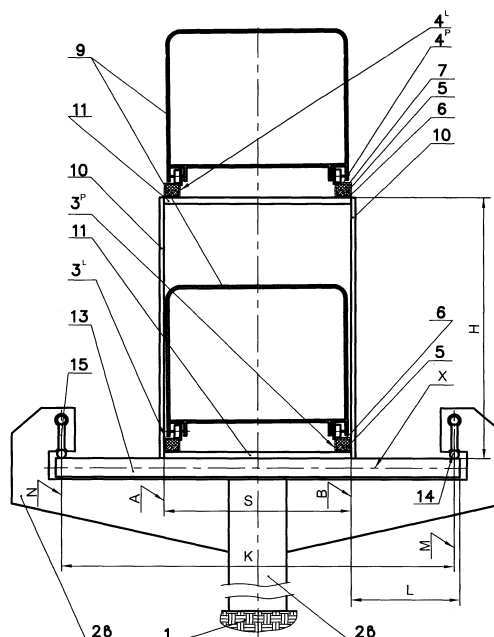
(43) Дата публикации заявки  
2021.03.31(51) Int. Cl. B61B 5/02 (2006.01)  
B61B 13/00 (2006.01)  
E01B 25/00 (2006.01)(22) Дата подачи заявки  
2019.09.25

## (54) СТРУННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ЮНИЦКОГО

(96) 2019/ЕА/0080 (ВУ) 2019.09.25

(74) Представитель:  
Гончаров В.В. (ВУ)(71)(72) Заявитель и изобретатель:  
ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ  
ЭДУАРДОВИЧ (ВУ)

(57) Изобретение относится к области транспорта, в частности к надземным транспортным системам струнного типа с рельсовой путевой структурой, родственной путям эстакадного типа, и может быть использовано при создании как внутригородских скоростных транспортных магистралей, так и при построении междугородних и международных транспортных систем. Предлагаемая струнная транспортная система Юницкого выполнена в виде двухуровневой ферменной путевой структуры, содержащей две рельсовые нити нижнего (3) уровня и расположенные над ними две рельсовые нити верхнего (4) уровня, выполненные в виде предварительно напряженных силовых органов (5), заключенных в соответствующие корпуса (6) с сопряженными с ними поверхностями качения (7). При этом рельсовые нити нижнего (3) уровня закреплены на поперечных балках (13), расположенных в двух вертикальных продольных плоскостях N и M с возможностью смещения вдоль оси путевой структуры, причем поперечные балки (13) расположены в местах совпадения соответствующих поперечных плоскостей W, проходящих через узлы сопряжения (12) и центры промежуточных опор (2b), а вертикальные продольные плоскости A и B, содержащие узлы сопряжения (12), смещены относительно вертикальных продольных плоскостей N и M, содержащих узлы связи (14), на соответствующее расстояние L.



201900541 A1

201900541 A1

## Струнная транспортная система Юницкого

Изобретение относится к области транспорта, в частности, – к надземным транспортным системам струнного типа с рельсовой путевой структурой, родственной путям эстакадного типа. Оно может быть использовано при создании как внутригородских скоростных транспортных магистралей, так и при построении междугородних и международных транспортных систем.

Логическим решением по пути совершенствования существующих путевых структур являются струнные транспортные системы Юницкого.

Известна линейная транспортная система Юницкого, включающая по меньшей мере одну подвижную единицу, имеющую приводной агрегат и направляемую с помощью колёс по меньшей мере по одному рельсу, содержащему головку и соединённому с предварительно напряжённым продольным элементом, смонтированным на опорах, размещённых на основании. Предварительно напряжённый продольный элемент этой транспортной системы выполнен в виде по меньшей мере одной струны, связанной посредством прокладок переменной высоты с головкой каждого рельса по всей длине. При этом головка рельса подключена к источнику электрической энергии постоянного или переменного тока, а рельс связан с опорой посредством электроизолятора. Рельсы в указанной транспортной системе соединены друг с другом посредством поперечных планок, которые снабжены электроизоляторами и демпферами. Кроме того, в указанной транспортной системе опоры выполнены жёсткими и подвижными, при этом рельсовый путь связан с подвижной опорой посредством механизма взаимного относительного продольного перемещения, в том числе, например, посредством тяги, и/или механизма юстировки его положения относительно опоры и основания, и/или – посредством демпфера [1].

Недостатками такой транспортной системы являются недостаточные жёсткость и динамическая устойчивость её путевой структуры в пролётах между опорами.

Известна транспортная система Юницкого, которая включает размещённые на основании на опорах, по меньшей мере, две предварительно натянутые рельсовые нити в виде силовых органов, заключённых в корпуса с сопряжёнными с ними

поверхностями качения для подвижных средств. Рельсовые нити образуют две путевые структуры. На рельсовых нитях путевых структур установлены гружёные и порожние подвижные средства [2].

Недостатками указанной транспортной системы являются недостаточные жёсткость и динамическая устойчивость второго уровня её путевой структуры, что особенно сказывается при транспортировке массивных грузов.

На современном уровне развития транспорта актуальна проблема создания транспортной системы, разработанной на основе принципов мехатроники, для которой характерны высокая скорость передвижения и пропускная способность, низкая себестоимость, отсутствие загрязнений окружающей среды, незначительная потребность в полезных земельных площадях, при этом она должна обеспечить экономичность и максимальную безопасность.

Наиболее близкой к предлагаемому по технической сущности и достигаемому положительному эффекту является известная струнная транспортная система Юницкого, которая содержит установленную на основании с опиранием на промежуточные опоры двухуровневую струнную ферменную путевую структуру, каждый уровень которой снабжён двумя рельсовыми нитями, выполненными в виде предварительно напряжённых силовых органов, заключённых в соответствующие корпуса с сопряжёнными с ними поверхностями качения для колёсных подвижных средств и образующими колею. При этом обе рельсовые нити каждой колеи связаны между собой в пролётах между смежными опорами посредством двухуровневой ферменной путевой структуры в виде зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, образующих с нижней и верхней рельсовыми нитями треугольники и размещённые с внешних сторон этих рельсовых нитей, а на каждом уровне путевой структуры левые и правые рельсовые нити соединены между собой поперечными перемычками, установленными в узлах сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей [3].

