



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.10.31

(22) Дата подачи заявки
2017.04.29

(51) Int. Cl. *B61B 3/02* (2006.01)
B61B 13/00 (2006.01)
E01B 5/08 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЕННОЙ ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ, ЕЁ РЕЛЬС И УСТРОЙСТВО

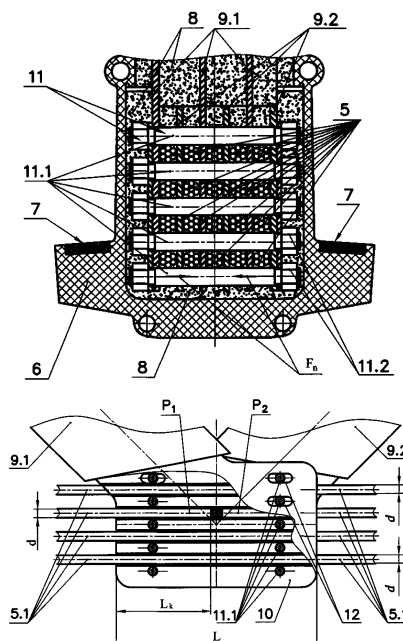
(96) 2017/ЕА/0026 (ВУ) 2017.04.29

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
**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. Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство включает выполнение рельсовых нитей 3 и 4 основного 3₁ и вспомогательного 4₁ силовых органов путевой структуры S в виде объединённых в силовую структуру 5 предварительно напряжённых в продольном направлении силовых элементов 5.1, которые размещают в протяжённом корпусе 6. Одновременно с изготовлением рельсовых нитей 3 и 4 их связывают между собой в ферму G пролётного строения посредством зигзагообразно ориентированных стержней 9 с жёстко закреплёнными на их концах пластинами 10 и крепёжных компонентов 11, которыми формируют поперечные усилия обжатия пластин 10 и силовых элементов 5.1 и осуществляют фиксацию сочленяемых концов P₁ и P₂ силового элемента 5.1 продольно напряжённой силовой структуры 5. В результате, способ изготовления ферменной путевой структуры и выполненные в соответствии с ним её рельс и сама ферменная путевая структура скоростной транспортной системы Юницкого описанных конструкций позволяют создать скоростную транспортную систему, обладающую высокой технологичностью и повышенными эксплуатационными характеристиками,

обеспечивают снижение трудоёмкости по монтажу ферменной путевой структуры; повышение надёжности соединения элементов силовой структуры рельсовых нитей в жёсткую пространственную конструкцию; унификацию элементной базы всей конструкции; стабилизацию эксплуатационно-технических параметров на всем протяжении транспортной системы; устойчивость (монолитность) ферменной путевой структуры; надёжность и ровность корпусов её рельсовых нитей; плавность и мягкость движения транспортного средства (на рисунке не показано) по каждой ферме пролётного строения и на всём протяжении транспортной системы.



Способ изготовления ферменной путевой структуры,
её рельс и устройство

Изобретение относится к области путевых структур транспорта, в частности, к надземным транспортным системам ферменного типа, обеспечивающим высокоскоростные грузовые и пассажирские перевозки.

Известны способы сооружения скоростных монорельсовых дорог системы "Альвег" (ФРГ) или "Сафеже" (Франция), заключающиеся в создании надземных железобетонных эстакад большой протяжённости с навесным и подвесным монорельсом для скоростного движения пассажирских электропоездов со скоростью 120 – 240 км/час и более [1].

Недостатками указанных способов сооружения скоростных дорог является сложность обеспечения ровности рельсового пути, повышения плавности и мягкости движения подвижного средства. Наличие стыков в рельсовом пути не позволяет создать «бархатный» путь для подвижной единицы, а это означает, что невозможно достичь высокой скорости движения на этой транспортной системе и обеспечить её высокую надежность.

Известен способ изготовления рельсового пути из бетонных плит с рельсами для направления рельсового подвижного состава, в котором рельсы утапливают соответственно в паз и прокладывают в упругой оболочке, причём плиту изготавливают с пазом и затем монтируют в рельсовый путь и, наконец, рельсы бесконечно сваривают друг с другом и вдавливают в упругую оболочку нескольких последовательно расположенных плит, которые жёстко соединяют друг с другом, а стыки между соседними плитами уплотняют [2].

Недостатками указанного способа сооружения рельсового пути является сложность обеспечения его ровности, а также достижения плавности и мягкости движения подвижного средства, что, в свою очередь,

не позволяет достигнуть высокой скорости движения на этой транспортной системе и обеспечить надежность подвижного состава на высоких скоростях.

Известен способ построения транспортной системы Юницкого, включающий установку на основании анкерных и промежуточных опор, натяжение и закрепление на разных уровнях на анкерных опорах силовых органов путевой структуры – по меньшей мере, одной основной и одной вспомогательной рельсовых нитей, фиксацию основной и вспомогательной нитей на соответствующих уровнях промежуточных опор, а также фиксацию взаимного расположения основной и вспомогательной нитей в пролёте между смежными опорами [3].

Недостатком указанного способа построения транспортной системы является сложность обеспечения её поперечной жёсткости и высокой ровности структуры рельсовой нити, необходимых при организации высокоскоростного движения.

Известен способ изготовления транспортной системы Юницкого, который принят за прототип. Он включает установку на основании с закреплением на опорах по меньшей мере одной ферменной путевой структуры. В ферменной путевой структуре, на разных уровнях, располагают по меньшей мере одну основную и одну вспомогательную рельсовые нити несущих конструкций, которые выполняют в виде предварительно напряжённых силовых органов, заключённых в протяжённые корпуса с сопряжёнными с ними поверхностями качения для колёсных подвижных средств. При этом основные и вспомогательные нити на пролётах между смежными опорами связывают между собой посредством последовательности зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, образующих с нитями треугольники. Дополнительно левые и правые нити соединяют между собой на каждом уровне поперечными перемычками, которые устанавливают в узлах сопряжения стержневых элементов и нитей [4].

Недостатком указанного способа изготовления транспортной системы является необходимость формирования дополнительных узлов связи по сочленению силовых элементов смежных силовых органов, что ведёт к повышению сложности и снижению надёжности монтажа такой системы.

Структуры транспортных систем, созданные на основе ферм (ферменные структуры) широко известны. Так, например, известна транспортная система [5], у которой путь образован фермой треугольного сечения, а транспортный модуль, образованный двумя вагонами, жёстко соединёнными между собой и охватывающими ферму, передвигается по рельсу, установленному в вершине сечения фермы. Для поддержания равновесия модуль опирается также на два других рельса, установленных по сторонам фермы.

Известна также структура ферменного транспорта [6], представляющая собой путь, образованный изготовленными из труб круглого или прямоугольного сечения, либо из профилей (двутавров, швеллеров и т.п.) и соединёнными между собой фермами, имеющими в сечении треугольный профиль. Движение транспортных модулей или поездов может осуществляться по опорным рельсам (основные рельсовые нити), установленным в его нижней части, а вертикальная стабилизация вагонов – за счёт контакта их поддерживающих колёс с поддерживающими рельсами (вспомогательные нити), расположенными в его верхней части. Как опорные, так и поддерживающие рельсы могут являться одновременно силовыми элементами ферм. Путь может быть закрыт кожухом, защищающим его от атмосферных осадков. Фермы опираются на опоры, представляющие из себя либо столбы трубчатого сечения, которые могут быть выполнены телескопическими для удобства регулировки их высоты для приспособления трассы к неровностям поверхности, либо решётчатые конструкции – по типу опор высоковольтных линий передач.

Основным преимуществом известных ферменных конструкций является то, что построенные на их основе путевые структуры практически не занимают земельную площадь, т.к. фермы, расположенные над городской застройкой или природным ландшафтом, более лёгкие чем применяемые альтернативно железобетонные эстакады и не требуют для своей поддержки мощных опор, земляных насыпей и пр. Ферменная трасса, расположенная вдоль существующей магистрали, практически не выйдет за габариты разделительной зоны между транспортными потоками. При переходе трассы через глубокие пропасти, ущелья, реки с глубоким руслом опоры могут быть выполнены с помощью тросовой подвески. В результате снижается интенсивность движения по автомагистралям без увеличения количества полос движения, появляется возможность обслуживания транспортом районов со сложным ландшафтом, снижаются затраты на монтаж и эксплуатацию транспортной системы. Внутреннее пространство ферм может быть использовано для прокладки силовых кабелей, кабелей наружного освещения, телефонных кабелей, использоваться для посадки/высадки пассажиров или их эвакуации из подвижного состава при аварийных ситуациях. Опоры трассы могут также использоваться для размещения фонарей наружного освещения и/или иных широко известных технических устройств, например, солнечных батарей.

Общим недостатком указанных ферменных конструкций является сложность при транспортировке к месту установки неразрезных конструкций габаритных ферм протяжённых пролётных строений, а также трудоёмкость их монтажа в полевых условиях при сложном ландшафте и ограниченных возможностях использования традиционных технологий и оборудования.

Дальнейшее развитие ферменные транспортные конструкции получили с разработкой и применением в них предварительно напряжённых струнно-стержневых компонентов.

Известна транспортная система Юницкого [3] с путевой структурой в виде предварительно напряжённой струнно-стержневой фермы, в которой основная и вспомогательная нити, выполненные с предварительно напряжённым силовым органом и расположенные на разных уровнях между смежными опорами, связаны между собой посредством последовательности периодически зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, продольные оси которых образуют с продольными осями основной и вспомогательной нитей треугольники.

Благодаря сочетанию и взаимосвязи свойств предварительно напряжённой путевой структуры со свойствами структур конструкционной жёсткости, каковыми являются фермы, повышается продольная жёсткость системы и обеспечивается возможность увеличения пролётов между опорами до 100 м и более практически при нулевой стреле провеса основной нити. Это позволяет строить транспортные системы как с многорельсовыми путевыми структурами, так и со структурами типа «монорельс».

В известной транспортной системе допускается выполнение вспомогательной нити как в виде силового органа, без сплошного корпуса (когда корпус как бы вырождается в множество рассредоточенных вдоль силового органа соединительных обечаек), так и при выполнении её со сплошным протяжённым корпусом, охватывающим силовой орган. В последнем случае вспомогательная нить (одна или более), будучи расположена под основной нитью в одной плоскости с ней, может использоваться в качестве подпорного рельса, имеющего боковую поверхность качения для пространственной ориентации колёсных транспортных средств для системы типа «монорельс».

Однако, известная транспортная система имеет недостаточную поперечную жёсткость и дополнительные трудности технического исполнения стыковочных узлов силовых органов при недостаточной унификации элементов конструкции.

Известна скоростная транспортная система Юницкого [4], которая принята за прототип. Она включает по меньшей мере одну ферменную путевую структуру, содержащую установленную на основании, с опиранием на опоры по меньшей мере одну основную рельсовую нить несущей конструкции в виде предварительно напряжённого силового органа, заключённого в протяжённый корпус с сопряжённой с ним поверхностью качения для колёсных подвижных средств и расположенную на другом уровне по меньшей мере одну вспомогательную нить несущей конструкции в виде предварительно напряжённого силового органа, заключённого в корпус, причём основные и вспомогательные нити на пролётах между смежными опорами связаны между собой посредством последовательности зигзагообразно ориентированных стержневых элементов, размещённых между основной и вспомогательной нитями и образующих с ними треугольники. Дополнительно левые и правые нити соединены между собой на каждом уровне поперечными перемычками, которые установлены в узлах сопряжения стержневых элементов и нитей.

Рельсовая нить указанной транспортной системы образована натянутыми между анкерными опорами рельсами струнного типа, общей особенностью которых является наличие протяжённого корпуса с сопряжённой с ним поверхностью качения и с заключённым внутри него предварительно напряжённой продольной силовой структурой. Сопряжённая с корпусом поверхность качения образует гладкий путь для опорных колёс подвижного средства, каждое из которых даёт вертикальную нагрузку на путевую структуру.

