

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **031917**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.03.29**

(21) Номер заявки  
**201700049**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.12.23**

(51) Int. Cl. **B61B 3/02** (2006.01)  
**B61B 5/00** (2006.01)  
**B61B 13/04** (2006.01)  
**E01B 25/00** (2006.01)

---

(54) **ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ЮНИЦКОГО**

---

(43) **2018.06.29**

(96) **2016/EA/0108 (BY) 2016.12.23**

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

(56) RU-C1-2080268  
RU-C1-2536564  
RU-C2-2208675  
US-B2-7584703

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

---

(57) Изобретение относится к области транспорта, в частности к рельсовым транспортным эстакадным и подвесным системам с путевой структурой струнного типа. Транспортная система Юницкого включает колёсное подвижное средство 5, направляемое по рельсу 4, содержащему корпус 4.1, головку 6, выполненную в виде установленных на рёбра и набранных в блок лент 6.1 и соединённую с предварительно напряжённым продольным элементом 7, смонтированным на опорах, размещённых на основании 1. Ленты в блоке связаны друг с другом посредством соединительных прослоек 6.2, размеры которых находятся в определенной зависимости с параметрами лент и корпуса рельса. Ленты блока предварительно растянуты до заданного усилия. В результате улучшаются эксплуатационно-технические характеристики транспортной системы, повышается жёсткость её конструкции, ровность рельсового пути, достигается улучшение параметров движения при разгоне, торможении, на подъёмах, спусках. Обеспечивается плавность и мягкость хода подвижных средств.

**031917**

**B1**

**031917**  
**B1**

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

Известна транспортная система для мало скоростных участков дорог (преимущественно на судах - паромов) [1], в которой рельсовый путь выполнен в виде двухслойной головки, расположенной на подошве. Верхний слой головки выполнен сваркой и наплавкой металлических продольных полос с чередующейся твёрдостью. При этом участки с большей твёрдостью расположены вдоль осевой линии, а суммарная ширина этих участков составляет 1/3 ширины головки рельса.

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

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности и достигаемому результату является линейная транспортная система Юницкого [2], которая принята за прототип. Она включает по меньшей мере одно подвижное средство, направляемое с помощью колёс по меньшей мере по одному рельсу, содержащему корпус, головку, выполненную в виде набранных в блок лент, соединённую с предварительно напряжённым продольным элементом, смонтированным на опорах, размещённых на основании, причём ленты в блоке установлены на рёбра.

Транспортная система с путевой структурой такого вида обеспечивает высокую удельную несущую способность и низкую материалоемкость, благодаря чему достигается необходимая прямолинейность пути, что, в свою очередь, обеспечивает высокие скорости движения.

Недостатками указанной системы являются неоднородные динамические характеристики, невысокие и нестабильные эксплуатационные параметры контактной поверхности головки рельса, обусловленные значительным изменением однородности состава пятна контакта вдоль поверхности качения, в том числе вызываемые износом контактной поверхности в процессе эксплуатации.

В основу изобретения положена задача достижения следующих технических целей:

- улучшение эксплуатационных свойств поверхности качения;
- улучшение параметров движения при разгоне, торможении, на подъёмах, спусках;
- расширение функциональных возможностей транспортной системы за счёт увеличения углов подъёма, спуска;
- снижение времени разгона, торможения;
- снижение энергетических затрат;
- обеспечение плавности и мягкости хода подвижных средств;
- повышение поперечной жёсткости рельса;
- улучшение эксплуатационно-технических характеристик транспортной системы, повышения жёсткости её конструкции, а также ровности рельсового пути.

Необходимые технические результаты и поставленные в соответствии с задачей изобретения цели достигаются посредством транспортной системы Юницкого, включающей по меньшей мере одно подвижное средство, направляемое с помощью колёс по меньшей мере по одному рельсу, содержащему корпус, головку, выполненную в виде набранных в блок лент, соединённую с предварительно напряжённым продольным элементом, смонтированным на опорах, размещённых на основании, причём ленты в блоке установлены на рёбра, отличия которой согласно изобретению в том, что ленты в блоке связаны друг с другом посредством соединительных прослоек, толщина  $B_2$ , м, которых определена соотношением

$$0,01 \leq B_2/B_1 \leq 5, \quad (1)$$

где  $B_1$ , м, - толщина ленты, причём блок лент выполнен толщиной  $B_0$ , м, и высотой  $A_0$ , м, определяемыми соответственно соотношениями

$$0,2 \leq B_0/A \leq 5; \quad (2)$$

$$0,2 \leq B_0/B \leq 0,95 \text{ и } (3)$$

$$0,05 \leq A_0/A \leq 0,9, \quad (4)$$

где  $A$ , м, - высота корпуса рельса;

$B$ , м, - его ширина.

Ленты блока предварительно растянуты до усилия  $F_1$ , Н, определяемого из соотношения:

$$0,01 \leq F_1/F_0 \leq 0,95, \quad (5)$$

где  $F_0$ , Н, - усилие предварительного напряжения элементов рельса, включающее усилие натяжения  $F_2$ , Н, предварительно напряжённого продольного элемента, усилие натяжения  $F_3$ , Н, корпуса и усилие натяжения  $F_1$ , Н, лент блока головки рельса.