Ограничением широкого применения указанной транспортной системы является недостаточная жёсткость её путевой структуры, вызванная значительной высотой путевой структуры (с учётом высоты транспортных средств) относительно

ширины её колеи. По этой же причине в указанном техническом решении ограничена динамическая устойчивость путевой структуры в пролётах между смежными опорами.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

- повышение жёсткости путевой структуры;
- повышение динамической устойчивости путевой структуры в пролётах между смежными опорами.

Технические цели в соответствии с задачами предлагаемого изобретения достигаются посредством струнной транспортной системы Юницкого, содержащей установленные на основании между анкерными опорами с опиранием на промежуточные опоры две рельсовые нити нижнего уровня путевой структуры и расположенные над ними две рельсовые нити верхнего уровня путевой структуры, выполненные в виде предварительно напряжённых силовых органов, заключённых в соответствующие корпуса с сопряжёнными с ними поверхностями качения для колёсных подвижных средств и образующими две колеи, связанные между собой в пролётах  $G$  между смежными опорами посредством двухуровневой ферменной путевой структуры в виде зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, образующих с рельсовыми нитями нижнего и верхнего уровней треугольники и размещённых с внешних сторон этих рельсовых нитей, при этом на каждом уровне путевой структуры левые и правые рельсовые нити соединены между собой поперечными перемычками, установленными в узлах сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей, причём рельсовые нити нижнего уровня закреплены на поперечных балках между вертикальными продольными плоскостями  $A$  и  $B$ , проходящими через узлы сопряжения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, при этом поперечные балки связаны с опорами посредством узлов связи, расположенных в двух вертикальных продольных плоскостях  $N$  и  $M$  с возможностью смещения вдоль оси путевой структуры, причём поперечные балки расположены в местах совпадения соответствующих поперечных плоскостей  $W$ , проходящих через узлы сопряжения и центры опор, а вертикальные продольные плоскости  $A$  и  $B$ , содержащие узлы сопряжения, смещены относительно вертикальных продольных

плоскостей  $N$  и  $M$ , содержащих узлы связи, на расстояние  $L$ , м, определяемое зависимостью:

$$0,02 \leq L/H \leq 0,5,$$

где  $H$ , м, – высота ферменной путевой структуры, при этом длина  $S$ , м, поперечной перемычки и длина  $K$ , м, поперечной балки между её узлами связи связаны соотношением:

$$0,5 \leq S/K \leq 0,95,$$

а длина пролётов  $G$  выполнена кратной расстоянию  $R$ , м, между узлами сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей нижнего уровня ферменной путевой структуры.

Достижение технических целей обеспечивается также при условии, что расстояние  $R$ , м, между узлами сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей нижнего уровня ферменной путевой структуры в каждом пролёте выполнено кратным расстоянию между опорами.

Решение поставленных задач обеспечивается также при условии, что связь поперечной балки с опорой выполнена в виде шарнирного рычага.

Указанный результат достигается также при условии, что рельсовая нить выполнена токонесущей с возможностью подключения к источнику электрической энергии постоянного или переменного тока.

Приведенные выше признаки, характеризующие предлагаемое техническое решение, являются существенными, так как в совокупности достаточны для решения поставленной технической задачи и достижения ожидаемого технического результата, а каждый в отдельности – необходим для идентификации и отличия известных из уровня техники аналогичных технических решений от заявленной струнной транспортной системы Юницкого.

Эта совокупность общих и отличительных существенных признаков, которыми характеризуются заявляемое устройство струнной транспортной системы Юницкого, не известна из уровня техники, является новой и достаточной во всех случаях, на которые распространяется объём правовой защиты.

В дальнейшем сущность изобретения поясняется подробным описанием конструкции устройства и принципа работы струнной транспортной системы

Юницкого со ссылками на прилагаемые чертежи (фиг.1 – фиг. 4), на которых изображено следующее:

фиг.1 – схематичное изображение струнной двухуровневой ферменной путевой структуры транспортной системы Юницкого – общий вид (вариант исполнения);

фиг.2 – схематичное изображение струнной двухуровневой ферменной путевой структуры транспортной системы Юницкого – вид сверху (вариант исполнения);

фиг.3 – схематичное изображение поперечного сечения струнной двухуровневой ферменной путевой структуры транспортной системы Юницкого (вариант исполнения);

фиг.4 – схематичное изображение фрагмента струнной двухуровневой ферменной путевой структуры транспортной системы Юницкого – вид спереди (вариант исполнения).

Позиции на рисунках:

- 1 – основание;
- 2 – опора транспортной системы;
- 2a – анкерная опора;
- 2b – промежуточная опора;
- 3 – рельсовая нить нижнего уровня;
- 3<sup>L</sup> – левая рельсовая нить нижнего уровня;
- 3<sup>P</sup> – правая рельсовая нить нижнего уровня;
- 4 – рельсовая нить верхнего уровня;
- 4<sup>L</sup> – левая рельсовая нить верхнего уровня;
- 4<sup>P</sup> – правая рельсовая нить верхнего уровня;
- 5 – предварительно напряжённый силовой орган рельсовой нити;
- 6 – корпус рельсовой нити;
- 7 – твердеющий материал;
- 8 – поверхность качения рельсовой нити;
- 9 – колёсное подвижное средство;
- 9a – колёсное подвижное средство рельсовой нити верхнего уровня;
- 9b – колёсное подвижное средство рельсовой нити нижнего уровня;

10 – зигзагообразно ориентированный стержневой элемент двухуровневой ферменной путевой структуры;

11 – поперечная перемычка между левой и правой рельсовыми нитями;

12 – узел сопряжения стержневого элемента и рельсовой нити;

13 – поперечная балка;

14 – узел связи поперечной балки с опорой;

15 – шарнирный рычаг узла связи поперечной балки;

$G$  – пролёт между смежными опорами транспортной системы;

$A$  – вертикальная продольная плоскость (левая), проходящая через узел сопряжения зигзагообразно ориентированного стержневого элемента с рельсовой нитью;

$B$  – вертикальная продольная плоскость (правая), проходящая через узел сопряжения зигзагообразно ориентированного стержневого элемента с рельсовой нитью;

$N$  – вертикальная продольная плоскость (левая) расположения узла связи поперечной балки с опорой;

$M$  – вертикальная продольная плоскость (правая) расположения узла связи поперечной балки с опорой;

$W$  – вертикальная поперечная плоскость, проходящая через узел сопряжения и центр опоры поперечной балки;

$X$  – продольная ось поперечной балки;

$R$ , м, – расстояние между узлами сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей нижнего уровня;

$L$ , м, – расстояние от плоскости размещения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов до расположения смежной плоскости узлов связи;

$H$ , м, – высота двухуровневой ферменной путевой структуры;

$S$ , м, – длина поперечной перемычки (расстояние между плоскостями расположения узлов сопряжения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов с рельсовыми нитями);

$K$ , м, – длина поперечной балки между плоскостями расположения её узлов связи.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем.