Общим недостатком известных ферменных конструкций, содержащих рельсовые нити, является необходимость формирования дополнительных узлов связи по сочленению силовых элементов смежных силовых органов, что ведёт к повышению сложности и снижению надёжности монтажа такой системы.

Известен рельс транспортной системы Юницкого [7], содержащий полый трубчатый корпус, внутри которого размещены предварительно напряжённые протяженные силовые элементы, а объём свободных промежутков заполнен твердым монолитным материалом, при этом протяжённые силовые элементы размещены внутри корпуса рельса с образованием контакта с внутренней поверхностью его стенки по линии приложения нагрузки и оснащены адаптационными оболочками, непосредственно охватывающими поверхность силовых элементов.

Недостатком указанного рельса является его низкая технологичность при использовании в качестве ферменных конструкций, трудоёмкость при монтаже зигзагообразно ориентированных стержней, а также – необходимость формирования дополнительных узлов связи по сочленению силовых элементов смежных силовых органов, что ведёт к повышению сложности и снижению надёжности монтажа такой системы.

Известен рельс транспортной системы Юницкого [8], содержащий головку и полый корпус, выполненный П-образным или с наклонёнными друг к другу боковыми стенками. Внутри корпуса размещён по крайней мере один предварительно напряжённый продольный наборный элемент. Нижние кромки корпуса снабжены обращёнными наружу утолщениями с оговариваемыми формой и площадью поперечного сечения.

Недостатком указанного рельса является его низкая технологичность при использовании в качестве ферменных конструкций пролётного строения, в частности – существенная трудоёмкость при монтаже зигзагообразно ориентированных стержней.

Известен рельс транспортной системы Юницкого, который принят за прототип [9]. Он включает полый протяжённый корпус с размещенным внутри него по меньшей мере одним силовым органом, содержащим предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, собранные в силовую структуру. Причём, силовая структура выполнена в виде нескольких канатов, размещенных в горизонтальной и в

вертикальной плоскостях и снабжена установленными по его длине средствами для его прижима. В свою очередь, средство для его прижима выполнено в виде пары: винт – гайка, при этом один элемент пары жёстко соединен с корпусом, а средство прижима продольного наборного элемента снабжено ложементом и упругой прокладкой, размещённой между прижимающим и наборным элементами.

Недостатком рельса такого исполнения является его низкая технологичность, проявляющаяся при практическом его применении в качестве основной балки ферменной конструкции пролётного строения и трудоёмкость при монтаже зигзагообразно ориентированных стержней. Кроме того, – сохраняется необходимость формирования дополнительных узлов связи по сочленению силовых элементов смежных силовых органов, что ведёт к повышению сложности и снижению надёжности монтажа и конструкции такой системы в целом.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

- снижение трудоёмкости по монтажу ферменной путевой структуры;
- обеспечение надёжности соединения элементов силовой структуры рельсовых нитей в жёсткую пространственную конструкцию;
- унификация элементной базы конструкции ферменной путевой структуры;
- стабилизация эксплуатационно-технических параметров на всем протяжении рельсового пути за счёт повышения жёсткости, упругой устойчивости (монолитности) путевой структуры, её надёжности и ровности рельсовых нитей;
- обеспечение плавности и мягкости движения по каждой ферме пролётного строения и на всём протяжении транспортной системы.

Технические цели в соответствии с задачей изобретения достигаются в способе изготовления ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого, согласно которому на основании

устанавливают опоры, а на них располагают рельсовые нити по меньшей мере одного основного и, на другом уровне, по меньшей мере одного вспомогательного силового органа, при этом силовой орган выполняют из предварительно напряжённых в продольном направлении силовых элементов, а силовые элементы объединяют в силовую структуру и размещают в протяжённом корпусе с сопряжённой с ним поверхностью качения, причём силовую структуру формируют заполняя свободный от силовых элементов объём протяжённого корпуса твердеющим материалом, а нити основного и вспомогательного силового органа связывают между собой в ферму пролётного строения посредством зигзагообразно ориентированных стержней с жёстко закреплёнными на их концах пластинами и крепёжных компонентов, при этом продольными осями стержней и продольными осями нитей формируют треугольники с вершинами в узлах связи стержней и нитей, а сочленяемые концы силового элемента располагают в узле связи стержней и нитей, причём в этом узле крепёжными компонентами и пластинами формируют поперечные усилия обжатия пластин и силовых элементов в силовой структуре с усилием F_n , N , определяемым соотношением:

$$0,1 \leq F_n / F_0 \leq 0,95,$$

где: F_0 , N , – усилие разрыва крепёжного компонента при растяжении.

Так, указанный результат достигается тем, что формирование поперечных усилий осуществляют с возможностью фиксации сочленяемых концов силового элемента в продольно напряжённой силовой структуре.

Технический результат достигается также и тем, что пластины выполняют с возможностью продольного и поперечного смещения относительно силовой структуры и крепёжного компонента.

Достижение указанного результата обеспечивается также и тем, что ферменная путевая структура скоростной транспортной системы Юницкого, выполненная способом по п.1, в которой установленные на основании опоры с расположенными на них рельсовыми нитями по

меньшей мере одного основного и, на другом уровне, по меньшей мере одного вспомогательного силового органа, содержит предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, собранные в силовую структуру, причём нити основного и вспомогательного силового органа представляют собой силовую структуру, расположенную в протяжённом корпусе и заполненную твердеющим материалом, а протяжённый корпус выполнен с сопряжённой с ним поверхностью качения, при этом нити основного и вспомогательного силового органа посредством крепёжных компонентов связаны между собой зигзагообразно ориентированными стержнями при помощи жёстко закреплённых на их концах пластин и образуют ферму пролётного строения, а продольные оси стержней с продольными осями нитей формируют треугольники с вершинами в узлах связи стержней и нитей, при этом пластины и крепёжные компоненты установлены в этих узлах с возможностью формирования в силовой структуре поперечных усилий обжатия, причём, наименьший поперечный размер a , м, стержней и их длина l , м, связаны соотношением:

$$5 \leq l/a \leq 50.$$

Целесообразно в пластине выполнить, по меньшей мере, одно сквозное фасонное продолговатое отверстие.

Желательно пластины разнонаправленных стержней расположить на противоположенных боковых сторонах силового элемента.

Указанный результат достигается также и тем, что зигзагообразно ориентированные стержни могут быть выполнены профильными с поперечным сечением как в виде трубы, так и в виде тавра, двутавра, швеллера, угла или полосы.

Альтернативным является исполнение, при котором основная и/или вспомогательная нити выполнены по меньшей мере парными.

Указанный результат достигается также и тем, что нити в парах соединяют между собой на каждом уровне жёсткими поперечными перемычками.

Указанный результат достигается также и тем, что поперечные перемычки устанавливают в узлах связи стержней и нитей.

Указанный результат достигается также и тем, что поперечные перемычки в узлах связи стержней и нитей выполняют заодно с крепёжными компонентами.

Достижение указанного результата обеспечивается также и тем, что рельс ферменной путевой структуры по п. 4, выполненной способом по п. 1, *в котором* по меньшей мере один силовой орган содержит предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, собранные в силовую структуру, расположенную в протяжённом корпусе и заполненную твердеющим материалом, а протяжённый корпус снабжён сопряжённой с ним поверхностью качения и выполнен с возможностью размещения в нём пластин и крепёжных компонентов, устанавливаемых в узлах связи стержней и нитей с целью формирования в силовой структуре поперечных усилий обжатия, причём длина L , м, пластины, её ширина H , м, и толщина T , м, связаны с наименьшим поперечным размером d , м, силового элемента, соотношениями:

$$5 \leq L/d \leq 50,$$

$$3 \leq H/d \leq 30,$$

$$0,1 \leq T/d \leq 2.$$

При этом целесообразно чтобы длина L , м, пластины и её ширина H , м, были связаны зависимостью:

$$0,2 \leq L/H \leq 5.$$

Решению поставленной задачи способствуют также следующие частные существенные признаки изобретения.

Указанный результат достигается также и тем, что в качестве крепёжных компонентов используют конструктивные элементы

протяжённого корпуса, например, выполненные в нём резьбовые или не резьбовые отверстия, расположенные соосно усилию обжатия пластин и силовых элементов в узлах связи стержней и нитей.

Достижение указанного результата обеспечивается также тем, что силовой элемент выполняют в виде витых и/или невитых канатов, тросов, проволок, лент, полос и/или других известных протяжённых элементов из любых прочных материалов.

Целесообразно чтобы длина L , м, пластины была связана с длиной L_k , м, конца сочленяемого силового элемента зависимостью, определяемой соотношением:

$$2 \leq L/L_k \leq 5.$$

Альтернативным является исполнение при котором силовые элементы по вертикали разделяют между собой прижимными планками.

Желательно чтобы прижимная планка была выполнена со сквозным отверстием, расположенным коаксиально центральным осям симметрии фасонного продолговатого отверстия пластины.

Указанный результат достигается также и тем, что в пластине и/или прижимной планке, со стороны силового элемента, выполняют фасонный продольный паз, соответствующий по форме силовому элементу.

Целесообразно, чтобы в пазу была расположена адаптационная прокладка и/или вставка, которую выполняют, например, из металла и/или композиционного материала.

Существенно, что в качестве силовой структуры используют один и/или несколько пучков силовых элементов, расположенных в один и/или несколько горизонтальных слоёв и/или вертикальных рядов.

Указанный результат в способе изготовления ферменной путевой структуры, конструкции её рельса и устройстве непосредственно самой ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого достигается также и тем, что формирование силовой структуры осуществляют предварительным распределением силовых элементов в

корпусе по трафарету из крепёжных компонентов, пластин и/или прижимных планок.

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей фиг.1 – фиг.17, на которых изображено следующее:

фиг.1 – ферменная путевая структура – общий вид;

фиг.2 – схематическое изображение узла связи крепёжными компонентами пластин зигзагообразно ориентированных стержней и силовых элементов;

фиг.3 – схематическое изображение пластины;

фиг.4 – схематическое изображение поперечного разреза пластины (вариант исполнения);

фиг.5 – схематическое изображение поперечного разреза пластины (вариант исполнения);

фиг.6 – схематическое изображение поперечного разреза корпуса рельсовой нити (вариант исполнения);

фиг.7 – схематическое изображение узла связи пластин зигзагообразно ориентированных стержней с силовыми элементами;

фиг.8 – схематическое изображение прижимной планки;

фиг.9 – схематическое изображение поперечного разреза прижимной планки (вариант исполнения);

фиг.10 – схематическое изображение поперечного разреза прижимной планки (вариант исполнения);

фиг.11 – схематическое изображение стержня с пластинами;

фиг.12 – схематическое изображение фрагмента фермы пролётного строения, образованной рельсовыми нитями основного и вспомогательного силовых органов, связанных зигзагообразно ориентированными стержнями;

фиг.13 – схематическое изображение поперечного разреза прижимных планок с обжатыми ими силовыми элементами (вариант исполнения);

фиг.14 – схематическое изображение фрагмента фермы пролётного строения, образованной левой и правой рельсовыми нитями силовых органов, связанных жёсткими поперечными перемычками – вид сверху;

фиг.15 – схематическое изображение поперечной перемычки (вариант исполнения) – вид спереди;

фиг.16 – схематическое изображение поперечной перемычки (вариант исполнения) – вид сбоку;

фиг.17 – схематическое изображение узла связи поперечной перемычки с рельсовой нитью.

Способ изготовления ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого реализуют следующим образом.

На рассредоточенные по основанию 1 из грунта вдоль трассы опоры 2 (анкерного 2а и промежуточного 2b типов), на разных уровнях, располагают рельсовые нити 3 и 4 по меньшей мере одного основного 3_1 и на другом уровне по меньшей мере одного вспомогательного 4_1 силового органа путевой структуры S, которые объединяют между собой и закрепляют над основанием 1 таким образом, что рельсовые нити 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S образуют, по меньшей мере, одну ферму G пролётного строения между смежными опорами (см. фиг.1).