При этом продольный элемент может быть смонтирован на отдельно стоящих вертикальных опо-

рах.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что продольный элемент смонтирован на опоре, представляющей собой пролётное строение.

При этом пролётное строение представляет собой балку, или ферму, или эстакаду, вантовую систему, или комбинацию из вышеперечисленного.

В соответствии с вариантом исполнения продольный элемент, смонтированный на опоре, представляющей собой пролётное строение, выполнен с постоянной высотой  $h$ , м, его расположения относительно корпуса.

При этом средства взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса и предварительно напряжённого продольного элемента отсутствуют.

Решение поставленной задачи достигается тем, что продольный элемент выполнен внутри корпуса с возможностью изменения высоты  $h$ , м, его расположения относительно корпуса.

Решение поставленной задачи обеспечивается при условии, что на участке корпуса, расположенном в пролёте между опорами, изменение высоты  $h$ , м, обратно пропорционально удалению соответствующего участка корпуса от ближайшей опоры, причём на участке корпуса, расположенном на опоре, продольный элемент закреплён в верхней части корпуса на высоте  $h_{\max}$ , м, а на участке корпуса, расположенном в центре пролёта, продольный элемент закреплён в нижней части корпуса на высоте соответственно  $h_0$ , м.

В соответствии с вариантом исполнения в корпусе выполнены средства взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса и предварительно напряжённого продольного элемента.

При этом на участке корпуса, смонтированном на опоре, представляющей собой пролётное строение, средства взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса и предварительно напряжённого продольного элемента отсутствуют.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что соединительные прослойки имеют одинаковую толщину в блоке лент.

В соответствии с вариантом исполнения соединительные прослойки могут иметь разную толщину в блоке лент.

При этом соединительные прослойки в блоке лент расположены в порядке возрастания их толщины к краям блока.

Соединительные прослойки в блоке лент могут быть расположены в порядке убывания их толщины к краям блока.

Желательно в качестве соединительных прослоек использовать твердеющий материал на основе полимерных связующих композитов и/или цементных смесей.

Решение поставленной задачи обеспечивается при условии, что внешние грани лент блока и сопряженные с ними поверхности корпуса определяют поверхность качения рельса.

При этом соединительные прослойки и ленты блока выполнены с единой с корпусом поверхностью по торцу, образуя единую контактную поверхность рельса - поверхность качения.

Достижение технической цели обеспечивается также и тем, что корпус рельса между смежными опорами снабжён закреплённым на нём шпренгелем.

Сущность настоящего изобретения поясняется при помощи чертежей, на которых изображено следующее:

- фиг. 1 - схема транспортной системы Юницкого, общий вид;
- фиг. 2 - схематичное изображение поперечного разреза рельса транспортной системы Юницкого;
- фиг. 3 - фрагмент схематичного изображения поперечного сечения головки рельса;
- фиг. 4 - схематичное изображение поперечного разреза рельса на опоре;
- фиг. 5 - схематичное изображение поперечного разреза рельса в центре пролёта.

Сущность изобретения более подробно заключается в следующем. Предлагаемая транспортная система Юницкого (фиг. 1) включает в себя рассредоточенные вдоль трассы на основании 1 анкерные 2 и промежуточные 3 опоры. На опорах закреплён по меньшей мере один рельс 4 с направляемым по нему при помощи колёс по меньшей мере одним подвижным средством 5.

Рельс 4 (фиг. 2) содержит головку 6, корпус 4.1 с торцевой контактной поверхностью 4.А и полостью 4.В для предварительно напряжённого продольного элемента 7. Головка 6 выполнена в виде набранных в блок лент 6.1. и связана корпусом 4.1 с предварительно напряжённым продольным элементом 7 через его оболочку 7.2, находящуюся в непосредственном контакте с полостью 4.В корпуса 4.1, заполненной твердеющим материалом 4.2.

На опорах размещено по меньшей мере одно пролётное строение 8, закреплённое над основанием между опорами, образующими пролёт.

В зависимости от свойств основания места установки и набора функций, анкерные 2 и промежуточные 3 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. Конструкция анкерных 2 и промежуточных 3 опор может изменяться в зависимости от места установки опор. В частности, форма оголовков с устройствами крепления силовых органов (на рисунках

не показано), устанавливаемых на поворотах трассы, на линейных участках пути, в горах или по концам трассы, может быть различной, так как упомянутые устройства должны быть плавно сопряжены с подвесными участками пути в пролётах между опорами. Кроме того, форма оголовков может определяться и тем, что они являются местом размещения пассажирских станций и/или грузовых терминалов, узлов организации развязок (стрелочных переводов и поворотов) транспортной системы. Опоры 2 и 3 могут быть совмещены со зданиями и строительными сооружениями (на рисунках не показано).

Подвижные средства 5 (пассажирские, и/или грузовые, и/или грузопассажирские), входящие в состав транспортной системы Юницкого, могут быть либо установлены на колёсах на рельс 4 транспортной системы, как показано на (фиг. 1), либо подвешены снизу к рельсу транспортной системы (на рисунках не показано).