Предлагаемая струнная транспортная система Юницкого, как показано на фиг. 1, содержит установленные на основании 1 между опорами 2 (анкерными 2а с опиранием

на промежуточные 2b) две рельсовые нити нижнего 3 уровня и расположенные над ними две рельсовые нити верхнего 4 уровня путевой структуры.

При этом, в зависимости от проектного решения, в качестве опор 2 могут выступать железобетонные, трубобетонные, стальные столбчатые, каркасные или различные иные конструкции известных модификаций опор с их индивидуальным конструктивным оформлением – например, в виде башен или колонн. Анкерные опоры 2a могут представлять собой здания и сооружения со специально оборудованными на них посадочно – погрузочными площадками в виде погрузочно – разгрузочных станций: пассажирских для пассажирских трасс и грузовыми для грузовых трасс (на рисунках не показаны).

Рельсовые нити нижнего 3 и верхнего 4 уровней путевой структуры выполнены (см. фиг. 1 и фиг. 4) в виде предварительно напряжённых силовых органов 5, заключённых в соответствующие корпуса 6 (см. фиг. 3).

В качестве предварительно напряжённого силового органа 5 рельсовой нити 3, поперечный разрез которой представлен на фиг.3, могут использоваться один или несколько пучков силовых элементов из высокопрочной стальной проволоки, либо из прутьев, собранных в один пучок, либо рассредоточенных по сечению полости корпуса 6, либо одного или нескольких стандартных витых или невитых стальных канатов, а также нитей, полос, лент или других протяжённых элементов из любых высокопрочных материалов. Пустоты в корпусе 6 между элементами силового органа 5 могут быть заполнены твердеющим материалом 7 на основе полимерных связующих, композитов, цементных смесей и/или аналогичных твердеющих материалов, которые жёстко связывают в одно целое силовой орган 5 и корпус 6 с сопряжённой с ним поверхностью качения 8 (см. фиг. 1 и фиг. 4), омоноличивая в одно целое конструкцию рельсовой нити.

При этом поверхность качения 8 может быть образована поверхностью самого корпуса 6. В ряде случаев корпус 6 рельсовой нити 3 и/или 4 может частично взять на себя функции предварительно напряжённого силового органа 5, если он при монтаже конструкции также будет напряжён растяжением.

Благодаря тому, что рельсовые нити нижнего 3 и верхнего 4 уровней с сопряжёнными с ними поверхностями качения 8 для колёсных подвижных средств 9 и,



соответственно, образованные ими колеи, выполнены инновационной модификации – предварительно напряжёнными растяжением в продольном направлении, эти рельсовые нити представляют собой несущие жёсткие балки нижнего и верхнего поясов пролётногo строения двухуровневой ферменной путевой структуры.

Изображение поперечного сечения и фрагмента фронтального вида пролётногo строения путевой структуры предлагаемой транспортной системы (см. фиг. 3 и фиг. 4) демонстрирует то, что колеи её рельсовых нитей нижнего 3 и верхнего 4 уровней связаны между собой в пролётах  $G$  между смежными опорами 2 в двухуровневую ферменную путевую структуру посредством зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10, образующих с рельсовыми нитями нижнего 3 и верхнего 4 уровней треугольники.

При этом на каждом уровне путевой структуры левые  $3^L$  ( $4^L$ ) и, соответственно, правые  $3^P$  ( $4^P$ ) рельсовые нити соединены между собой поперечными перемычками 11, установленными в узлах сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 и рельсовых нитей (см. фиг. 2 – фиг. 4), причём зигзагообразно ориентированные стержневые элементы 10 размещены с внешних сторон этих рельсовых нитей, что обеспечивает формирование профиля двухуровневой ферменной путевой структуры с минимальным аэродинамическим сопротивлением и высокими параметрами её жёсткости (в том числе – крутильной) и динамической устойчивости в пролётах между смежными опорами 2.

В тоже время длина  $S$ , м, поперечной перемычки 11 определена как расстояние между вертикальными плоскостями  $A$  и  $B$  расположения соответствующих узлов сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 с рельсовыми нитями нижнего 3 и верхнего 4 уровней путевой структуры.

Конструктивная связь поперечных перемычек 11 с корпусами 6 рельсовых нитей, в зависимости от проектного решения, может быть осуществлена любым из известных способов: сваркой, клёпкой, резьбовым соединением, склеиванием, кинематическим зацеплением – через различные направляющие, выполненные заодно с ответными элементами, расположенными на противоположных концах поперечных перемычек 11, посредством крепления этих противоположных концов поперечных

перемычек 11 к внутренним и/или внешним поверхностям корпусов 6 рельсовых нитей различными сочетаниями известных способов сочленения (на рисунках не показано).

На опоре 2 закреплена поперечная балка 13. Существенно, что поперечная балка 13 закреплена с возможностью смещения вдоль продольной оси путевой структуры при помощи узлов связи 14, которые, в свою очередь, расположены в двух, соответственно, в левой  $N$  и  $M$  правой вертикальных продольных плоскостях. При этом существенным обстоятельством исполнения предлагаемой транспортной системы является то, что рельсовые нити нижнего 3 уровня двухуровневой ферменной путевой структуры, соединённые между собой в узлах сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 поперечными перемычками 11, и закреплены на поперечных балках 13 в местах расположения этих поперечных перемычек 11 и узлов сопряжения 12 (см. фиг. 3) любым известным способом, например, сваркой, или кинематически (на рисунках не показано).