Конструкции пролётных строений G могут быть различными в зависимости от особенностей рельефа местности, проектных параметров и технической целесообразности. При этом, альтернативным исполнением пролётного строения G ферменной путевой структуры является выполнение её в виде вантовой фермы, подвесной и/или комбинированной системы (на рисунке не показаны).

В зависимости от свойств основания, места установки и набора функций, анкерные 2а и промежуточные 2b опоры могут иметь различные конструктивные оформления – в виде башен, колонн с оголовками, стальных и железобетонных столбчатых и каркасных зданий и сооружений,

оборудованных пассажирскими станциями и/или грузовыми терминалами, других функциональных сооружений или ферменных структур.

Ферменная путевая структура S предназначена для обеспечения транспортных коммуникаций (пассажирских, и/или грузовых, и/или грузопассажирских). Транспортное средство (на рисунке не показано) либо подвешивают снизу к путевой структуре S , либо – устанавливают на неё сверху.

Устройства крепления рельсовых нитей 3 и 4, соответственно, основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S , на анкерных 2а и промежуточных 2b опорах или в пролётном строении G , представляют собой любые известные устройства, аналогичные устройствам, используемым в висячих и вантовых мостах, канатных дорогах и предварительно напряжённых железобетонных конструкциях для крепления (анкерения) натянутых силовых органов.

Рельсовые нити 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S выполняют в виде объединённых в силовую структуру 5 предварительно напряжённых в продольном направлении силовых элементов 5.1, которые размещают в протяжённом корпусе 6 (соответственно 6.1 и 6.2 для рельсовых нитей 3 и 4). Предварительное напряжение силовых элементов 5.1 обеспечивают растягивающими усилиями, соответственно, F_1, H , и F_2, H , которые прикладывают к указанным силовым элементам 5.1 силовой структуры 5 рельсовых нитей 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S (см. фиг.1, 12).

Изготовление рельсовых нитей 3 и 4 осуществляют следующим образом.

Силовые элементы 5.1, объединяют в силовую структуру 5 и размещают в протяжённом корпусе 6 с сопряжённой с ним поверхностью качения 7 (см. фиг.6) для колёс транспортного средства (на рисунке не показаны). При этом силовую структуру 5 формируют путём заполнения

свободного от силовых элементов 5.1 объёма протяжённого корпуса 6 твердеющим материалом 8.

В соответствии с любым из неограниченных вариантов применения твердеющего материала 8, в качестве такового, в зависимости от проектного решения, используют составы на основе полимерных связующих композитов, цементные смеси (см. фиг.6, 12) и/или аналогичные твердеющие материалы.

В результате обеспечивают омоноличивание рельсовых нитей 3 и 4 основного 3₁ и вспомогательного 4₁ силовых органов путевой структуры S, осуществляя, тем самым, передачу и перераспределение внешних нагрузок и усилий на все предварительно напряжённые продольные элементы конструкции, что в значительной степени позволяет увеличить изгибную жёсткость корпуса 6 рельсовой нити 3 и/или 4 (см. фиг.6).

При этом силовые органы 3₁ и 4₁, соответственно рельсовых нитей 3 и 4, работают в ферменной путевой структуре S не как гибкий элемент, а как жёсткая неразрезная балка.

Альтернативно, в зависимости от проектного решения и требуемых технических параметров, в качестве силовой структуры 5 используют один, и/или несколько пучков силовых элементов 5.1, выполненных, например, в виде витых, и/или невитых канатов, тросов, проволок, лент, полос и и/или других протяжённых элементов из любых прочных материалов. При этом, в качестве предварительно напряжённого продольного элемента также могут использовать продольно ориентированные элементы путевой структуры – например, корпус 6 рельсовой нити 3 и/или 4 основного 3₁ и/или вспомогательного 4₁ силовых органов путевой структуры S.

При практической реализации основная и вспомогательная рельсовые нити 3 и 4 могут быть выполнены в виде корпусов 6.1 и 6.2 с размещёнными в них силовыми структурами 5 и представляют собой, соответственно, основную и вспомогательную балки пояса фермы G пролётного строения (см. фиг. 12).

Рассмотренное исполнение ферменной путевой структуры S предусматривает применение подвешного транспортного средства на основной рельсовой нити 3 основного пояса фермы G пролётного строения и навесного транспортного средства на вспомогательной рельсовой нити 4 вспомогательного пояса фермы (на рисунке не показаны).

На фиг.6 представлено схематическое изображение варианта исполнения поперечного разреза корпуса 6 основной 3 рельсовой нити.

Выбор того или иного варианта конструктивного выполнения основной и вспомогательной рельсовых нитей 3 и 4 для построения транспортной системы определяется условиями её эксплуатации, проектными требованиями к ней, прежде всего, её назначением, видом перевозимых грузов, массой и скоростью движения транспортных средств.

Протяжённый корпус 6.1 основной рельсовой нити 3, находящийся в одном уровне, представляет собой основной пояс ферменной структуры, который может быть как нижним, так и верхним, в зависимости от положения относительно вспомогательной нити 4 и конструкции используемого транспортного средства (на рисунке не показано).

В свою очередь, вспомогательная рельсовая нить 4, включает свой корпус 6.2 (при его наличии) и представляет собой вспомогательный пояс фермы – который может быть как верхним, так и нижним, в зависимости от положения относительно основной рельсовой нити 3, что определяется условиями конкретного проектно-конструкторского решения и конструкцией используемого транспортного средства (на рисунке не показано).

В зависимости от проектного решения транспортного средства и путевой структуры, сопряжённые с корпусами поверхности качения основной и/или вспомогательной рельсовых нитей 3 и 4 находятся на верхних и/или на нижних, и/или на боковых внешних поверхностях корпусов 6.1 и 6.2.

На фиг.12 представлен вариант реализации путевой структуры, где основная рельсовая нить составляет нижний пояс фермы G пролётного строения и находится в предварительно напряжённом состоянии под действием приложенного, как показано на фиг. 1, усилия натяжения F_1 , а вспомогательная нить, – под действием усилия натяжения F_2 , – составляет верхний пояс фермы G .

Кроме того, возможно бескорпусное исполнение вспомогательной нити 4 (на рисунке не показано), которая в этом случае представляет собой предварительно напряжённую протяжённую силовую структуру 5, состоящую из одного или нескольких напряжённых силовых элементов 5.1.

Таким образом, вспомогательная нить 4 может быть представлена без наличия корпуса 6 (без образования вспомогательной рельсовой колеи), либо вспомогательная нить 4 может быть представлена с наличием её корпуса 6.2 в виде вспомогательной балки верхнего пояса фермы G пролётного строения путевой структуры S .

Одновременно с изготовлением рельсовых нитей 3 и 4 основного 3₁ и вспомогательного 4₁ силовых органов (см. фиг.12) путевой структуры S их связывают между собой в ферму G пролётного строения посредством зигзагообразно ориентированных стержней 9 (на фиг. 2 обозначены соответственно – 9.1 и 9.2) с жёстко закреплёнными на их концах пластинами 10 и крепёжных компонентов 11 (см. фиг. 6), которыми формируют поперечные усилия обжатия пластин 10 и силовых элементов 5.1 и, при необходимости, т.е. при их наличии осуществляют фиксацию сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1 продольно напряжённой силовой структуры 5 (см. фиг. 7).

Зигзагообразно ориентированные стержни 9 могут быть выполнены с профилем поперечного сечения в виде трубы (круглой или профильной). Альтернативно зигзагообразно ориентированные стержни 9 могут быть выполнены профильными в поперечном разрезе в виде любых из известных

профилей, например: тавра, двутавра, швеллера, уголка или полосы или всевозможных их сочетаний.

Крепёжные компоненты 11 могут быть выполнены любым образом, выбранным из числа известных. В частности, в качестве крепёжных компонентов 11 целесообразно использовать, например, резьбовое соединение типа винт 11.1 – гайка 11.2 (см. фиг. 6, 15, 16).

В процессе построения фермы G пролётного строения (см. фиг.1, 6 и 12) её монтаж осуществляют таким образом, что продольные оси W и Z стержней 9 с продольными осями X и Y, соответственно, рельсовых нитей 3 и 4 основного 3₁ и вспомогательного 4₁ силовых органов путевой структуры S, формируют треугольники ABC с вершинами A, B, C, в узлах связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4 (см. фиг. 12).

Сочленяемые концы P₁ и P₂ силового элемента 5.1 (см. фиг. 7) располагают, в соответствии с проектными требованиями, в узле A и/или B и/или C связи разнонаправленных зигзагообразно ориентированных стержней 9.1 и 9.2 и нитей 3 и/или 4 (см. фиг. 2, 7).

Причём, в узлах A, B, C связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4, при помощи пластин 10 и крепёжных компонентов 11 формируют поперечные усилия обжатия пластин 10 и силовых элементов 5.1 в силовой структуре 5 с усилием F_n, H, (см. фиг. 6) определяемым соотношением:

$$0,1 \leq F_n / F_0 \leq 0,95, \quad (1)$$

где: F₀, H, – усилие разрыва крепёжного компонента при растяжении.

Указанные значения соотношения (1) выделяют оптимальный диапазон поперечных усилий и позволяют без особых трудностей обеспечить обжатие пластин 10 и силовых элементов 5.1 в силовой структуре 5 с оптимальным усилием, обеспечивающим фиксацию сочленяемых концов P₁ и P₂ силового элемента 5.1 продольно напряжённой силовой структуры 5, требуемую прочность и надёжность соединения элементов силовой структуры, несущую способность фермы G пролётного

строения и технологичность её изготовления. В итоге – достигают сокращения количества мест локальной неоднородности вдоль рельсовых нитей силовых органов, повышения надёжности и упрощения изготовления ферменной путевой структуры S.

Если соотношение (1) будет меньше 0,1, то невозможно обеспечить усилия обжатия пластин 10 и силовых элементов 5.1 в силовой структуре 5, необходимого для достижения фиксации сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1, а также – требуемой жёсткости и несущей способности узлов фермы G пролётного строения.

Если отношение (1) будет больше 0,95, то возрастает вероятность возникновения перенапряжений в узлах связи и, в частности, в крепёжных компонентах 11, что может привести к снижению надёжности конструкции фермы G пролётного строения в целом и к её разрушению при многоцикловой нагрузке.

Усилие обжатия F_n , H , (см. фиг. 6) обеспечивают крепёжным компонентом 11 типа винт 11.1 – гайка 11.2 и осуществляют пластинами 10 (см. фиг. 2, 6, 15, 16, 17).

В пластинах 10 выполняют сквозные фасонные продолговатые отверстия 12, которые обеспечивают возможность как поперечного смещения пластин 10 относительно силовой структуры 5 и крепёжного компонента 11, а также и продольное смещения пластин 10 относительно силовой структуры 5 и крепёжного компонента 11 (см. фиг. 2, 3, 5, 7, 11).

Выполненные в пластинах 10 сквозные фасонные продолговатые отверстий 12 позволяют обеспечить как обжатие этими пластинами 10 силовых элементов 5.1 силовой структуры 5 в поперечном направлении в узлах А, В, С связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4 (см. фиг. 12) так и корректировать в продольном направлении, по месту, в этих узлах фермы G пролётного строения зазоры и накопленные погрешности линейных размеров элементов её конструкции. В результате обеспечивают фиксацию

в узлах А, В, С связи концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1 в продольно напряжённой силовой структуре 5 и достигают прямолинейности рельсовых нитей 3 и 4 при отсутствии отличных от расчётных значений локальных перенапряжений структуры, снижающих прочность и надёжность ферменной путевой структуры S в целом.

Пластины 10 разнонаправленных зигзагообразных стержней 9.1 и 9.2 (см. фиг. 2) располагают на противоположных боковых сторонах силового элемента 5.1, что позволяет формировать силовую структуру 5 с жёстко фиксированным расположением силовых элементов 5.1 между собой, обеспечить равномерность их обжатия в узлах А, В, С связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4 и равномерность распределения усилий в разнонаправленных зигзагообразно ориентированных стержнях 9.1 и 9.2 фермы G пролётного строения. Тем самым достигается упрощение процесса монтажа протяжённых ферм G пролётных строений и рельсовых нитей 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов, в том числе в полевых условиях.