Конструкции пролётных строений 8 (фиг. 1) могут быть различными в зависимости от особенностей рельефа местности, проектных параметров и технической целесообразности. При этом в качестве пролётного строения 8 (фиг. 1) можно использовать балку, или ферму, или эстакаду, вантовую, или комбинированную систему.

Рельс 4 транспортной системы, как показано на (фиг. 1), закреплён на опорах 2 и 3 и/или на пролётном строении 8.

Устройства крепления рельса 4 на анкерных 2 и промежуточных 3 опорах или пролётном строении 8 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 (арматуры, канатов, высокопрочных проволок и др.).

В одном из вариантов практической реализации корпус 4.1 рельса 4 между смежными опорами 3 и/или 2 может быть снабжён закреплённым на нём шпренгелем 9 (фиг. 1). Это позволяет обеспечить упреждающий выгиб в пролётах между смежными опорами 3 и/или 2 корпуса 4.1 рельса 4 вверх и тем самым разгрузить и усилить корпус рельса 4.

В качестве предварительно напряжённого продольного элемента 7, поперечный разрез которого схематично представлен на фиг. 2, может использоваться один и/или несколько пучков силовых элементов 7.1, выполненных, например, в виде витых и/или невитых канатов, тросов, лент, полос, нитей, прядей, арматуры, высокопрочной стальной проволоки, труб или других протяжённых элементов из любых высокопрочных материалов. Кроме этого, в качестве предварительно напряжённого продольного элемента могут использоваться продольно ориентированные элементы рельса транспортной системы - корпус 4.1, блок лент 6.1, головки 6 рельса 4 и др.

Силовые элементы 7.1 предварительно напряжённого продольного элемента 7 заключены в оболочку 7.2, в которой оставшаяся от силовых элементов 7.1 свободная часть объёма заполнена твердеющим материалом 7.3. В качестве твердеющего материала 7.3 используют составы на основе полимерных связующих композитов или цементные смеси, которые жёстко связывают в одно целое предварительно напряжённый продольный элемент.

Оболочка 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7 расположена в полости 4.В (см. фиг. 2) корпуса 4.1 с возможностью их взаимного перемещения по высоте  $h$ , м, (см. фиг. 2) от значения  $h_0$ , м, до значения  $h_{max}$ , м, (фиг. 4 и 5).

Взаимное перемещение в полости 4.В корпуса 4.1 оболочки 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7 и корпуса 4.1 с последующей жёсткой фиксацией выбранного положения осуществляют одним из известных способов после натяжения продольного элемента 7 и корпуса 4.1, тем самым обеспечивают юстировку прямолинейности поверхности качения  $Z$  транспортной системы.

Пространство полости 4.В между корпусом 4.1 и оболочкой 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7 для обеспечения фиксации их взаимного расположения по высоте  $h$ , м, заполняют твердеющим материалом 4.2, в качестве которого могут быть использованы известные материалы - полимеры и композиты, в том числе вспененные полимеры, пенобетон, керамика, бетон и т.п. В результате жёстко связывают в одно целое корпус 4.1 и предварительно напряжённый продольный элемент 7.

При этом происходит омоноличивание рельса 4 транспортной системы, обеспечивая тем самым передачу и перераспределение высоких контактных напряжений от колёс подвижных средств 5 на все предварительно напряжённые продольные элементы рельса, что в значительной степени позволяет увеличить изгибную жёсткость корпуса 4.1 рельса 4.

Средство взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса 4.1 и оболочки 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7 может быть выполнено любым, выбранным из числа известных. В частности, целесообразно использовать средство прижима в виде пары винт - гайка (на рисунках не показано), когда один из элементов пары жёстко соединен с корпусом (например, как это сделано в слесарных тисках). Также в частных случаях таким средством может быть упругий элемент (на рисунках не показано), жёстко соединенный с корпусом рельса, например плоская или витая пружины.

Для обеспечения надёжности фиксации предварительно напряжённого продольного элемента 7 относительно корпуса 4.1 рельса 4 целесообразно снабжать средство прижима ложементом (на рисунках не показано), контактирующим с жёсткой оболочкой 7.2 предварительно напряжённого продольного эле-

мента 7. Кроме того, в частных случаях реализации рельс 4 может снабжаться упругими прокладками (на рисунках не показано), размещаемыми в полости 4.В корпуса 4.1 между прижимным элементом и оболочкой 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7. Их наличие нивелирует дефекты контактирующих между собой поверхностей, уменьшает контактные напряжения и демпфирует колебания системы, вызываемые различного рода внешними нагрузками (перемещение подвижных средств, ветер и т.п.).

Выполнение продольного элемента внутри корпуса с возможностью изменения высоты  $h$ , м, его расположения относительно корпуса преимущественно предусмотрено для отдельно стоящих вертикальных опор. Альтернативно выполнение продольного элемента без изменения высоты  $h$ , м, (с постоянной высотой  $h$ , м) в корпусе предусмотрено для опор, представляющих собой пролётное строение. При этом средства взаимного перемещения с фиксацией расположения корпуса 4.1 и оболочки 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7 отсутствуют.

Ленты 6.1 блока головки 6 установлены в корпусе 4.1 на рёбра, как показано на фиг. 2 и 3.

При этом внешние грани 6.3 лент 6.1 блока и сопряжённые с ними торцевые контактные поверхности 4.А корпуса 4.1 определяют поверхность качения Z рельса 4.