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной струнной транспортной системы возможны различные не исключающие варианты исполнения поперечной перемычки 11 и её соединения с рельсовыми нитями (в узлах сопряжения 12), один из которых показан на фиг.3 и фиг.4.

Таким выполнением транспортной системы, особенность которой, в отличие от прототипа, в том, что пролёты  $G$  между смежными опорами выполнены длиной, кратной расстоянию  $R$ , м, между смежными поперечными перемычками 11 нижнего 3 уровня путевой структуры, а между узлами связи 14 поперечной балки 13, посредством (как вариант исполнения) закреплённой на ней в определённом положении (в вертикальной поперечной плоскости  $W$  (см. фиг. 2), проходящей через узлы сопряжения 12 и центр опоры 2 поперечной балки 13) поперечной перемычки 11, зафиксирована соответствующая двухуровневая ферменная путевая структура, в которой поперечная перемычка 11 установлена в узле сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 путевой структуры нижнего 3 уровня и расположена вдоль продольной оси  $X$  поперечной балки 13, при этом вертикальные плоскости  $A$  и  $B$  размещения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 смещены относительно узлов связи 14 поперечной балки 13 к её центру, а расстояние  $L$ , м, от плоскости  $A$  ( $B$ ) размещения зигзагообразно ориентированных

стержневых элементов 10 ферменной путевой структуры до узла связи 14 поперечной балки 13 (см.фиг.3 и фиг.4) определено установленной зависимостью, – обеспечивается увеличение базы опорной поверхности путевой структуры и, как следствие, – повышение её жёсткости и динамической устойчивости в целом, за счёт демпфирования продольных динамических усилий, происхождение которых обусловлено перепадом температур и динамическими нагрузками, возникающими в процессе движения колёсных подвижных средств 9 по рельсовым нитям 3 и 4.

Выполнение двухуровневой ферменной путевой структуры с зигзагообразно ориентированными стержневыми элементами 10, размещёнными на её внешней стороне и расположение поперечных перемычек 11 в узлах сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 ферменной путевой структуры, при расположении и закреплении крайней поперечной перемычки 11 пролётного строения вдоль продольной оси  $X$  поперечной балки 13, например, шарнирно закреплённой на опоре 2, обеспечивает, при соблюдении полученных эмпирическим путём соотношений размеров высоты  $H$ , м, ферменной путевой структуры и расстояния  $L$ , м, от плоскости размещения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 ферменной путевой структуры до соответствующего узла связи 14 поперечной балки 13, благоприятное перераспределение действующих нагрузок и внутренних напряжений во всех элементах конструкции двухуровневой ферменной путевой структуры струнной транспортной системы. Это приводит к значительному повышению жёсткости и динамической устойчивости ферменной конструкции пролётного строения путевой структуры.

В достижении требуемой жёсткости и обеспечении динамической устойчивости путевой структуры существенную роль играет оптимизация опорной поверхности путевой структуры, которая, в свою очередь, зависит от длины  $K$ , м, поперечной балки 13 и высоты  $H$ , м, двухуровневой ферменной путевой структуры, определяемых зависимостями:

$$0,02 \leq L/H \leq 0,5, \quad (1)$$

и

$$0,4 \leq S/K \leq 0,95, \quad (2)$$

где  $L$ , м, – расстояние от плоскости размещения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 ферменной путевой структуры до соответствующих узлов связи 14 поперечной балки 13,

$S$ , м, – длина поперечной перемычки 11,

$K$ , м, – длина поперечной балки 13 между плоскостями  $N$  и  $M$  расположения её узлов связи 14 с опорой 2 (см. фиг.3).

При опирании рельсовых нитей 3 нижнего уровня двухуровневой ферменной путевой структуры на промежуточную опору  $2b$  через поперечную балку 13 и поперечную перемычку 11, параметры которых находятся в соответствии со значениями, определяемыми соотношениями (1) и (2), удаётся достаточно просто обеспечить требуемое повышение динамической устойчивости путевой структуры без существенного увеличения её веса.

Указанные в соотношении (1) значения соответствуют оптимальному диапазону взаимозависимости между высотой  $H$ , м, ферменной путевой структуры (и, соответственно, высоты расположения центра масс конструкции пролётного строения) и величиной опорной поверхности такой путевой структуры.

Если соотношение (1) будет меньше 0,02, то существенно снижается динамическая устойчивость конструкции пролётного строения путевой структуры из-за её низкой крутильной жёсткости.

Если соотношение (1) будет более 0,5 – неоправданно увеличивается материалоемкость всей конструкции, а, следовательно, и стоимости транспортной системы.

При соотношении (2) меньше 0,5 затруднена реализация проектного решения без существенного перерасхода материалов путевой структуры.

Если соотношение (2) будет более 0,95 – снижается динамическая устойчивость конструкции пролётного строения.

Увеличение ширины опорной поверхности двухуровневой ферменной путевой структуры от длины  $S$ , м, поперечной перемычки 11 до длины  $K$ , м, поперечной балки 13, обеспечивает повышение жёсткости и динамической устойчивости ферменной конструкции пролётного строения путевой структуры.

Кроме того, выполнение на промежуточных опорах  $2b$  поперечных балок 13 длиной  $K$ , м, определяемой соотношением (2), позволяет, при альтернативном исполнении, предусмотреть на этих промежуточных опорах  $2b$  различные зоны технического обслуживания транспортной системы, например, – зоны экстренной эвакуации пассажиров (на рисунках не показаны).

Благодаря тому, что, как было отмечено выше, узлы связи 14 поперечной балки 13 выполнены подвижными, например, – в виде шарнирного рычага 15, достигается снижение локальных перенапряжений в рельсовых нитях путевой структуры, вызванных температурной деформацией и воздействием колёсных подвижных средств 9, которые, в результате, перераспределяются по всей длине пути предлагаемой струнной транспортной системы.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной струнной транспортной системы возможны различные не исключающие варианты исполнения шарнирных рычагов 15 узлов связи 14 поперечной балки 13.