Пластины 10 выполняют с длиной L , м, шириной H , м, и толщиной T , м, (см. фиг. 4, 5, 7, 11, 13) значения которых приведены в описании устройства ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого.

Для обеспечения в узлах А, В, С связи надёжной фиксации концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1 прижимным усилием F_n , H , длину L , м, пластины 10 выполняют в соответствии с зависимостью между длиной L , м, пластины 10 и длиной L_k , м, конца P_1 и/или P_2 сочленяемого силового элемента 5.1, определяемой соотношением:

$$2 \leq L/L_k \leq 5. \quad (2)$$

При выполнении размеров длины L , м, пластины 10 и длины L_k , м, конца P_1 и/или P_2 сочленяемого силового элемента 5.1 со значениями, соответствующими соотношению (2), удаётся достаточно просто

обеспечить требуемую фиксацию сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1 продольно напряжённой силовой структуры 5, а также – необходимую жёсткость и несущую способность фермы G пролётногo строения при высокой технологичности её изготовления.

Если соотношение (2) будет меньше 2, то для надёжной фиксации сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1 потребуются дополнительные поперечные усилия обжатия и/или применение иных технических решений для обеспечения процесса фиксации сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1, что ведет к удорожанию путевой структуры.

Если соотношение (2) будет больше 5, то наблюдается неоправданный перерасход конструкционных материалов и, как следствие, – удорожание путевой структуры.

Альтернативным исполнением способа изготовления ферменной путевой структуры является разделение силовых элементов 5.1 пластинами 10 и прижимными планками 13 в силовой структуре 5 по вертикали и их индивидуальное распределение в этой структуре по горизонтали – в один и/или несколько вертикальных рядов и/или в один и/или несколько горизонтальных слоёв (см. фиг. 8, 9, 10, 13, 17).

Применение прижимных планок 13 в качестве вертикальных разделительных прослоек между силовыми элементами 5.1 силовой структуры 5, наряду с использованием для этих целей пластин 10 и крепёжных компонентов 11, позволяет структурировать силовые элементы 5.1 в силовой структуре 5 и сформировать её с заданными техническими свойствами путём предварительного распределения силовых элементов 5.1 в корпусе 6 по заданному трафарету с требуемым позиционированием каждого из них в соответствующей части корпуса 6 рельсовой нити 3 и/или 4.

В зависимости от проектного решения, при использовании в качестве силовой структуры 5 одного и/или нескольких пучков силовых элементов 5.1, расположенных, по меньшей мере, в один и/или несколько

горизонтальных слоёв и/или вертикальных рядов, применение пластин 10 и/или прижимных планок 13, объединённых крепёжными компонентами 11, позволяет надёжно разделить и разграничить между собой силовые элементы 5.1, определить, по трафарету, их положение в корпусе 6 с требуемым позиционированием каждого из них и исключить возможность спутывания при монтаже путевой структуры S.

Такое изготовление ферменной путевой структуры S обеспечивает проектное формирование и распределение напряжённого состояния силовой структуры 5, повышение технологичности её монтажа и достижение повышения надёжности при снижении материалоемкости конструкции ферменной путевой структуры S, а также обеспечивается повышение её безопасности и надёжности в случае обрыва одного из силовых элементов 5.1 силовой структуры 5 в процессе эксплуатации.

Использование прижимной планки 13 целесообразно и оправдано при выполнении её длины, ширины и толщины в соответствии с аналогичными размерами пластины 10, но с отверстием 14, расположенным коаксиально центральным осям симметрии фасонного продолговатого отверстия 12 пластины 10 (см. фиг. 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11).

Благодаря использованию прижимных планок 13 упрощается монтаж силовых элементов 5.1 в силовой структуре 5, облегчается процедура центрирования и позиционирования силовых элементов 5.1 относительно крепёжных компонентов 11 и корпуса 6 рельсовой нити 3 и/или 4, что, в свою очередь, ведёт к повышению крутильной жёсткости и несущей способности в целом ферменной путевой структуры S и фермы G каждого пролётного строения в частности.

Улучшение позиционирования и фиксации силовых элементов 5.1 в силовой структуре 5 и корпусе 6 рельсовой нити 3 и/или 4 обеспечивают фасонным продольным пазом 15, который, альтернативно, выполняют в прижимной планке 13 или в пластине 10 со стороны силового элемента 5.1 (см. фиг. 4, 8, 9).

Дополнительно, в зависимости от проектного решения, для улучшения обжатия и фиксации силового элемента 5.1, используют адаптационную прокладку и/или вставку 16, которую выполняют из металла и/или композиционного материала и располагают в пазу 15 между силовым элементом 5.1 и прижимной планкой 13 и/или пластиной 10 (см. фиг.13).

Основную 3 и вспомогательную 4 рельсовые нити силовых органов 3_1 и 4_1 соответственно, со всеми представленными выше характеризующими их признаками, выполняют, по меньшей мере, парными, – левой и правой. Так у основной 3 нити – это нити силовых органов 3^L_1 и 3^P_1 с продольными осями, соответственно, X_1 и X_2 , которые выполняют предварительно напряжёнными в продольном направлении за счёт усилий F_1 , H , и $F_{1.1}$, H , (см. фиг. 14), которые прикладывают к их силовым структурам. Аналогично выполняют парными силовые органы и у вспомогательной 4 нити (на рисунках не показано).

В зависимости от проектного решения и в соответствии с техническими требованиями повышения жёсткости ферменной путевой структуры, левая 3^L_1 и правая 3^P_1 рельсовые нити основного 3_1 силового органа путевой структуры S связывают между собой в нижний пояс пространственной фермы G пролётного строения посредством жёстких поперечных перемычек 17 (см. фиг.14). Аналогично, левая и правая вспомогательные 4 рельсовые нити соответствующего силового органа 4_1 путевой структуры S связывают между собой в верхний пояс пространственной фермы G пролётного строения посредством жёстких поперечных перемычек 17 (на. рисунках не показаны).

При этом форма поперечной перемычки определяется исключительно условиями конкретного проектно-конструкторского решения, расчётными значениями технических характеристик ферменной путевой структуры, формой и размерами транспортного средства, эстетическими соображениями и внешним видом транспортной структуры,

её материалоемкостью, стоимостью и может быть выбрана произвольной из всего многообразия вариантов её исполнения, удовлетворяющих условию оптимизации вышеперечисленных требований.

В результате формируют ферменную путевую структуру S повышенной жёсткости как в продольном, так и в поперечном направлении пролётного строения, что позволяет снизить материалоемкость конструкции и увеличить длину пролётов.

Поперечные перемычки 17 устанавливают, соответственно, в узлах A , A_1 (A^n , A_1^n) и/или C , C_1 связи стержней 9 с основной левой 3^L_1 и с основной правой 3^P_1 (см. фиг.14) рельсовыми нитями несущих конструкций (нижнего пояса) фермы G пролётного строения и выполняют заодно с крепёжными компонентами 11 (см. фиг. 15, 16, 17) со всеми представленными выше характеризующими их признаками.

Аналогично могут быть выполнены и установлены поперечные перемычки 17 в узлах связи стержней 9 с левой и правой вспомогательными нитями несущих конструкций (верхнего пояса) фермы G пролётного строения (на. фиг. не показаны).

Использование поперечной перемычки 17 в узлах связи стержней 9 и нитей 3 и/или 4 заодно с крепёжным компонентом 11 (11.1) позволяет унифицировать узлы путевой структуры S пространственной фермы G пролётного строения, повысить жёсткость конструкции, снизить трудоёмкость изготовления и уменьшить её стоимость.

Сущность технического решения предлагаемой ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого заключается в следующем.

Предлагаемая ферменная путевая структура, выполненная вышеуказанным способом, содержит рассредоточенные на основании 1 из грунта вдоль трассы опоры 2 (анкерного 2а и промежуточного 2b типов). На опорах 2, на разных уровнях, расположены рельсовые нити 3 и 4 по меньшей мере одного основного 3_1 и на другом уровне по меньшей мере

одного вспомогательного 4_1 силового органа путевой структуры S , которые объединены между собой, закреплены над основанием 1 и образуют, по меньшей мере, одну ферму G пролётного строения (см. фиг.1).

Рельсовые нити 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S выполнены в виде объединённых в силовую структуру 5 предварительно напряжённых в продольном направлении силовых элементов 5.1. Их предварительное напряжение обеспечивают растягивающими усилиями, соответственно, F_1, H , и F_2, H , приложенными к указанным силовым элементам 5.1 силовой структуры 5 (см. фиг.1, 12).

Силовые элементы 5.1, объединённые в силовую структуру 5, размещены в протяжённом корпусе 6 с сопряжённой с ним поверхностью качения 7. При этом силовую структуру 5 формируют путем заполнения свободного от силовых элементов 5.1 объёма протяжённого корпуса 6 твердеющим материалом 8 (см. фиг.6).

В качестве твердеющего материала 8, в зависимости от проектного решения, используют составы на основе полимерных связующих композитов, цементные смеси (см. фиг. 6, 12) и/или аналогичные твердеющие материалы.

В результате обеспечивают омоноличивание рельсовых нитей 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S и достижение ею требуемой несущей способности и жёсткости.

Рельсовые нити 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S связаны между собой в ферму G пролётного строения посредством зигзагообразно ориентированных стержней 9 (на фиг. 2 обозначены соответственно – 9.1 и 9.2) с жёстко закреплёнными на их концах пластинами 10 и крепёжных компонентов 11 (см. фиг. 2, 6).

Продольные оси W и Z стержней 9 с продольными осями X и Y , соответственно, рельсовых нитей 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S , формируют треугольники ABC с

вершинами А, В, С, в узлах связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4 (см. фиг.1, 6 и 12).

В свою очередь, пластины 10 и крепёжные компоненты 11 установлены в этих узлах с возможностью формирования в силовой структуре 5 поперечных усилий обжатия.

Для достижения требуемой жёсткости и несущей способности фермы G пролётного строения путевой структуры S необходимо обеспечить устойчивость стержней 9.

При этом, наименьший поперечный размер a , м, стержней 9 и их длина l , м, (см. фиг.11) связаны соотношением:

$$5 \leq l/a \leq 50. \quad (3)$$

Исполнение в ферме G пролётного строения зигзагообразно ориентированных стержней 9, для которых значение соотношения (3) соответствует указанному в нём диапазону значений, позволяет оптимизировать и технические параметры и материалоёмкость, а следовательно, – и стоимость путевой структуры.

Если отношение (3) будет меньше 5, то такая стержневая конструкция будет иметь завышенную материалоёмкость и стоимость.

Если отношение (3) будет больше 50, то такая конструкция стержней 9 будет обладать недостаточной устойчивостью (особенно при их продольном сжатии), несущей способностью, жёсткостью и прочностью.

Несущая способность такой путевой структуры существенно превосходит несущую способность входящих в её состав рельсовых нитей за счёт повышения жёсткости системы. При этом в отношении материалоёмкости (следовательно, – стоимости) скоростной транспортной системы особенно важно то, что благодаря этому появляется возможность увеличения полезной нагрузки на ферменную путевую структуру в целом.

Предметом изобретения является также рельс ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого, реализованный по вышеприведенному способу его изготовления.

Рельс по предлагаемому техническому решению включает по меньшей мере один силовой орган, который содержит предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы 5.1, собранные в силовую структуру 5, расположенную в протяжённом корпусе 6 и заполненную твердеющим материалом 8, а протяжённый корпус снабжён сопряжённой с ним поверхностью качения 7 и выполнен с возможностью размещения в нём пластин 10 и крепёжных компонентов 11 (11.1 и 11.2), устанавливаемых в узлах А, В, С связи стержней 9 и нитей 3 и 4 с целью формирования в силовой структуре 5 поперечных усилий обжатия F_n , H .