Кроме того, ленты 6.1 связаны друг с другом в блок посредством соединительных прослоек 6.2, в качестве которых могут быть использованы твердеющие материалы на основе полимерных связующих композитов и/или цементных смесей.

Соединительные прослойки 6.2 и ленты 6.1 блока выполнены в корпусе 4.1 таким образом, что вместе с сопряжённой торцевой контактной поверхностью 4.А корпуса 4.1 создают своими торцевыми поверхностями 6.3 и 6.4 единую контактную поверхность Z рельса 4 - поверхность качения.

Ленты 6.1 блока головки 6 корпуса 4.1 рельса 4 предварительно натянуты в продольном направлении. При этом ленты 6.1 зафиксированы в таком предварительно напряжённом состоянии при помощи соединительных прослоек 6.2. В качестве соединительных прослоек 6.2 используют твердеющие материалы различных модификаций, которые вместе с лентами образуют монолитную головку рельса с улучшенными эксплуатационными свойствами (в том числе повышенной несущей способностью).

Указанное исполнение головки корпуса рельса обеспечивает повышение плавности и мягкости хода подвижного средства, а также стабильность эксплуатационных свойств контактной поверхности Z головки 6 рельса 4, что, в свою очередь, позволяет развивать высокие скорости движения.

Твердеющие материалы для заполнения полости корпуса, свободной части объёма предварительно напряжённого продольного элемента и блока лент головки 6 могут быть одного и того же вида и иметь одинаковый состав, либо могут быть различного типа и/или иметь разный состав в зависимости от проектных параметров и технической целесообразности.

Размеры соединительных прослоек 6.2 выбирают таким образом, чтобы выполнялось неравенство для отношения толщины  $B_2$ , м, прослойки к толщине лент  $B_1$ , м, (см. фиг. 3):

$$0,01 \leq B_2/B_1 \leq 5 \quad (1)$$

Если отношение (1) будет меньше 0,01, то боковая поверхность лент 6.1 будет иметь неравномерную и нестабильную площадь контакта с наполнителем, и в результате блок лент головки 6 будет иметь недостаточную монолитность и прочность.

Если отношение (1) будет больше 5, то блок лент головки 6 будет иметь недостаточную твёрдость и жёсткость контактной поверхности рельса.

При условии, что соединительные прослойки 6.2 в блоке лент головки 6 имеют одинаковую толщину, обеспечивается высокая технологичность процесса формирования головки рельса. Такое исполнение целесообразно использовать на прямолинейных и горизонтальных участках перегонов.

Альтернативным видом исполнения головки 6 рельса 4 при любых вариантах геометрии соединительных прослоек 6.2 является выполнение блока лент головки 6 рельса при помощи соединительных прослоек 6.2 различной толщины.

Возможно исполнение соединительных прослоек 6.2 в блоке лент в порядке возрастания их толщины к краям блока. Такой вариант реализации изобретения оправдан на подъёмах и зонах разгона.

Соединительные прослойки 6.2 в блоке лент могут быть выполнены переменной толщины с изменением их толщины в порядке убывания к краям блока, что является эффективным на спусках и зонах торможения.

Размеры толщины блока лент головки 6 и высоты корпуса 4.1 рельса 4 выбирают таким образом, чтобы выполнялось неравенство для отношения толщины  $B_0$ , м, блока лент к высоте корпуса рельса  $A$ , м, (см. фиг. 2):

$$0,2 \leq B_0/A \leq 5 \quad (2)$$

Если отношение (2) будет меньше 0,2, то поверхность качения, образованная торцевыми поверхностями 6.3 и 6.4 головки 6 рельса 4, может испытывать давление, превышающее её предел упругости, что может вызвать преждевременный износ или перерасход материалов на неоправданно завышенную величину высоты корпуса рельса.

Если отношение (2) будет больше 5, то транспортная система будет иметь недостаточную жёст-

кость, в том числе крутильную, при проезде по ней подвижного средства 5.

Толщина  $B_0$ , м, блока лент головки 6 и ширина  $B$ , м, корпуса 4.1 рельса 4 должны находиться в пределах, определяемых из соотношения:

$$0,2 \leq B_0/B \leq 0,95 \quad (3)$$

Если отношение (3) будет меньше 0,2, то торцевая контактная поверхность 4.А (см. фиг. 2) корпуса 4.1 рельса 4 может испытывать давление, превышающее предел упругости материала корпуса, что может вызвать преждевременный износ и снижение безопасности движения или перерасход материалов на неоправданно завышенную величину ширины корпуса рельса. Это, в свою очередь, ведет к снижению крутильной жёсткости транспортной системы.

Если отношение (3) будет больше 0,95, то из-за наличия поперечных нагрузок на рельс со стороны колёс происходит снижение запаса прочности и преждевременный износ боковой поверхности корпуса рельса, что ведет к значительному сокращению срока службы транспортной системы.

Размеры высоты  $A_0$ , м, блока лент головки 6 и высоты корпуса 4.1 рельса 4 выбирают таким образом, чтобы выполнялось неравенство для отношения высоты  $A_0$ , м, блока лент к высоте корпуса рельса  $A$ , м, (см. фиг. 2):

$$0,05 \leq A_0/A \leq 0,9 \quad (4)$$

Если отношение (4) будет меньше 0,05, то такая транспортная система будет иметь недостаточную несущую способность, жёсткость и прочность.