В соответствии с любым из неограниченных конструктивных вариантов исполнения путевой структуры предлагаемой струнной транспортной системы, в зависимости от проектного решения, рельсовая нить 3 (4) может быть выполнена токонесущей с возможностью подключения к источнику электрической энергии постоянного или переменного тока. Это позволит электрифицировать транспортные услуги и снизить загрязнение окружающей среды.

Для отраслевого специалиста очевидно, что, в предложенном исполнении рельсовые нити 3 и 4 могут быть связаны с ферменной путевой структурой посредством электроизоляторов, как, впрочем, и то, что ферменная путевая структура может быть выполнена из электроизоляционного (диэлектрического) материала (на рисунках не показаны).

Альтернативным вариантом исполнения предлагаемой струнной транспортной системы является снабжение соединения рельсовой нити 3 (4) с поперечной перемычкой 11 электроизоляторами (на рисунках не показаны) для изолирования друг от друга рельсовых нитей в каждой колее, что повышает надёжность, безопасность и эффективность всей системы.

Целесообразно также исполнение, при котором поперечная перемычка 11 была бы выполнена из электроизоляционного (диэлектрического) материала.

В соответствии с любым из неограниченных вариантов исполнения путевой структуры, в соответствии с принятым проектным решением, целесообразно, чтобы в соединении с рельсовой нитью 3 (и 4) поперечная перемычка 11 была снабжена демпфером (на рисунках не показан).

В соответствии с техническим заданием на проект, в качестве демпфера может быть использован электроизолятор.

При этом при альтернативном исполнении поперечная балка 13 может быть связана со струнной ферменной путевой структурой посредством электроизолятора (на рисунках не показаны).

Поперечная балка 13 также может быть выполнена из электроизоляционного (диэлектрического) материала.

Существенную роль в повышении динамической устойчивости и жёсткости путевой структуры играет как установка шарнирно связанной с опорой 2 поперечной балки 13 вышеуказанных размеров, так и соответствующее расположение на этой поперечной балке 13 поперечной перемычки 11 нижнего пояса ферменной пролётной конструкции, через которую, как вариант исполнения, она связана с поперечной балкой 13 и которая также выполнена и установлена в конструкции в соответствии с параметрами, указанными выше.

Расположение поперечных перемычек 11 между рельсовыми нитями 3 и 4 ферменной конструкции пролётно строения двухуровневой ферменной путевой структуры определяется техническим заданием на её проект, в соответствии с которым возможны альтернативные виды исполнения предлагаемой струнной транспортной системы, одним из вариантов которого является выполнение пролётов  $G$  между смежными опорами 2 длиной, кратной расстоянию  $R$ , м, между узлами сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 и рельсовых нитей нижнего 3 уровня путевой структуры. По другому варианту – расстояние  $R$ , м, между узлами сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 и рельсовых нитей нижнего 3 уровня ферменной путевой структуры в каждом пролёте  $G$  может быть выполнено кратным расстоянию между смежными опорами 2.

В результате ферменные конструкции в различных пролётах  $G$  могут отличаться шагом (на рисунках не показано) расположения их конструктивных элементов, например, – поперечных перемычек 11.

Предлагаемое изобретение не ограничивается описанными и показанными на чертежах вариантами реализации, которые могут быть изменены, модифицированы и дополнены в рамках объёма, определенного формулой изобретения.

В любом из неограничивающих вариантов реализации заявленной путевой структуры и различных не исключаемых вариантах её конструктивного исполнения достигается повышение жёсткости и динамической устойчивости струнной путевой структуры в пролётах  $G$  между смежными опорами, что является приоритетной целью предлагаемого технического устройства.

В самом общем случае построение представленной струнной транспортной системы Юницкого включает установку на основании 1 опор 2 и выполненное соответствующим образом расположение и шарнирное закрепление на них поперечных балок 13 определённой длины  $K$ , м, и последующее изготовление в пролётах  $G$  между смежными опорами 2 пролётного строения двухуровневой ферменной струнной путевой структуры.

Для этого формируют нижний и верхний пояса этой двухуровневой ферменной струнной путевой структуры, каждый из которых образован левой и правой рельсовыми нитями, связанными между собой поперечными перемычками 11, равномерно распределёнными в пролёте  $G$ . При этом боковые грани двухуровневой ферменной струнной путевой структуры выполняют в виде зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10, образующих с рельсовыми нитями нижнего 3 и верхнего 4 уровней треугольнички, а узлы сопряжения 12 зигзагообразно ориентированных стержневых элементов 10 с поперечными перемычками 11 располагают в соответствующих вертикальных продольных плоскостях  $A$  и  $B$ .

На заключительном этапе поперечные перемычки 11 рельсовых нитей нижнего 3 уровня, расположенные определённым образом на поперечных балках 13, фиксируют на этих поперечных балках 13 любым из известных способов, после чего рельсовые нити 3 и 4 снабжают колёсными подвижными средствами 9, а рельсовые нити, выполненные токонесущими, подключают к источнику электрической энергии

постоянного или переменного тока.

Струнная транспортная система Юницкого описанной конструкции, в самом общем случае, из множества альтернативных вариантов исполнения, работает следующим образом.

В процессе работы транспортной системы, при движении колёсных подвижных средств 9 по рельсовым нитям двухуровневой ферменной струнной путевой структуры, а также вследствие температурных колебаний, благодаря шарнирной, с возможностью продольного смещения, установки на опорах 2 поперечных балок 13 заданной длины, с определённым образом выполненной и закреплённой на них двухуровневой ферменной струнной путевой структурой, в процессе её эксплуатации происходит перераспределение и демпфирование действующих нагрузок двухуровневой ферменной путевой структурой струнной транспортной системы. При этом поперечные балки 13, выполненные вышеуказанными размерами и закреплёнными надлежащим образом, увеличивают опорную поверхность двухуровневой ферменной путевой структурой и снижают влияние опрокидывающего момента со стороны рельсовой нити верхнего 4 уровня, при движении по ней колёсного подвижного средства 9 при его максимальной загрузке.

В итоге реализации изобретения достигается: повышение жёсткости путевой структуры, а также – повышение её динамической устойчивости в пролётах между смежными опорами.