В ряде случаев альтернативных вариантов исполнения корпуса 6 (6.1 и/или 6.2), в предпочтительном варианте его реализации, в качестве крепёжных компонентов 11 используют конструктивные элементы 18 протяжённого корпуса 6 в виде резьбовых 18.1 или не резьбовых 18.2 отверстий, расположенных в нём соосно усилию обжатия F_n , H , пластин и силовых элементов 5.1 в узлах А, В, С связи стержней 9 и рельсовых нитей 3 и 4 (см. фиг.12).

Выполнение в протяжённом корпусе 6 конструктивных элементов 18 в виде резьбовых 18.1 или не резьбовых 18.2 отверстий крепёжных компонентов 11 позволяет обеспечить унификацию элементной базы и технологичность соединения элементов конструкции фермы G пролётного строения в узлах связи стержней 9 и нитей 3 и/или 4 ферменной путевой структуры S .

Форма и размеры пластины определяет надёжность и технологичность соединения элементов конструкции фермы G пролётного строения в узлах связи стержней 9 и нитей 3 и/или 4.

При этом, длина L , м, пластины, её ширина H , м, и толщина T , м, связаны с наименьшим поперечным размером d , м, (см. фиг.2, 3, 5, 7, 11, 13) силового элемента 5_1 соотношениями:

$$5 \leq L/d \leq 50, \quad (4)$$

$$3 \leq H/d \leq 30, \quad (5)$$

$$0,1 \leq T/d \leq 2. \quad (6)$$

Указанные пределы соотношений (4), (5), (6) выделяют оптимальные диапазоны выполнения линейных размеров пластин 10 и/или прижимных планок 13 относительно наименьшего поперечного размера d , м, силового элемента 5.1, соблюдение которых обеспечивает сохранение их формы и площади контактной поверхности в процессе обжатия пластинами 10 и/или прижимными планками 13 силового элемента 5.1.

Если отношение (4) будет меньше 5, то снижается надёжность фиксации сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1.

Если отношение (4) будет больше 50, то неоправданно возрастает расход материалов.

Если отношение (5) будет меньше 3, то такое исполнение конструкции узла связи будет невозможным из-за недостаточности места на пластине для обеспечения её контакта с крепёжным компонентом 11.

Если отношение (5) будет больше 30, то такое исполнение конструкции узла связи будет достигаться неоправданным перерасходом материалов и, как следствие, повышением стоимости транспортной системы в целом.

Если отношение (6) будет меньше 0,1, то такое исполнение пластин 10 и/или прижимных планок 13 может не обеспечить сохранение их формы, плоскостности контактной поверхности и изгибной жёсткости, играющих определяющее значение при формировании поперечных напряжений, предусмотренных условием фиксации сочленяемых концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1.

Если отношение (6) будет больше 2, то такое исполнение пластин 10 и/или прижимных планок 13 ведёт к неоправданному перерасходу материалов и, как следствие, повышению стоимости транспортной системы в целом.

В свою очередь, длина L , м, пластины и её ширина H , м, связаны зависимостью:

$$0,2 \leq L/H \leq 5. \quad (7)$$

Исполнение пластин 10, для которых значение соотношения (7) соответствует указанному в нём диапазону значений, позволяет оптимизировать их технические и эксплуатационные характеристики.

Так, если отношение (7) будет меньше 0,2, то такое исполнение пластины 10 ограничивает возможность обеспечения её продольного смещения относительно силовой структуры 5 и крепёжного компонента 11, что, в свою очередь, снижает технологичность, трудоёмкость изготовления и унификацию элементной базы конструкции ферменной путевой структуры.

Если отношение (7) будет больше 5, то такое исполнение пластин 10 ограничивает возможность обеспечения обжатия силовой структуры 5, выполненной в соответствии с техническими требованиями проектного решения нитей 3 и 4, соответственно, основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов путевой структуры S.

Выполнение пластины определённой формы и размера определяет унификацию элементной базы и технологичность соединения элементов конструкции фермы G пролётного строения в узлах связи стержней 9 и нитей 3 и/или 4 ферменной путевой структуры S.

При этом, в пластине выполнено по меньшей мере одно сквозное фасонное продолговатое отверстие (см. фиг. 2, 3, 7, 11).

В свою очередь, пластины разнонаправленных стержней расположены на противоположенных боковых сторонах силового элемента (см. фиг. 2, 6, 7).

Выполнение в пластине 10 сквозного фасонного продолговатого отверстия 12 позволяет обеспечить как обжатие такими пластинами 10 силовых элементов 5.1 силовой структуры 5 в поперечном направлении в узлах А, В, С связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4, так и корректировку в

них зазоров и накопленных погрешностей линейных размеров элементов ферменной путевой структуры на каждом пролёте. В результате обеспечивают фиксацию концов P_1 и P_2 силового элемента 5.1 продольно напряжённой силовой структуры 5 в узлах А, В, С связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4 и достигают прямолинейности этих рельсовых нитей 3 и 4 при отсутствии отличных от расчётных значений локальных перенапряжений структуры, снижающих жёсткость и надёжность ферменной путевой структуры S в целом.

Расположение пластин 10 разнонаправленных зигзагообразных стержней 9.1 и 9.2 (см. фиг. 2, 6, 12) на противоположных боковых сторонах силового элемента 5.1 позволяет сформировать силовую структуру 5 с жёстко фиксированным расположением силовых элементов 5.1 между собой и обеспечить равномерность обжатия этих силовых элементов 5.1 в узлах А, В, С связи стержней 9 с нитями 3 и/или 4. Кроме того, указанное расположение пластин 10 обеспечивает равномерность распределения усилий в разнонаправленных зигзагообразно ориентированных стержнях 9.1 и 9.2 фермы G пролётного строения. Тем самым достигается упрощение процесса монтажа протяжённых ферм G пролётных строений и рельсовых нитей 3 и 4 основного 3_1 и вспомогательного 4_1 силовых органов при обеспечении стабилизации кинематических и эксплуатационно-технических параметров на всем протяжении рельсового пути, а также обеспечивается повышение безопасности и надёжности ферменной путевой структуры S в целом в случае обрыва одного из силовых элементов 5.1 силовой структуры 5.

Работа рельса не описывается, т.к. он используется в статике.

Выбор того или иного варианта конструктивного выполнения основной и вспомогательной нитей для построения транспортной системы определяется условиями её эксплуатации, проектными требованиями к ней, прежде всего, ее назначением, видом перевозимых грузов, массой и скоростью движения транспортных средств.

Выполнение описанного рельса для предлагаемой ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы Юницкого, в соответствии с приведенным способом её изготовления, обеспечивает: снижение трудоёмкости по монтажу ферменной путевой структуры; повышение надёжности соединения элементов силовой структуры рельсовых нитей в жёсткую пространственную конструкцию; унификацию элементной базы всей конструкции; стабилизацию эксплуатационно – технических параметров на всем протяжении транспортной системы; устойчивость (монолитность) ферменной путевой структуры; надёжность и ровность корпусов её рельсовых нитей; плавность и мягкость движения транспортного средства (на рисунке не показано) по каждой ферме пролётного строения и на всём протяжении транспортной системы.

Таким образом, способ изготовления ферменной путевой структуры и выполненные в соответствии с ним её рельс и сама ферменная путевая структура скоростной транспортной системы Юницкого описанных конструкций позволяют создать скоростную транспортную систему, обладающую высокой технологичностью и повышенными эксплуатационными характеристиками.

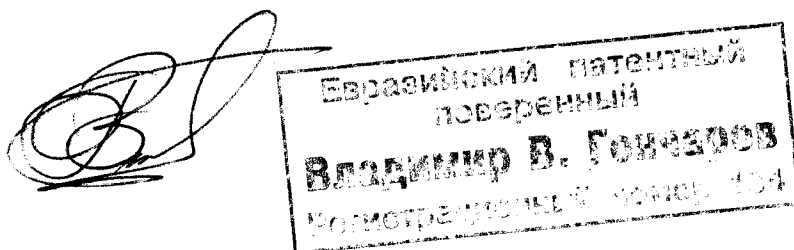
Источники информации

1. Артоболевский И.И. Политехнический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1977 - стр.298-299 (аналог по способу).
2. Патент RU 2449071, МПК E01B2/00, публ. 27.04.2012 (аналог по способу).
3. Патент ЕА 6112, МПК B61B 3/00, 5/00, E01B 25/00, публ. 25.08.2005 (аналог по способу и ферменной структуре).
4. Патент RU 2520983, МПК B61B5/02, B61B13/00, E01B25/00, публ. 27.06.2014 г. (прототип по способу и ферменной структуре).
5. А.С. СССР N 35209, публ.31.03.1934 г. (аналог по ферменной структуре).
6. Патент RU 2328392, МПК B61B1/00, B61B5/02, B61B13/00, E01B25/00, публ. 10.07.2008 г. (аналог по ферменной структуре).

7. Патент RU 2204640, МПК E01B5/08, E01B25, B61B5, B61B3/02, B61B 13/04, публ. 20.05.2003 г. (аналог по рельсу).

8. Патент RU 2201482, МПК E01B5/08, E01B25, публ. 27.03.2003 г. (аналог по рельсу).

9. Патент RU 2208675, МПК E01B25/00, публ. 20.07.2003 г. (прототип по рельсу).



Формула изобретения
(на Запрос от 01.08.2017г.)

1. Способ изготовления ферменной путевой структуры скоростной транспортной системы, согласно которому на основании устанавливают опоры, а на них располагают рельсовые нити по меньшей мере одного основного и, на другом уровне, по меньшей мере одного вспомогательного силового органа, при этом силовой орган выполняют из предварительно напряжённых в продольном направлении силовых элементов, а силовые элементы объединяют в силовую структуру и размещают в протяжённом корпусе с сопряжённой с ним поверхностью качения, причём силовую структуру формируют заполняя свободный от силовых элементов объём протяжённого корпуса твердеющим материалом, а нити основного и вспомогательного силового органа связывают между собой в ферму пролётного строения посредством зигзагообразно ориентированных стержней с жёстко закреплёнными на их концах пластинами и крепёжных компонентов, при этом продольными осями стержней и продольными осями нитей формируют треугольники с вершинами в узлах связи стержней и нитей, а сочленяемые концы силового элемента располагают в узле связи стержней и нитей, причём в этом узле крепёжными компонентами и пластинами формируют поперечные усилия обжатия пластин и силовых элементов в силовой структуре с усилием F_n , H , определяемым соотношением:

$$0,1 \leq F_n / F_0 \leq 0,95,$$

где: F_0 , H , – усилие разрыва крепёжного компонента при растяжении.

2. Способ по п.1, *отличающийся* тем, что формирование поперечных усилий осуществляют с возможностью фиксации сочленяемых концов силового элемента в продольно напряжённой силовой структуре.
3. Способ по п.1, *отличающийся* тем, что пластины выполняют с возможностью продольного и поперечного смещения относительно силовой структуры и крепёжного компонента.

4. Ферменная путевая структура скоростной транспортной системы, выполненная способом по п.1, *в которой* установленные на основании опоры с расположенными на них рельсовыми нитями по меньшей мере одного основного и, на другом уровне, по меньшей мере одного вспомогательного силового органа, содержат предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, собранные в силовую структуру, причём нити основного и вспомогательного силового органа представляют собой силовую структуру, расположенную в протяжённом корпусе и заполненную твердеющим материалом, а протяжённый корпус выполнен с сопряжённой с ним поверхностью качения, при этом нити основного и вспомогательного силового органа посредством крепёжных компонентов связаны между собой зигзагообразно ориентированными стержнями при помощи жёстко закреплённых на их концах пластин и образуют ферму пролётного строения, а продольные оси стержней с продольными осями нитей образуют треугольники с вершинами в узлах связи стержней и нитей, при этом пластины и крепёжные компоненты установлены в этих узлах с возможностью формирования в силовой структуре поперечных усилий обжатия, причём, наименьший поперечный размер a , м, стержней и их длина l , м, связаны соотношением:

$$5 \leq l/a \leq 50,$$

5. Ферменная путевая структура по п.4, *отличающаяся* тем, что в пластине выполнено, по меньшей мере, одно сквозное фасонное продолговатое отверстие.