В связи с тем, что головка рельса подвержена воздействию значительной части таких неблагоприятных внешних факторов, как тормозные и разгонные усилия от подвижных средств, циклические нагрузки, температурные колебания, атмосферные воздействия и другие, очевидно целесообразно повысить предел прочности этого элемента рельса за счёт перераспределения его несущих функций на другие конструктивные элементы рельса.

Поэтому, если отношение (4) будет больше 0,5, то такая транспортная система будет иметь значительно снижающуюся во времени износостойкость и безопасность или завышенную материалоемкость и стоимость.

Исполнение транспортной системы, в которой значение соотношения (4) соответствует указанному в нем диапазону значений, позволяет оптимизировать и технические параметры и эквивалентные эксплуатационные характеристики такой системы.

Усилие  $F_0$ , Н, предварительного натяжения всех продольно ориентированных элементов рельса, включающее усилие  $F_2$ , Н, натяжения предварительно напряжённого продольного элемента 7, усилие  $F_3$ , Н, натяжения корпуса 4.1 и усилие  $F_1$ , Н, натяжения лент блока головки 6 определено величиной, полученной из соотношения:

$$0,01 \leq F_1/F_0 \leq 0,95 \quad (5)$$

Указанные пределы соотношения выделяют оптимальный диапазон усилий натяжения элементов транспортной системы, обеспечивающий необходимую жёсткость рельса 4, и, следовательно, и его несущую способность в пролётах между опорами при минимальной материалоемкости конструкции.

Если отношение (5) будет меньше 0,01, то снижается эффективность использования предварительно напряжённой конструкции головки 6 рельса 4, что влечёт за собой снижение несущей способности транспортной системы, сокращение расстояния между смежными опорами 3 и/или 2, а также к снижению крутильной жёсткости рельса 4.

Если отношение (5) будет больше 0,95, то повышение эксплуатационных свойств будет достигаться неоправданным перерасходом материалов и, как следствие, повышением стоимости системы в целом.

В соответствии с любым из неограниченных вариантов исполнения соединительных прослоек 6.4 и использования для их формирования различных твердеющих материалов на основе полимерных связующих композитов и/или цементных смесей в качестве соединительных прослоек 6.4 целесообразно использовать суспензию твердеющего материала с присадками наполнителя. При этом необходимо обеспечить достаточную концентрацию твердеющего материала и наполнителя, позволяющих исключить снижение прочностных свойств блока лент и эксплуатационных свойств соединительных прослоек 6.4.

Объём присадок наполнителя выбирают таким образом, чтобы соотношение объёма присадок  $V_1$ , м<sup>3</sup>, к объёму  $V_0$ , м<sup>3</sup>, наполнителя определялось соотношением:

$$0,05 \leq V_1/V_0 \leq 0,98 \quad (6)$$

Если отношение (6) будет меньше 0,05, то влияние присадок наполнителя на улучшение эксплуатационных свойств соединительных прослоек 6.4 будет незначительным и нестабильным из-за их недостаточной концентрации в объёме прослоек.

Если отношение (6) будет больше 0,98, то возможно снижение прочностных свойств лент блока из-за недостаточной концентрации твердеющего материала в прослойках.

В качестве наполнителя могут быть использованы антифрикционные материалы. В этом случае достигается повышение эффективности транспортной системы Юницкого на перегонах за счет снижения коэффициента трения контактной поверхности  $Z$ , предотвращения износа, снижения энергозатрат, по-

вышения плавности и мягкости движения подвижного средства.

Целесообразно в качестве наполнителя использовать фрикционные материалы. В этом случае эффективность транспортной системы Юницкого существенно повышается в зонах разгона и торможения, а также на подъёмах и спусках, что, в свою очередь, обеспечивает снижение времени разгона, торможения, снижение энергетических затрат, плавность и мягкость хода подвижных средств.

Желательно в качестве наполнителя использовать композиционные материалы. Это позволит значительно увеличить диапазон удельной прочности головки рельса, а также повысить её жёсткость, износостойкость и усталостную прочность при циклических нагрузках, которые оказывают наиболее негативное воздействие на головку 6 рельса.

Выполнение предварительно напряжённого продольного элемента 7 в полости 4.В корпуса 4.1 рельса 4 с возможностью изменения высоты  $h$ , м, его расположения относительно корпуса 4.1 в пределах значений от  $h_0$ , м, до  $h_{max}$ , м, (см. фиг. 4 и 5) позволяет регулировать высоту расположения контактной поверхности Z рельса в пролётах между смежными опорами 3 и/или 2, обеспечивая его прямолинейность на всём протяжении транспортной системы.

При этом на участке корпуса, расположенном на опоре 3, когда прогиб корпуса рельса практически отсутствует, продольный элемент закреплён в верхней части корпуса на высоте, соответствующей значению  $h_{max}$ , м, (см. фиг. 4).