Таким образом, предложенная в настоящем техническом решении конструкция струнной транспортной системы Юницкого позволяет достигнуть поставленных целей и при этом обладает совокупностью существенных признаков, отличных от известных технических решений, т. е. соответствует критериям изобретения "новизна" и "существенные отличия" (изобретательский уровень), что позволяет признать предложенное техническое решение изобретением.

#### Источники информации

1. Патент RU № 2080268, МПК В61В5/02, 13/00, Е01В25/22, публ. 27.05.1997 (аналог).
2. Патент RU № 2475386, МПК В61В 1/00, 3/02, публ. 20.02.2013 (аналог).
3. Патент RU № 2520983, МПК В61В5/02,13/00, Е01В25/00, публ. 27.06.2014 (прототип).



## Формула изобретения

1. Струнная транспортная система, содержащая установленные на основании между анкерными опорами с опиранием на промежуточные опоры две рельсовые нити нижнего уровня путевой структуры и расположенные над ними две рельсовые нити верхнего уровня путевой структуры, выполненные в виде предварительно напряжённых силовых органов, заключённых в соответствующие корпуса с сопряжёнными с ними поверхностями качения для колёсных подвижных средств и образующими две колеи, связанные между собой в пролётах  $G$  между смежными опорами посредством двухуровневой ферменной путевой структуры в виде зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, образующих с рельсовыми нитями нижнего и верхнего уровней треугольники и размещённых с внешних сторон этих рельсовых нитей, при этом на каждом уровне путевой структуры левые и правые рельсовые нити соединены между собой поперечными перемычками, установленными в узлах сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей, отличающаяся тем, что рельсовые нити нижнего уровня закреплены на поперечных балках между вертикальными продольными плоскостями  $A$  и  $B$ , проходящими через узлы сопряжения зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, при этом поперечные балки связаны с опорами посредством узлов связи, расположенных в двух вертикальных продольных плоскостях  $N$  и  $M$  с возможностью смещения вдоль оси путевой структуры, причём поперечные балки расположены в местах совпадения соответствующих поперечных плоскостей  $W$ , проходящих через узлы сопряжения и центры опор, а вертикальные продольные плоскости  $A$  и  $B$ , содержащие узлы сопряжения, смещены относительно вертикальных продольных плоскостей  $N$  и  $M$ , содержащих узлы связи, на расстояние  $L$ , м, определяемое зависимостью:

$$0,02 \leq L/H \leq 0,5,$$

где  $H$ , м, – высота ферменной путевой структуры, при этом длина  $S$ , м, поперечной перемычки и длина  $K$ , м, поперечной балки между её узлами связи связаны соотношением:

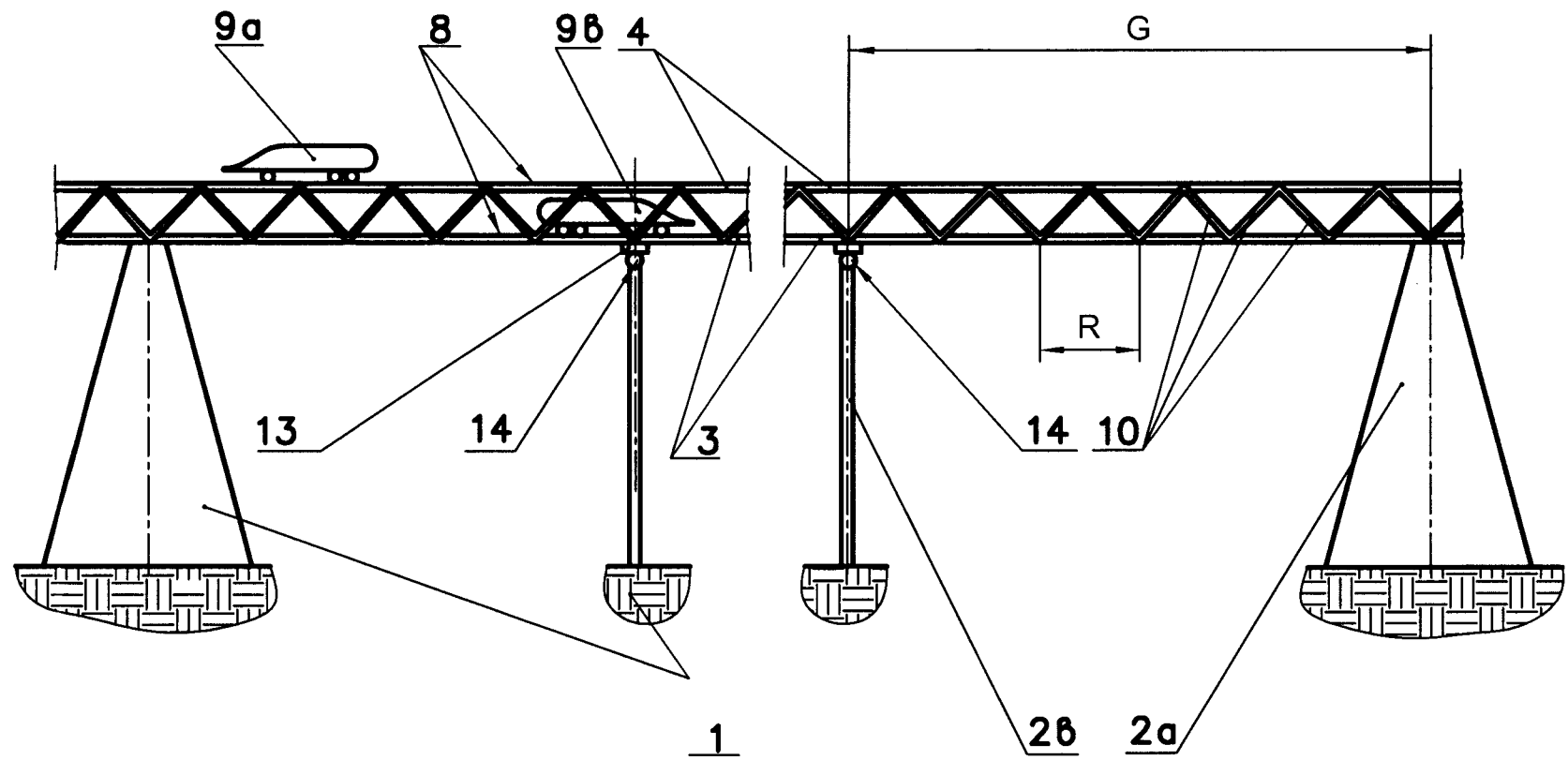
$$0,5 \leq S/K \leq 0,95,$$

а длина пролётов  $G$  выполнена кратной расстоянию  $R$ , м, между узлами сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей нижнего уровня ферменной путевой структуры.

