

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044596**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.09.13**

(51) Int. Cl. **E01B 9/48 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**202390376**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.02.17**

---

(54) **УПРУГАЯ КЛЕММА РЕЛЬСОВОГО СКРЕПЛЕНИЯ**

---

(43) **2023.09.07**

**Кирилл Андреевич, Ефимов Андрей  
Александрович, Загитов Эльдар  
Данилович (RU)**

(96) **2023000029 (RU) 2023.02.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО "РОССИЙСКИЕ  
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ" (RU)**

(74) Представитель:  
**Наумова М.А. (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Белов Сергей Владимирович,  
Березин Вадим Олегович, Бузлаев  
Дмитрий Владимирович, Дорошенко**

(56) **KZ-U-2245  
UA-C2-80025  
EP-B1-0231304  
KR-B1-101971886  
DE-A1-3943038**

(57) Изобретение относится к конструкции верхнего строения железнодорожного пути, а именно к конструкции упругой клеммы, которая используется в промежуточных рельсовых скреплениях для обеспечения прижатия рельса к подрельсовой опоре. Пружинная прутковая клемма рельсового скрепления, выполненная из прутка упругого материала, изогнутого с образованием единой детали В-образной формы в проекции на горизонтальную плоскость, симметричной относительно поперечной оси клеммы и состоящей из сопряженных между собой по радиусам участков, включающих прямолинейный в проекции на горизонтальную плоскость участок опирания на рельс, переходящий с двух противоположных сторон по радиусам скругления в боковые участки, переходящие в участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления, которые переходят в концевые участки, направленные в сторону участка опирания на рельс под прямым углом в проекции на горизонтальную плоскость, при этом участок опирания на рельс в продольном профиле выполнен радиально выпуклым, с двумя краевыми точками опоры на рельс, а вершина участка опирания на рельс направлена в сторону концевых участков, при этом участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления выполнены прямолинейными в проекции на горизонтальную плоскость и радиально вогнутыми в проекции на вертикальную плоскость в продольном профиле, а боковые участки расположены под наклоном к горизонтальной плоскости опирания клеммы в продольном профиле и выполнены по форме выпуклой кривой в поперечном профиле, образованной двумя радиусами, один из которых больше второго, при этом вершины боковых участков, смещены в сторону участка опирания на рельс, каждый концевой участок выполнен из двух прямолинейных частей, при этом первая предназначена для контактирования со средством крепления, а вторая часть расположена под тупым углом к первой части концевой участка и является с одного конца торцом концевой участка, при этом вершина участка опирания на рельс располагается между вторыми частями концевых участков в проекции на горизонтальную плоскость. Обеспечивается повышение стабильности усилия прижатия рельса путем повышения податливости конструкции клеммы одновременно с обеспечением распределения напряжений по большей части конструкции клеммы.

**B1**

**044596**

**044596**

**B1**

### Область техники

Изобретение относится к конструкции верхнего строения железнодорожного пути, а именно к конструкции упругой клеммы, которая используется в промежуточных рельсовых скреплениях для обеспечения прижатия рельса к подрельсовой опоре.

Упругая клемма должна обеспечивать достаточное усилие прижатия рельса к подрельсовой опоре.

### Уровень техники

Из уровня техники известен источник информации RU 2767807 C1, 22.03.2022 (аналог), в котором раскрыта конструкция пружинной клеммы рельсового скрепления, выполненная из прутка упругого материала, изогнутого с образованием прямолинейного нарельсового участка, плавно переходящего сначала в боковые протяженные участки, а затем в примыкающие друг к другу нащпальные дугообразные участки и в концевые участки, отогнутые внутрь клеммы, при этом каждый из боковых протяженных участков образован частью окружности с центром, лежащим на пересечении продольной осевой линии прямолинейного нарельсового участка и прямой, проходящей через точку опоры нащпального дугообразного участка о шпалу и точку приложения усилия на концевом участке.

К недостаткам известного технического решения следует отнести его конструктивные особенности, связанные прежде всего с избыточной жесткостью конструкции клеммы, в следствие чего не обеспечивается стабильность усилия прижатия рельса к подрельсовой опоре в процессе эксплуатации рельсового скрепления, связанное с тем, что в процессе эксплуатации толщина подрельсовой прокладки уменьшается по причине ее износа и/или пластических деформаций.

Вследствие уменьшения толщины прокладки уменьшается усилие прижатия рельса к подрельсовой опоре, клемма не может компенсировать данное уменьшение толщины прокладки из-за того, что её конструкция имеет условно плоскую пространственную геометрию (такую геометрию можно разместить в плоскости, с учетом пренебрежения одного из геометрических параметров, поскольку его числовое значение мало относительно других пространственных геометрических параметров).