На участке корпуса, расположенном в центре пролёта, где величина естественного прогиба рельса 4 максимальна, продольный элемент 7 закреплён в нижней части корпуса 4.1 на высоте, соответствующей значению  $h_0$ , м, (см. фиг. 5), обеспечивая, таким образом, компенсацию продольного изгиба корпуса рельса и достижение прямолинейности поверхности качения.

Целесообразно на участке корпуса, расположенном в пролёте между опорами 2 и/или 3, предварительно напряжённый продольный элемент 7 фиксировать в корпусе 4.1 рельса на высоте  $h$ , м, значение которой обратно пропорционально удалению соответствующего участка корпуса от ближайшей опоры 3 и/или 2. При этом количество мест фиксации высоты  $h$ , м, расположения предварительно напряжённого продольного элемента 7 относительно корпуса 4.1 рельса 4 определяется только размером пролёта.

Целесообразно на участке корпуса, расположенном на опоре, представляющей собой пролётное строение 8, альтернативное выполнение продольного элемента 7 в корпусе 4.1 без изменения высоты  $h$ , м, его расположения относительно корпуса 4.1 и соответственно без применения средств взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса 4.1 и оболочки 7.2 предварительно напряжённого продольного элемента 7. Это позволит снизить материалоемкость и упростить монтаж транспортной системы в целом.

Шпренгель 9 обеспечивает дополнительное усиление корпуса 4.1 рельса 4, что существенно повышает несущую способность рельса 4 в пролётах за счёт воспринятая шпренгелем части изгибающего момента, возникающего под собственным весом рельса 4, воздействием на рельс 4 подвижного средства 5 и различных атмосферных явлений. Тем самым обеспечивается прямолинейность рельса 4 в пролёте между смежными опорами и достигается увеличение расстояния между смежными опорами.

Построение представленной транспортной системы Юницкого включает установку на основании 1 анкерных 2 и промежуточных 3 опор, пролётных строений 8, на которых закрепляют по меньшей мере один рельс 4 и направляют по этому рельсу при помощи колёс по меньшей мере одно подвижное средство 5.

Работает транспортная система Юницкого описанной конструкции следующим образом.

При движении транспортного средства 5 по рельсу 4 под каждым колесом транспортного средства образуется зона локальной деформации контактной поверхности Z головки 6 корпуса 4.1 рельса 4 по контурной площадке. Эта зона в виде деформационной волны перемещается вместе с колесом по поверхности качения Z рельса 4, образованной торцевыми поверхностями 6.3 лент 6.1 блока головки 6, а также торцевыми поверхностями 4.А и 6.4 соответственно корпуса 4.1 и соединительных прослоек 6.2, связывающих их воедино.

От внешней к внутренней поверхности головки 6 рельса 4 зона деформации распространяется через предварительно напряжённый блок лент 6.1, в котором ленты 6.1 связаны твердеющим материалом соединительных прослоек 6.2, и далее через предварительно напряжённый корпус 4.1 на предварительно напряжённый продольный элемент 7, омоноличенный в своей оболочке 7.2 и корпусе 4.1 твердеющими материалами 7.3 и 4.2 соответственно.

Благодаря такой трансформации больших локальных давлений от колеса транспортного средства 5 конструктивные элементы рельса 4 не испытывают запредельных давлений и, следовательно, сохраняются неизменной во времени несущая способность рельса 4 транспортной системы Юницкого.

Выполнение поверхности качения (верхнего слоя контактной поверхности) из чередующихся участков, имеющих различные механические свойства (твёрдость, пластичность, коэффициенты трения и упругости) с изменяющимся соотношением этих свойств, как по толщине, так и вдоль рельса, позволяет получить развитую контактную поверхность Z головки рельса с заранее заданными эксплуатационными свойствами для различных участков транспортной системы Юницкого.

В итоге достигается улучшение эксплуатационных свойств поверхности качения за счет предотвращения раскатки рельса. Благодаря оптимизации коэффициента трения на различных участках движе-

ния подвижного средства 5 достигается улучшение параметров движения при разгоне, торможении, на подъёмах, спусках; расширение функциональных возможностей транспортной системы за счет увеличения углов подъёма, спуска; снижение времени разгона, торможения; снижение энергетических затрат; обеспечение плавности и мягкости хода подвижных средств.

Выполнение предварительно напряжённого продольного элемента 7 в полости 4.В корпуса 4.1 рельса 4 с возможностью изменения высоты  $h$ , м, его расположения относительно корпуса 4.1, а также снабжение корпуса закреплённым на нём шпренгелем 9 позволяет обеспечить упреждающий выгиб корпуса 4.1 вверх в пролётах между смежными опорами 3 и/или 2 и корпуса 4.1 рельса 4. Величина этого упреждающего выгиба соответствует деформации рельса 4 под воздействием веса подвижного средства 5 до положения прямой линии.

Тем самым достигается ровность пути, которая сохраняется до перехода подвижного средства в соседний пролёт, и обеспечивается прямолинейность пути в процессе эксплуатации на всём протяжении транспортной системы.

Это позволяет значительно снизить материалоемкость и соответственно стоимость транспортной системы без ухудшения её скоростных характеристик. Следовательно, появляется возможность увеличения пролётов между смежными опорами.