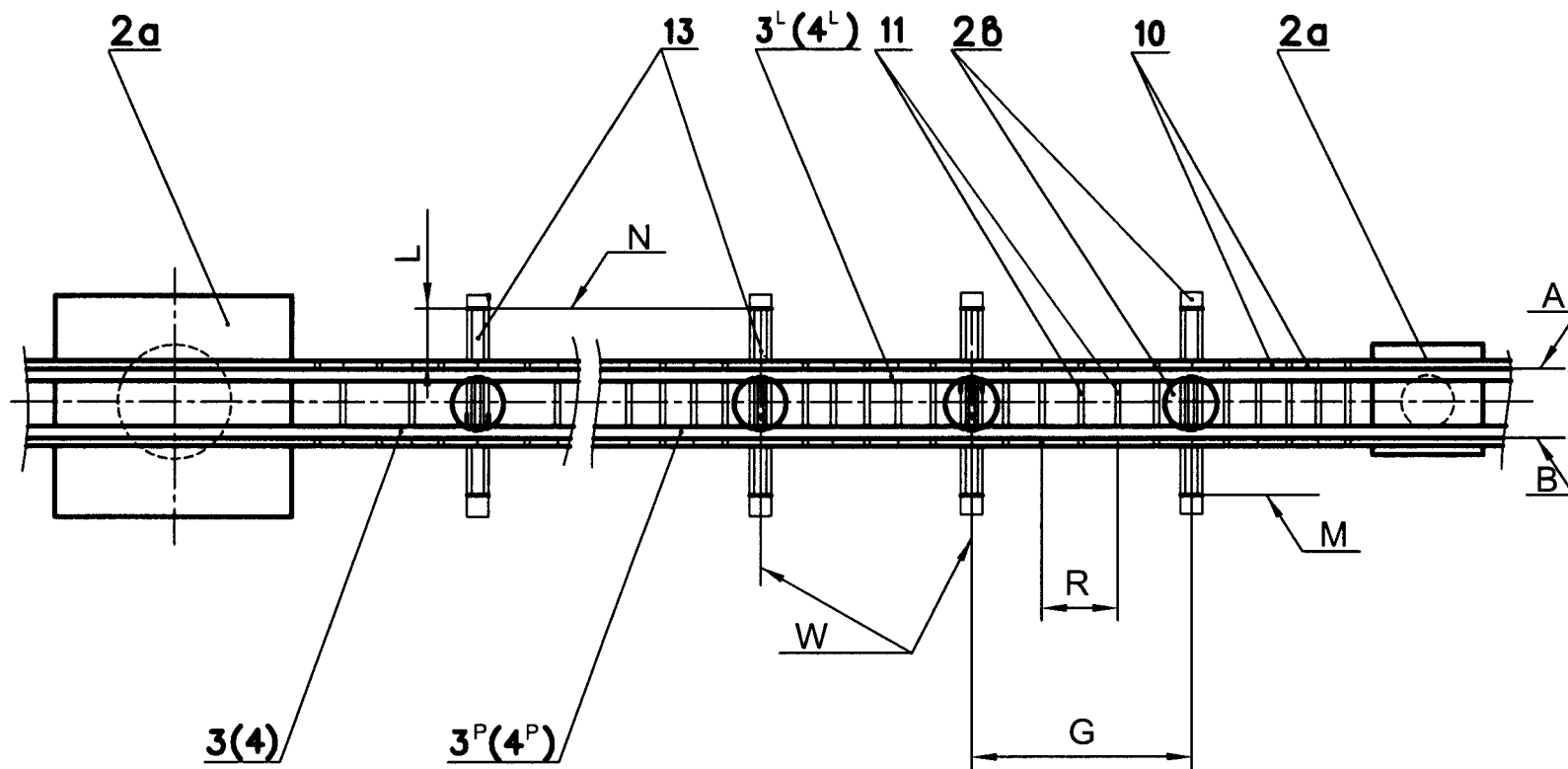
2. Система по п. 1, отличающаяся тем, что расстояние  $R$ , м, между узлами сопряжения стержневых элементов и рельсовых нитей нижнего уровня ферменной путевой структуры в каждом пролёте  $G$  выполнено кратным расстоянию между опорами.

3. Система по п. 1, отличающаяся тем, что связь поперечной балки с опорой выполнена в виде шарнирного рычага.