6. Ферменная путевая структура по п.4, *отличающаяся* тем, что пластины разнонаправленных стержней расположены на противоположенных боковых сторонах силового элемента.

7. Ферменная путевая структура по п.4, *отличающаяся* тем, что зигзагообразно ориентированных стержни выполнены в виде труб.

8. Ферменная путевая структура по п.4, *отличающаяся* тем, что зигзагообразно ориентированных стержни выполнены профильными с поперечным сечением в виде тавра, двутавра, швеллера, уголка или полосы.
9. Ферменная структура по любому из п.п.1,4, *отличающаяся* тем, что основную и/или вспомогательную нити выполняют по меньшей мере парными.
10. Ферменная структура по п.9, *отличающаяся* тем, что нити в парах соединяют между собой на каждом уровне жёсткими поперечными перемычками.
11. Ферменная структура по п.10, *отличающаяся* тем, что поперечные перемычки устанавливают в узлах связи стержней и нитей.
12. Ферменная структура по п.11, *отличающаяся* тем, что поперечные перемычки в узлах связи стержней и нитей выполняют заодно с крепёжными компонентами.
13. Рельс ферменной путевой структуры по п.4, выполненной способом по п.1, *в котором* по меньшей мере один силовой орган содержит предварительно напряжённые в продольном направлении силовые элементы, собранные в силовую структуру, расположенную в протяжённом корпусе и заполненную твердеющим материалом, а протяжённый корпус снабжён сопряжённой с ним поверхностью качения и выполнен с возможностью размещения в нём пластин и крепёжных компонентов, устанавливаемых в узлах связи стержней и нитей с целью формирования в силовой структуре поперечных усилий обжатия, причём длина L , м, пластины, её ширина H , м, и толщина T , м, связаны с наименьшим поперечным размером d , м, силового элемента, соотношениями:

$$5 \leq L/d \leq 50,$$

$$3 \leq H/d \leq 30,$$

$$0,1 \leq T/d \leq 2,$$

при этом длина L , м, пластины и её ширина H , м, связаны зависимостью:

$$0,2 \leq L/H \leq 5.$$

14. Рельс по п.13, *отличающийся* тем, что в качестве крепёжных компонентов используют конструктивные элементы протяжённого корпуса.

15. Рельс по п.14, *отличающийся* тем, что конструктивные элементы протяжённого корпуса – это резьбовые или не резьбовые отверстия, расположенные соосно усилию обжатия пластин и силовых элементов в узлах связи стержней и нитей.

16. Ферменная структура и рельс по любому из п.п.4,13, *отличающиеся* тем, что силовой элемент выполняют в виде витых и/или невитых канатов, тросов, проволок, лент, и/или полос, и/или других известных протяжённых элементов из любых прочных материалов.

17. Ферменная структура и рельс по любому из п.п.4,13, *отличающиеся* тем, что длина L , м, пластины связана с длиной L_k , м, конца сочленяемого силового элемента зависимостью, определяемую соотношением:

$$2 \leq L/L_k \leq 5.$$

18. Ферменная структура и рельс по любому из п.п.4,13, *отличающиеся* тем, что силовые элементы по вертикали разделены между собой прижимными планками.

19. Ферменная структура и рельс по п.18, *отличающиеся* тем, что прижимная планка выполнена со сквозным отверстием, расположенном коаксиально центральным осям симметрии фасонного продолговатого отверстия пластины.

20. Ферменная структура и рельс по п. 6, *отличающиеся* тем, что в пластине, со стороны силового элемента, выполнен фасонный продольный паз, соответствующий по форме силовому элементу.

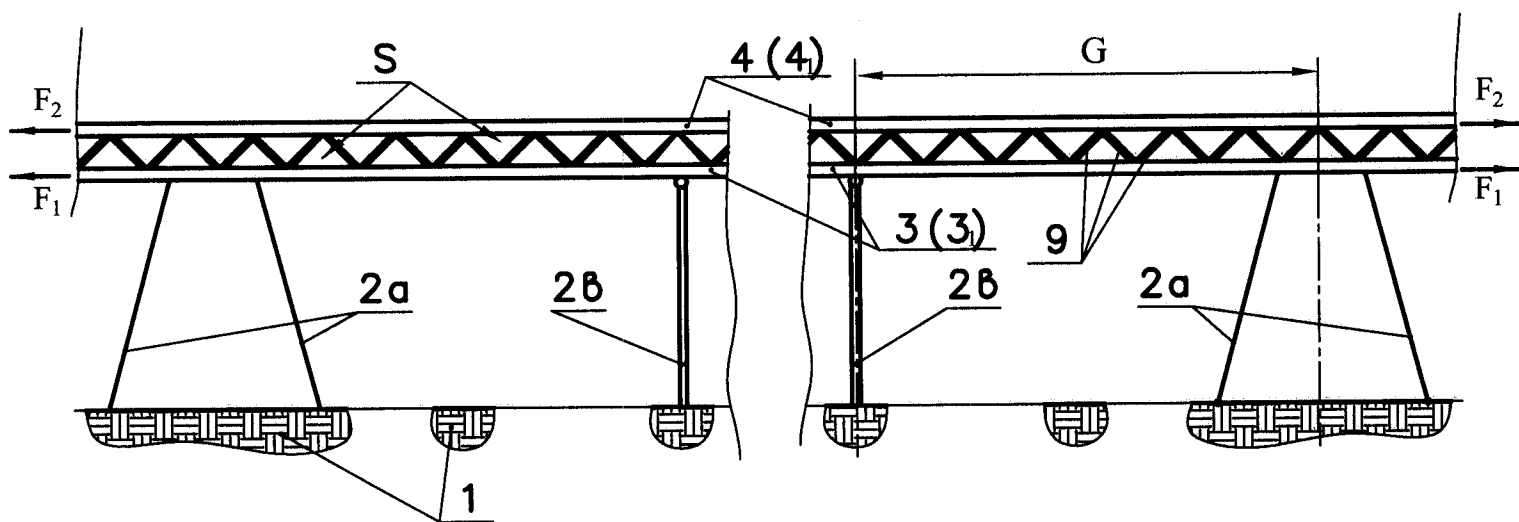
21. Ферменная структура и рельс по п.18, *отличающиеся* тем, что в прижимной планке, со стороны силового элемента, выполнен фасонный продольный паз, соответствующий по форме силовому элементу.

22. Ферменная структура и рельс по любому из п.п.20,21, *отличающиеся* тем, что в пазу расположена адаптационная прокладка и/или вставка выполненная, например, из металла и/или композиционного материала.

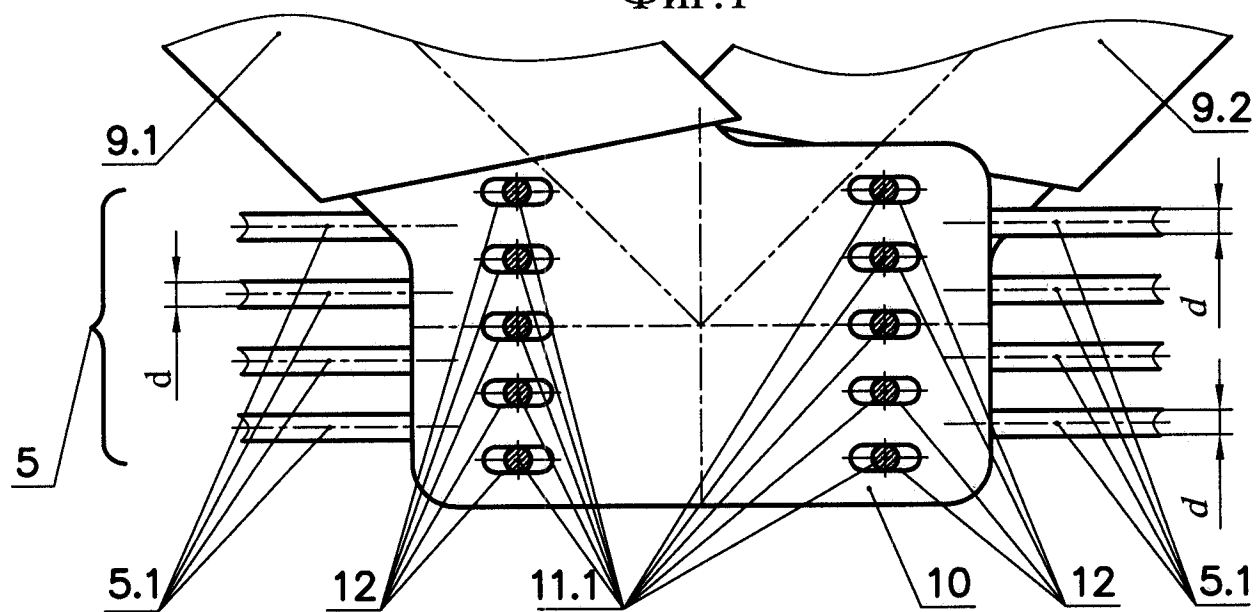
23. Ферменная структура и рельс по любому из п.п.4, 13, *отличающиеся* тем, что формирование силовой структуры осуществляют предварительным распределением силовых элементов в корпусе по трафарету из крепёжных компонентов, пластин и/или прижимных планок.

24. Ферменная структура и рельс по любому из п.п.4, 13, *отличающиеся* тем, что в качестве силовой структуры используют один и/или несколько пучков силовых элементов, расположенных в один и/или несколько горизонтальных слоёв и/или вертикальных рядов.

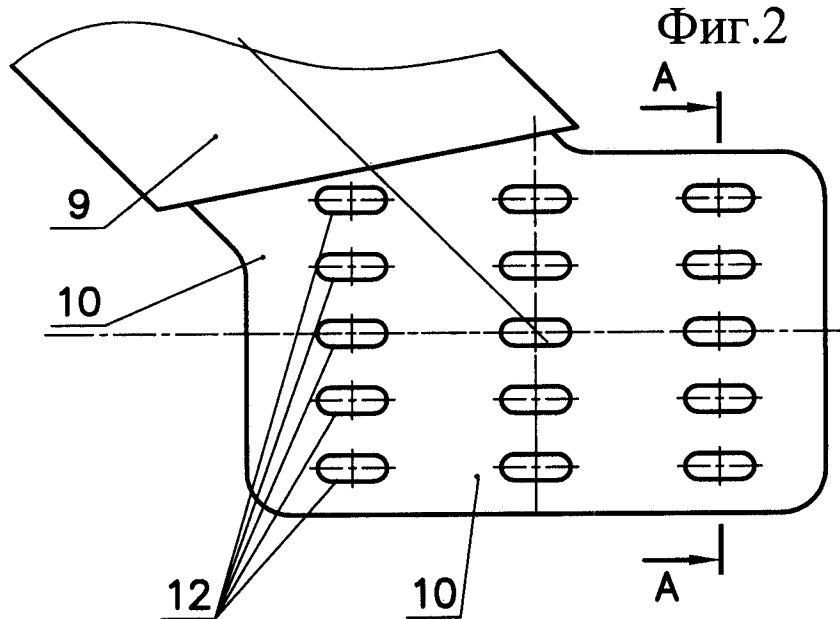
Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство



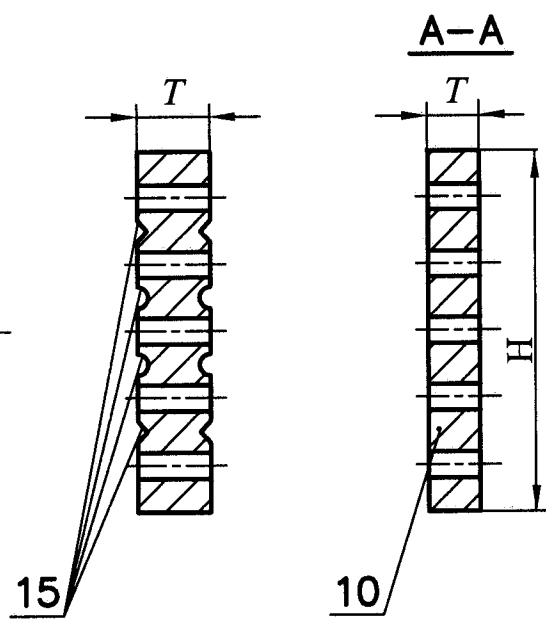
Фиг.1



Фиг.2



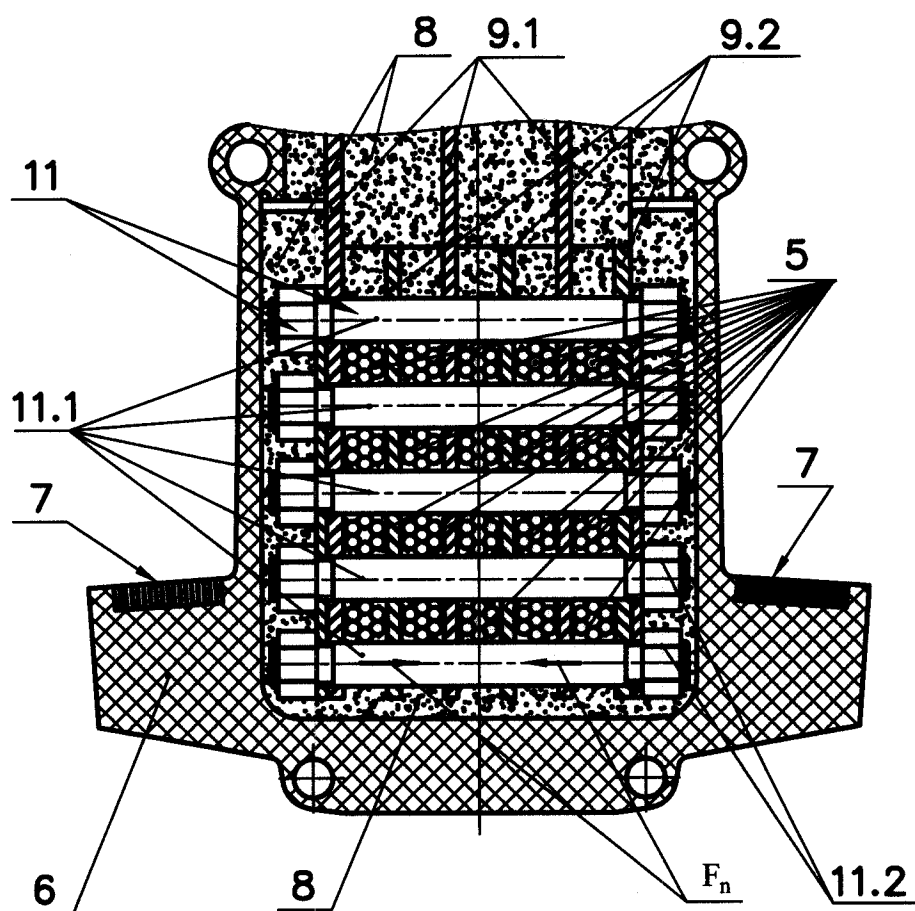
Фиг.3



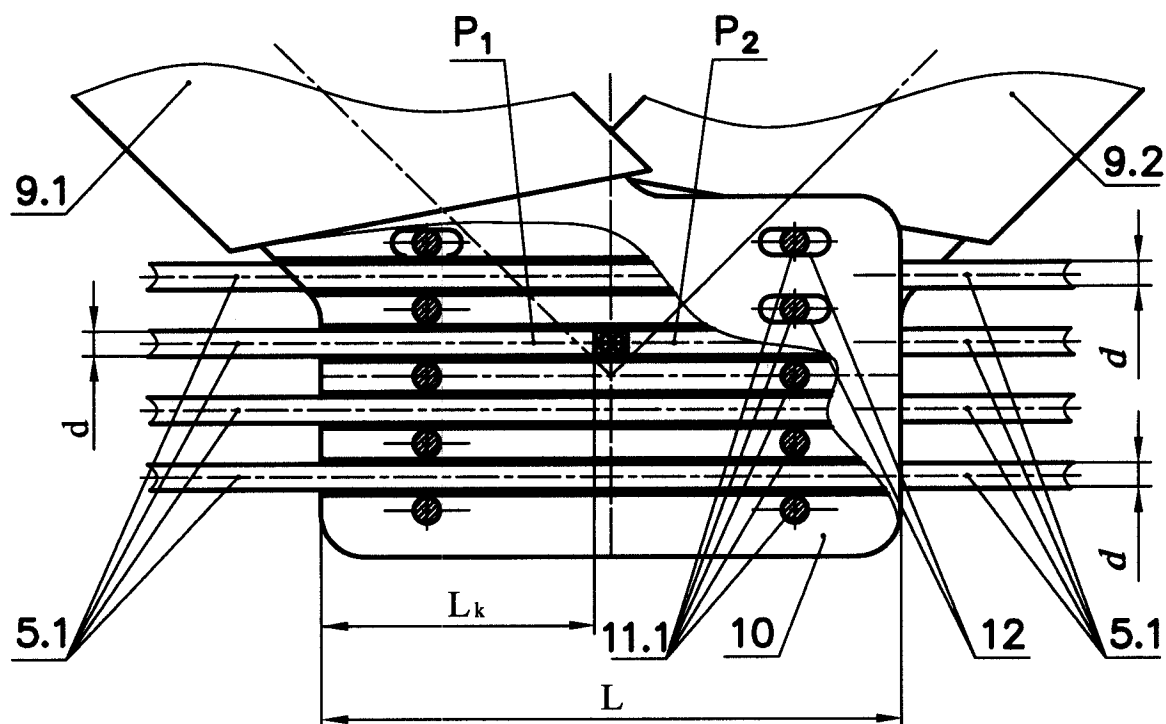
Фиг.4

Фиг.5

Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство

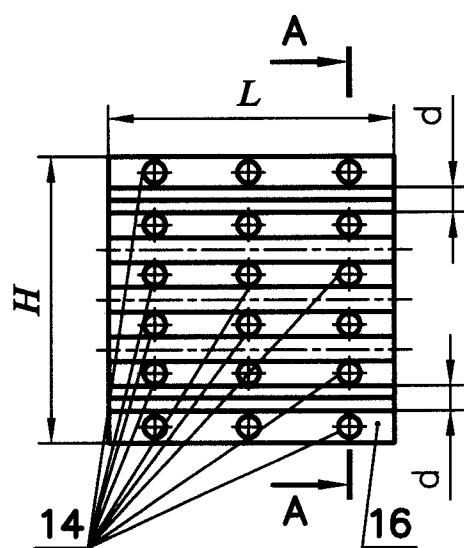


Фиг.6

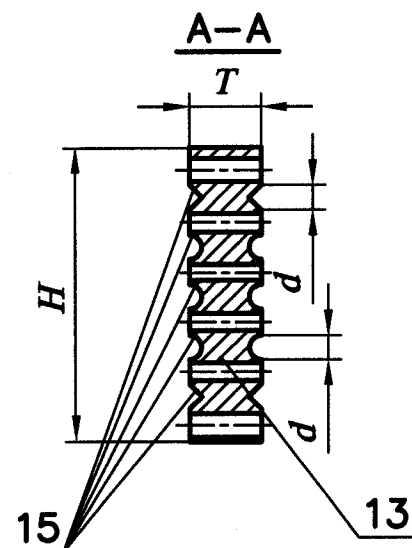


Фиг.7

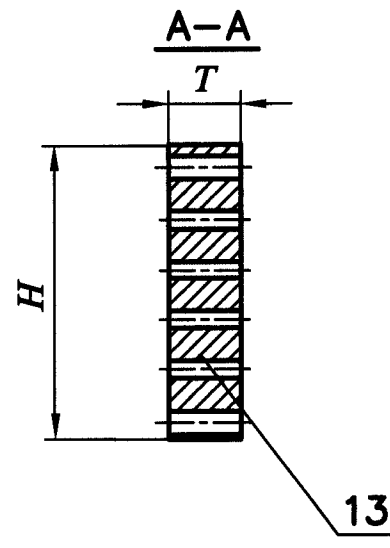
Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство



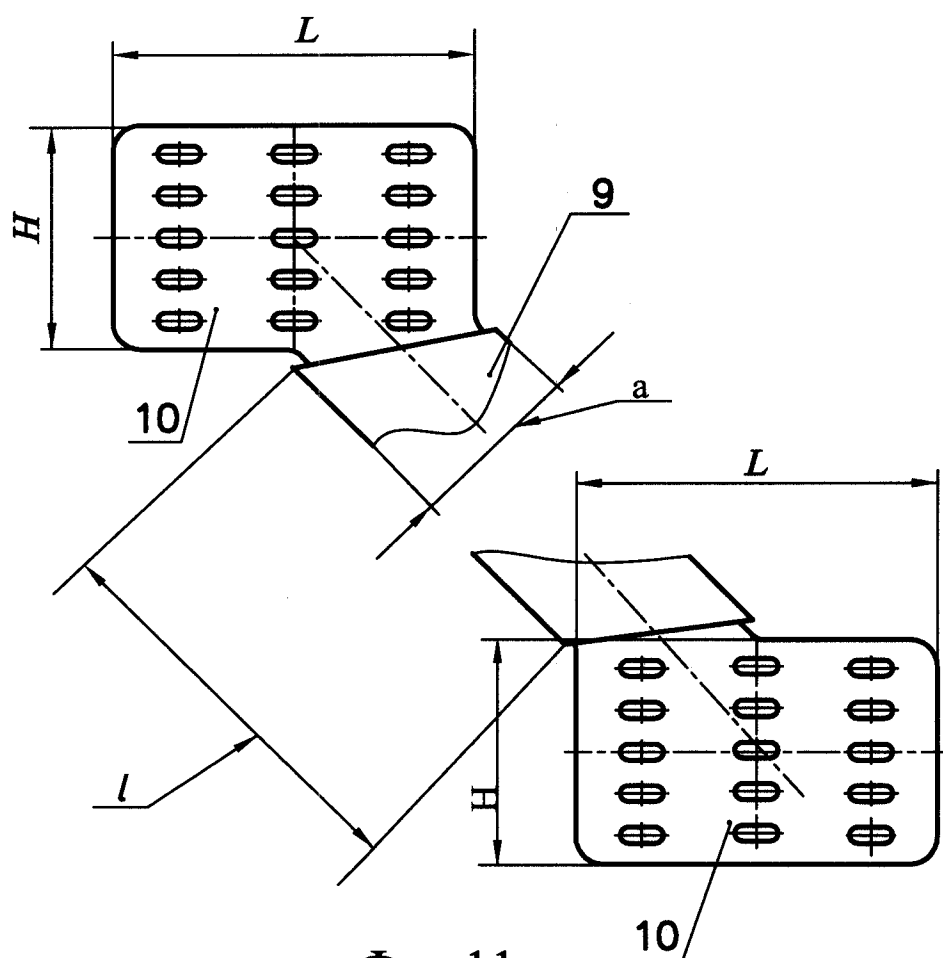
Фиг.8



Фиг.9

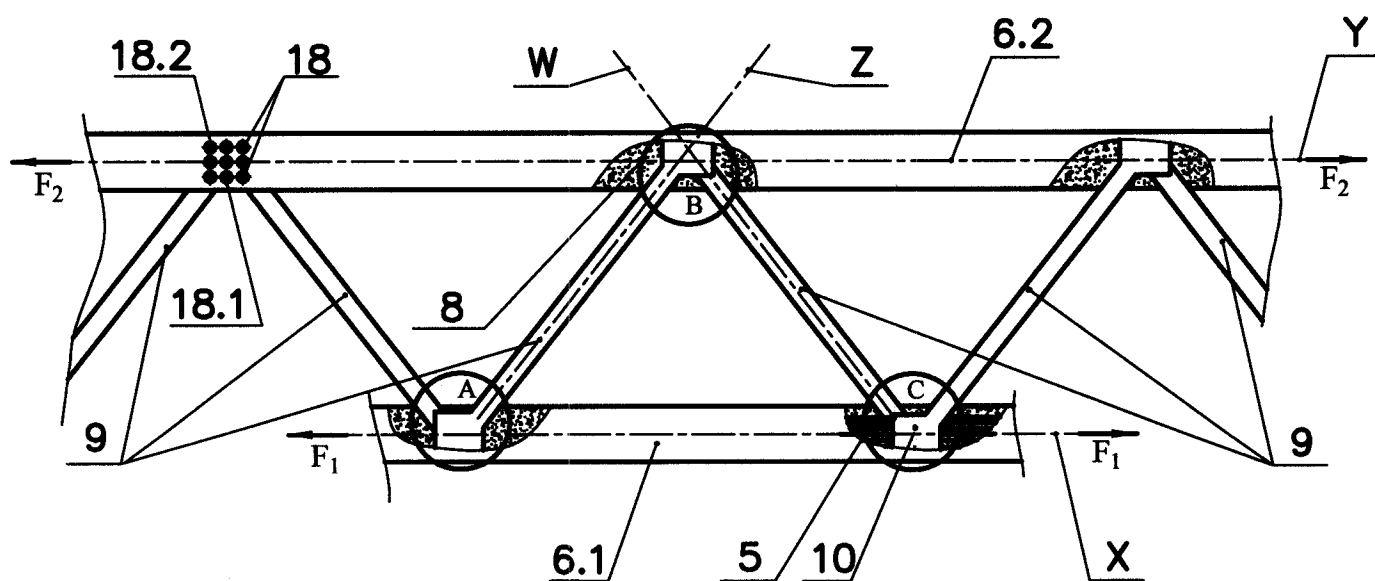


Фиг.10

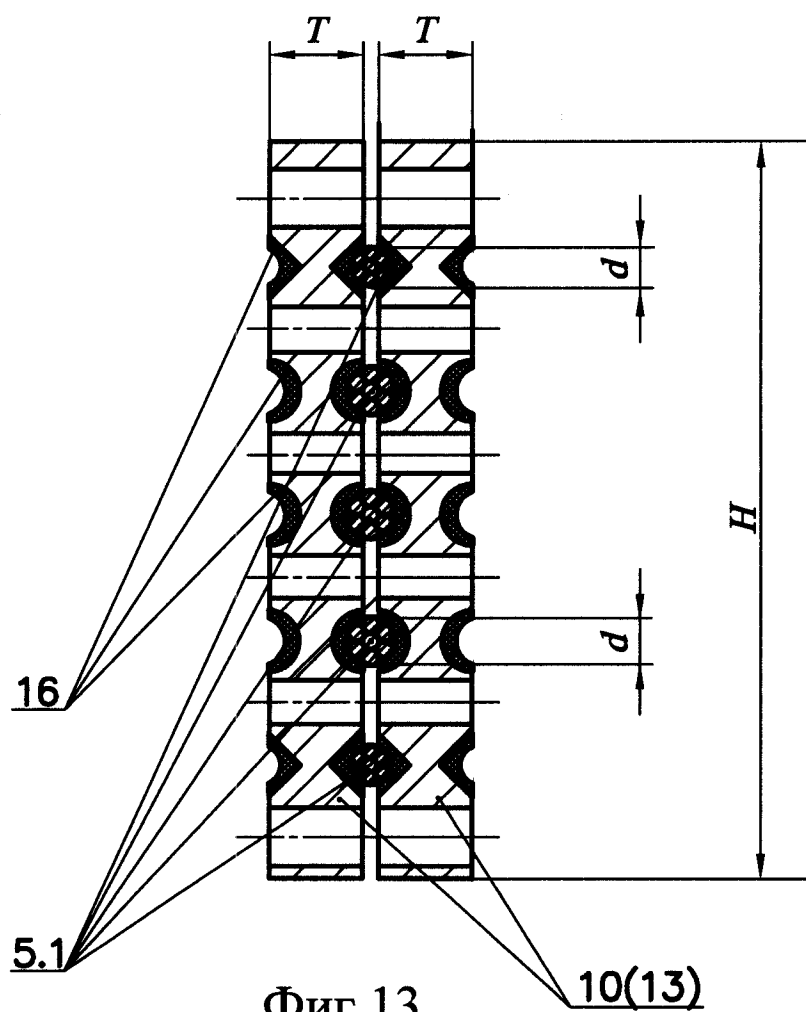


Фиг.11

Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство

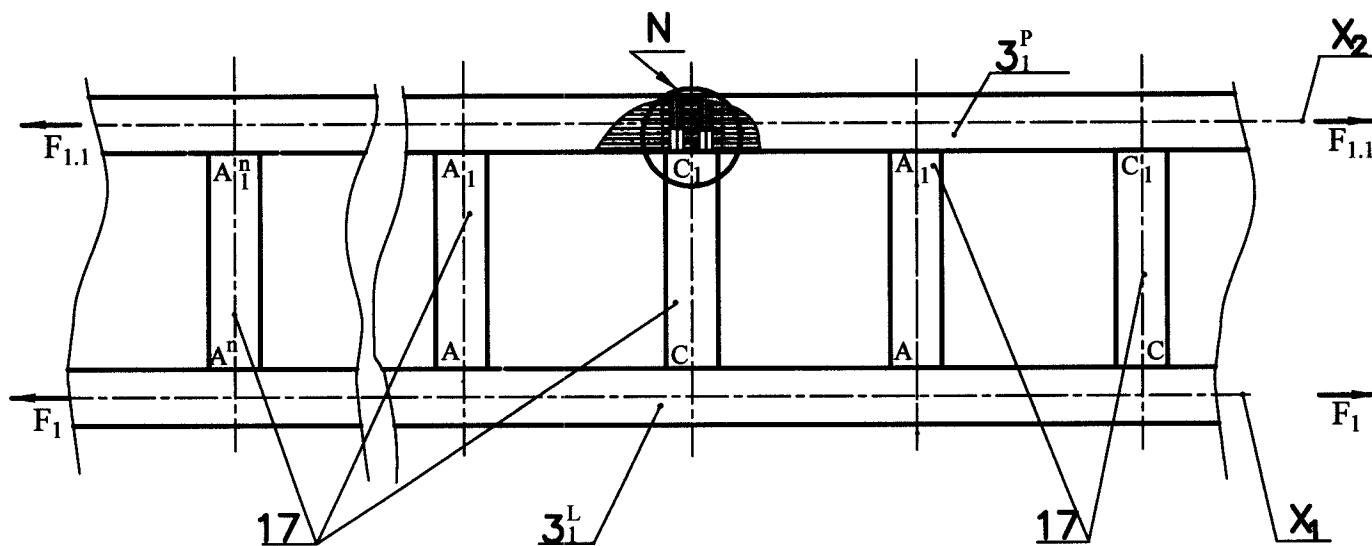


Фиг.12

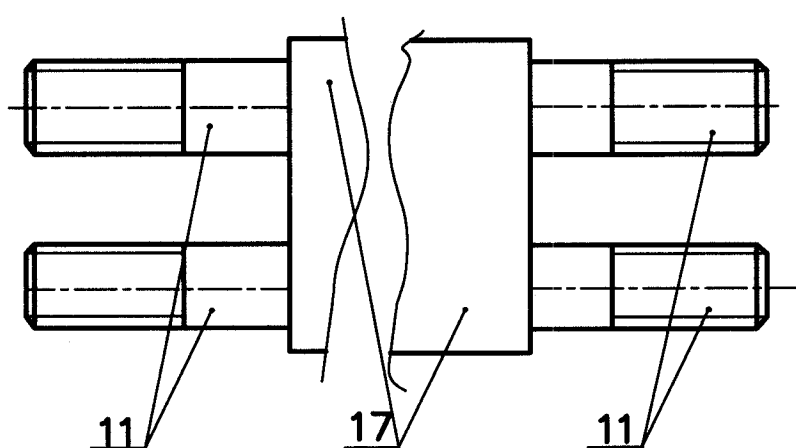


Фиг.13

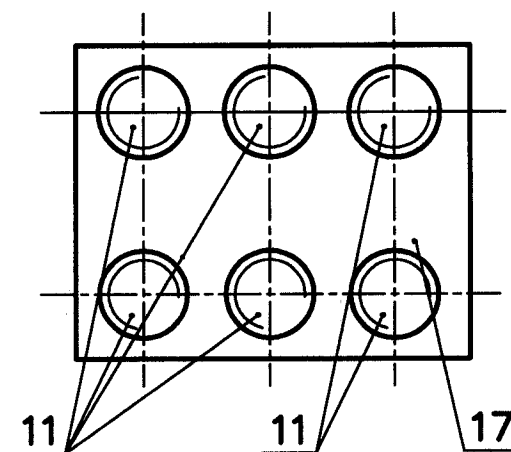
Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство



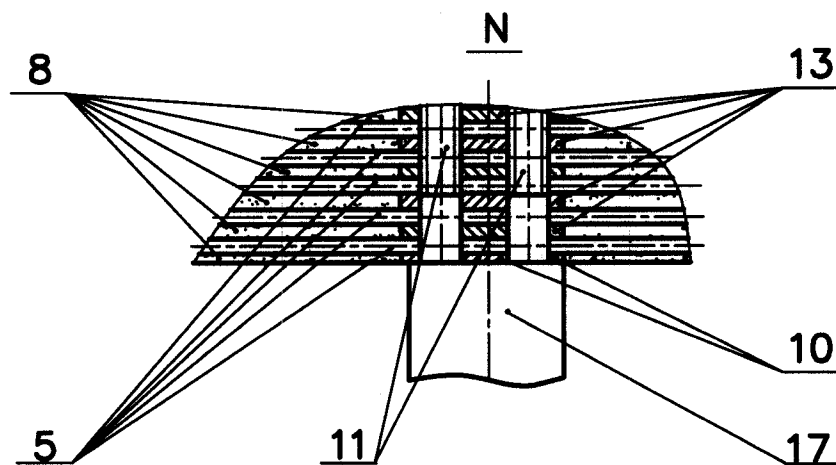
Фиг.14



Фиг.15



Фиг.16



Фиг.17

ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

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

Номер евразийской заявки:

201700316

Дата подачи: 29 апреля 2017 (29.04.2017)		Дата испрашиваемого приоритета:	
Название изобретения: Способ изготовления ферменной путевой структуры, её рельс и устройство			
Заявитель: ЮНИЦКИЙ Анатолий Эдуардович			
☐ Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа)			
☐ Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)			
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:		B61B 3/02 (2006.01) B61B 13/00 (2006.01) E01B 5/08 (2006.01)	
Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной классификации и МПК			
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:			
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК) B61B 3/00, 3/02, 5/00, 5/02, 13/00, 13/04, 15/00, E01B 5/00, 5/02, 5/08, 9/00, 25/08, 25/10, 25/22, 25/24, 26/00			
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:			
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		1-24
A	RU 2224064 C1 (ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ ЭДУАРДОВИЧ и др.) 20.02.2004, формула, реферат, фиг. 1-12б		1-24
A	RU 2223357 C1 (ЮНИЦКИЙ АНАТОЛИЙ ЭДУАРДОВИЧ и др.) 10.02.2004, формула, реферат, фиг. 1-5в		1-24
A	WO 2009/030117 A1 (BEIJING QIXIANG INNOVATION SCIENTIFIC AND TECHNICAL CENTER) 12.03.2009, реферат, фиг. 1-7		1-24
☐ последующие документы указаны в продолжении графы В		☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении	
* Особые категории ссылочных документов: "А" документ, определяющий общий уровень техники "Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее "О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. "Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета "D" документ, приведенный в евразийской заявке		"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения "Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности "У" 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 действительного завершения патентного поиска:		14 февраля 2018 (14.02.2018)	
Наименование и адрес Международного поискового органа: Федеральный институт промышленной собственности РФ, 125993, Москва, Г-59, ГСП-3, Бережковская наб., д. 30-1. Факс: (499) 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо :  Ю. Жилина Телефон № (499) 240-25-91	