Транспортная система Юницкого описанной конструкции позволяет создать транспортную систему струнного типа, обладающую высокой нагрузочной способностью и повышенными эксплуатационными характеристиками.

Указанными отличительными признаками заявляемое техническое решение отличается от прототипа, т. е. соответствует критерию изобретения "новизна".

При просмотре патентной и научно-технической литературы не обнаружены объекты, содержащие признаки, отличающие заявляемое решение от прототипа и позволяющие достичь указанного эффекта, ввиду чего следует, что оно соответствует критерию изобретения "существенные отличия".

Источники информации.

1. Патент RU № 2022070, МПК E01B 5/08, E01B 25/22 публ. 30.10.1994 (аналог).

2. Патент RU № 2080268, МПК B61B 5/02, B61B 13/00, E01B 25/22 публ.27.05.1997 (прототип).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Транспортная система, включающая по меньшей мере одно подвижное колёсное средство, перемещаемое по меньшей мере по одному рельсу, содержащему корпус, головку, выполненную в виде набранных в блок лент, соединённую с предварительно напряжённым продольным элементом, смонтированным на опорах, размещённых на основании, причём ленты в блоке установлены на рёбра, отличающаяся тем, что ленты в блоке связаны друг с другом посредством соединительных прослоек, толщина  $B_2$ , м, которых определена из соотношения

$$0,01 \leq B_2/B_1 \leq 5,$$

где  $B_1$ , м - толщина ленты,

причём блок лент выполнен толщиной  $B_0$ , м, и высотой  $A_0$ , м, определёнными соответственно из соотношений

$$0,2 \leq B_0/A \leq 5;$$

$$0,2 \leq B_0/B \leq 0,95;$$

$$0,05 \leq A_0/A \leq 0,9,$$

где  $A$ , м - высота корпуса рельса,

$B$ , м - ширина рельса,

а ленты блока предварительно растянуты с усилием  $F_1$ , Н, определённым из соотношения

$$0,01 \leq F_1/F_0 \leq 0,95,$$

где  $F_0$ , Н - усилие предварительного напряжения элементов рельса, включающее усилие натяжения  $F_2$ , Н, предварительно напряжённого продольного элемента, усилие натяжения  $F_3$ , Н, корпуса и усилие натяжения  $F_1$ , Н, лент блока головки рельса.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что продольный элемент смонтирован на отдельно стоящих вертикальных опорах.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что продольный элемент смонтирован на опоре, выполненной в виде пролётного строения.

4. Система по п.3, отличающаяся тем, что пролётное строение представляет собой балку, или ферму, или эстакаду, вантовую систему, или комбинацию из выше перечисленного.

5. Система по любому из пп.3, 4, отличающаяся тем, что продольный элемент выполнен с постоянной высотой  $h$ , м, его расположения относительно корпуса.

6. Система по п.5, отличающаяся тем, что средства взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса и предварительно напряжённого продольного элемента отсутствуют.



7. Система по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что продольный элемент выполнен внутри корпуса с возможностью изменения высоты  $h$ , м, его расположения относительно корпуса.

8. Система по п.7, отличающаяся тем, что на участке корпуса, расположенном в пролёте между опорами, изменение высоты  $h$ , м, обратно пропорционально удалению соответствующего участка корпуса до ближайшей опоры, причём на участке корпуса, расположенном на опоре, продольный элемент закреплён в верхней части корпуса на высоте  $h_{\max}$ , м, а на участке корпуса, расположенном в центре пролёта, продольный элемент закреплён в нижней части корпуса на высоте соответственно  $h_0$ , м.

9. Система по любому из пп.7, 8, отличающаяся тем, что в корпусе выполнены средства взаимного перемещения и фиксации расположения корпуса и предварительно напряжённого продольного элемента.

10. Система по п.1, отличающаяся тем, что соединительные прослойки в блоке лент выполнены одинаковой толщины.

11. Система по п.1, отличающаяся тем, что соединительные прослойки в блоке лент выполнены разной толщины.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что соединительные прослойки в блоке лент расположены в порядке возрастания их толщины к краям блока.

13. Система по п.11, отличающаяся тем, что соединительные прослойки в блоке лент расположены в порядке убывания их толщины к краям блока.

14. Система по любому из пп.1, 10-13, отличающаяся тем, что в качестве соединительных прослоек используют твердеющий материал на основе полимерных связующих композитов и/или цементных смесей.

15. Система по любому из пп.1, 10-14, отличающаяся тем, что в качестве соединительных прослоек используют суспензию твердеющего материала с присадками наполнителя в объёмном соотношении, определённом из зависимости

$$0,05 \leq V_1/V_0 \leq 0,98,$$

где  $V_1$ , м<sup>3</sup> - объём присадок,

$V_0$ , м<sup>3</sup> - объём наполнителя.

16. Система по п.15, отличающаяся тем, что в качестве наполнителя используют антифрикционные материалы.