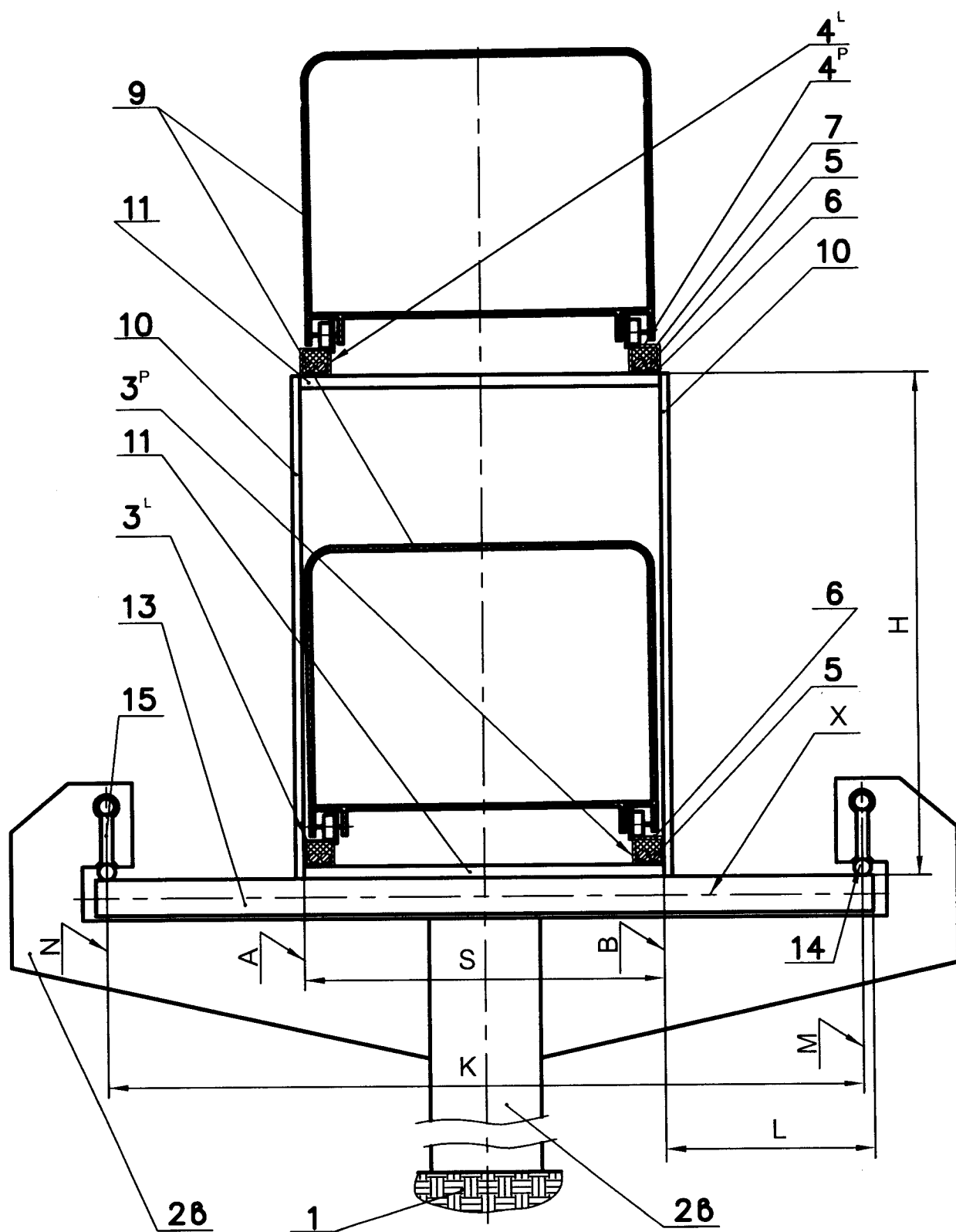
4. Система по п.1, отличающаяся тем, что рельсовая нить выполнена токонесущей с возможностью подключения к источнику электрической энергии постоянного или переменного тока.



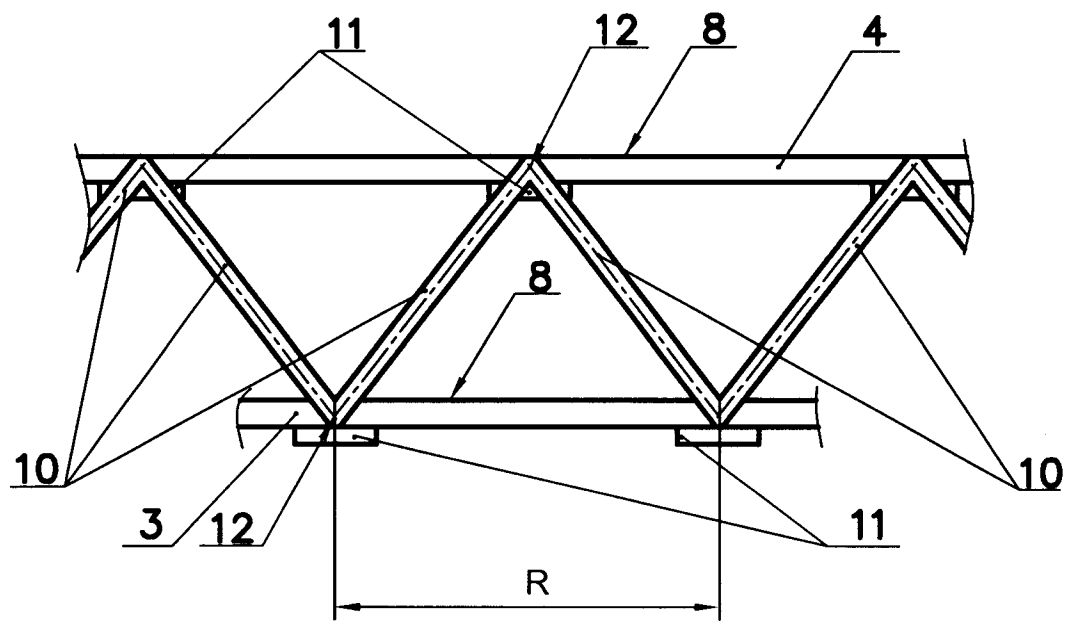
Фиг.1



Фиг.2



Фиг. 3



Фиг.4

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

**201900541**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

**B61B 5/02 (2006.01)**  
**B61B 13/00 (2006.01)**  
**E01B 25/00 (2006.01)**

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

B61B 3/00, 3/02, 5/00, 5/02, 13/00, 13/04, 13/06, 15/00, E01B 25/00, 25/22, 26/00

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	RU 2520983 C2 (ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ ЭДУАРДОВИЧ) 27.06.2014, формула, реферат, фиг. 1-4	1-4
A	RU 2224064 C1 (ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ ЭДУАРДОВИЧ и др.) 20.02.2004, формула, реферат, фиг. 1-126	1-4
A	UA 71059 U (МЕСОНЖНИК СЕМЕН МОИСЕЕВИЧ и др.) 25.06.2012, формула, реферат, фиг. 1-12	1-4
A	JP 2006096057 A (HONDA MASAO) 13.04.2006, формула, реферат, фиг. 1-4	1-4

последующие документы указаны в продолжении

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

«P» - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

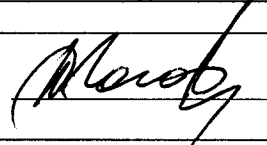
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **23/09/2020**

Уполномоченное лицо:  
Начальник Управления экспертизы



Д.Ю. Рогожин