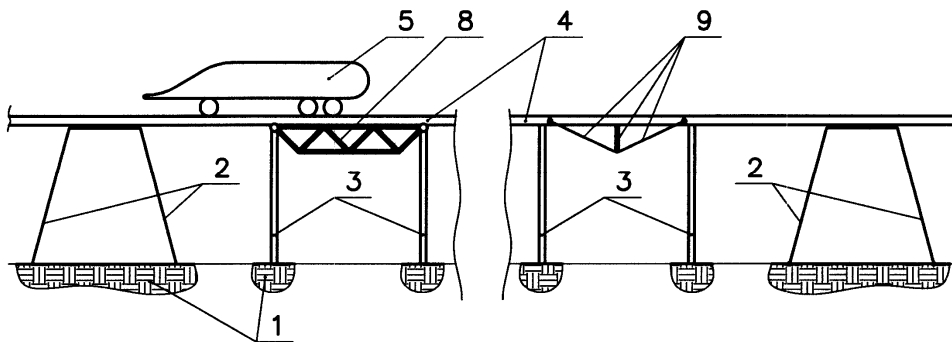
17. Система по п.15, отличающаяся тем, что в качестве наполнителя используют фрикционные материалы.

18. Система по п.15, отличающаяся тем, что в качестве наполнителя используют композиционные материалы.

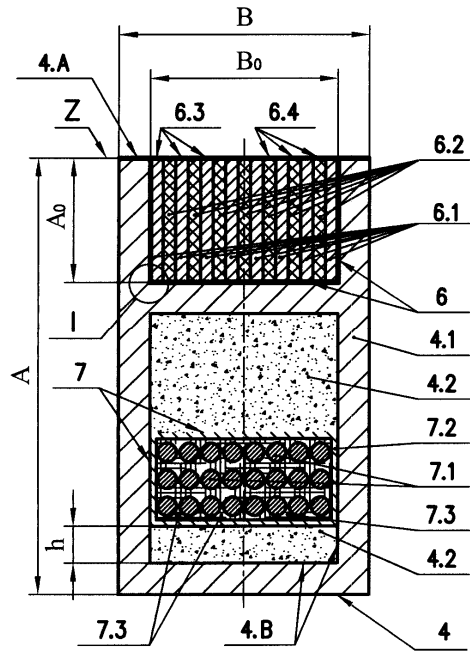
19. Система по п.1, отличающаяся тем, что внешние грани лент блока и сопряжённые с ними поверхности корпуса определяют поверхность качения рельса.

20. Система по любому из пп.1, 10-19, отличающаяся тем, что соединительные прослойки и ленты блока выполнены с единой с корпусом поверхностью по торцу, образующему поверхность качения рельса.

21. Система по п.2, отличающаяся тем, что корпус рельса между смежными опорами снабжён закреплённым на нём шпренгелем.

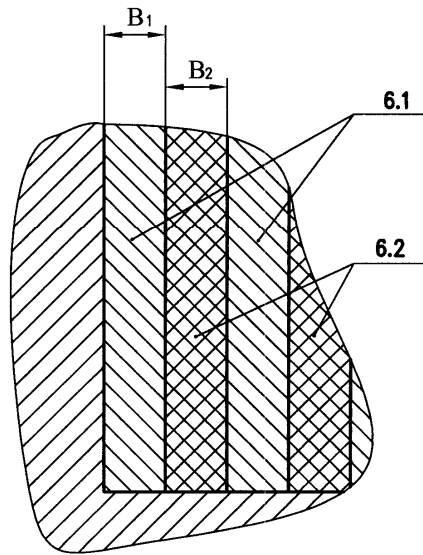


Фиг. 1

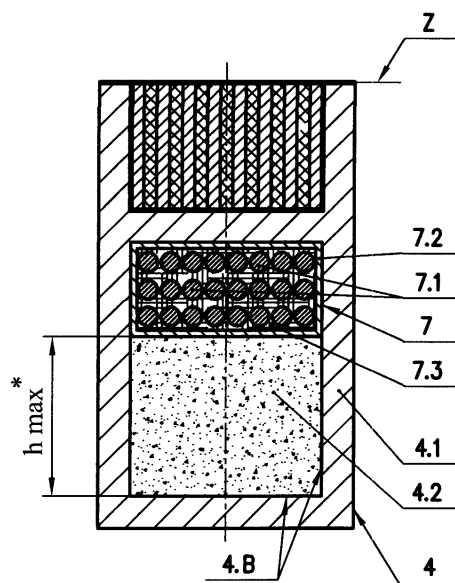


Фиг. 2

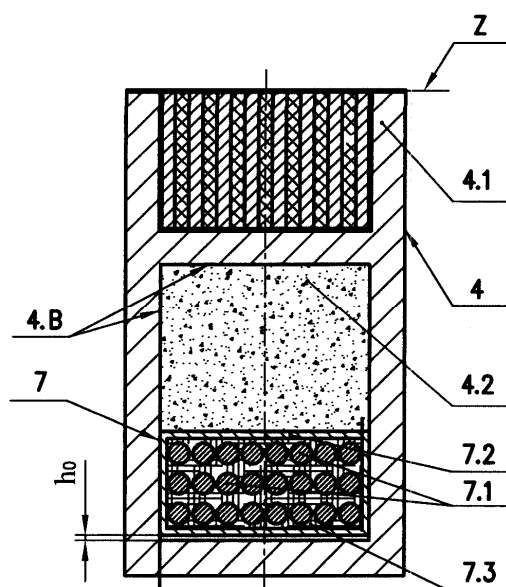
1(3:1)



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5