Под жесткостью (механической) согласно сведениям, известным из уровня техники, следует понимать способность тела сопротивляться деформации при данной величине нагрузки. (Блум Э.Э. Словарь основных металлургических терминов. Екатеринбург 2002 г.).

Кроме того, еще одним недостатком конструкции известной клеммы является преимущественно локальный характер распределения напряжений в ней, т.е. в процессе нагружения клеммы внешней нагрузкой отдельные участки клеммы перегружаются (в них возникает высокий уровень концентрации напряжений), что приводит к образованию изломов и снижает ресурс клеммы.

Данные недостатки известной клеммы в первую очередь обусловлены отсутствием развитой пространственной геометрии конструкции клеммы, т.е. клемма является условно плоской, что приводит к преимущественной работе клеммы как торсиона.

Стоит также отметить, что при действии боковых нагрузок на рельс происходит боковое отжатие головки рельса (отклонение головки рельса от плоскости симметрии рельса), в случае воздействия на рельс высоких боковых динамических нагрузок, отжатие головки рельса может быть достаточно большим, что может привести к раскантировке рельсовой нити.

В виду выше указанного, к еще одному недостатку известного технического решения (клеммы) можно отнести то, что в её конструкции не предусмотрена возможность увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса, способствующая предотвращению опасного уровня бокового отжатия головки рельса при котором колесная пара может сойти внутрь колеи при высоких боковых динамических нагрузках, передаваемых от колес на рельсы.

Данный недостаток известной клеммы в первую очередь обусловлен отсутствием развитой пространственной геометрии конструкции клеммы, т.е. клемма является условно плоской, что приводит к преимущественной работе клеммы как торсиона, а также обусловлен отсутствием в конструкции клеммы возможности дополнительного увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса.

Из уровня техники известен источник информации RU 174600 U1, 23.10.2017 (аналог), в котором раскрыта конструкция пружинной прутковой клеммы рельсового скрепления В-образной в плане (в проекции на горизонтальную плоскость) формы, содержащей сопряженные между собой в плане по радиусам прямолинейный участок опирания на рельс, расположенные под прямым углом к нему прямолинейные в плане и радиально выпуклые в профиле промежуточные участки, радиусные в плане и радиально выпуклые в профиле (в проекции на вертикальную плоскость) участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления и направленные в сторону участка опирания на рельс прямолинейные в плане и радиально выпуклые в профиле концевые участки, при этом в профиле величины внутренних радиусов промежуточных и концевых участков равны, а в свободном состоянии профиль клеммы представляет собой фигуру, замкнутый контур которой состоит из двух полуокружностей, радиус которых равен радиусу прутка, и связывающих их двух дуг, разница между радиусами которых не превышает величины диаметра прутка.

Недостатками известного технического решения (аналога) являются конструктивные особенности, обусловленные излишней жесткостью известной клеммы, которые связаны с отсутствием в её конструк-

ции развитой пространственной геометрии (клемма является условно плоской), что не обеспечивает стабильности усилия прижатия рельса к подрельсовой опоре по мере утончения подрельсовой прокладки.

Кроме того, клемма данной конструкции (условно плоская клемма) отличается локализованным характером распределения напряжений (высоким коэффициентом концентрации напряжений).

Стоит отметить, что такие клеммы весьма технологичны за счет простой формы, но существенно теряют усилие прижатия по мере уменьшения высоты прокладки.

Еще одним недостатком известного технического решения (клеммы) является то, что в её конструкции не предусмотрена возможность увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса, способствующая предотвращению опасного уровня бокового отжатия головки рельса при высоких боковых динамических нагрузках, передаваемых от колес на рельсы.

Наиболее близким аналогом к заявляемому изобретению является источник информации RU 210417 U1, 14.04.2022 (прототип), в котором раскрыта конструкция клеммы для узла рельсового скрепления, включающая прямолинейную нарельсовую часть, переходящую в боковые петли, которые переходят в концевые петли с концевыми усами, при этом вершины изгиба боковых петель загнуты в сторону, относительно горизонтальной плоскости, в которой расположены нарельсовая часть и концевые петли, и вершины боковых петель смещены в сторону нарельсовой части.

Недостатками известного технического решения (прототипа) являются конструктивные особенности, также связанные с её недостаточной податливостью, хотя, она и имеет на отдельных участках (например, на боковых) развитую пространственную геометрию.

Однако, такие участки клеммы, как участок опирания на рельс являются условно плоскими, что свидетельствует о неиспользовании возможности увеличения податливости клеммы за их счет.

Отсутствие развитой пространственной геометрии во всей конструкции клеммы не обеспечивает стабильности усилия прижатия рельса к подрельсовой площадке шпалы через упругую подрельсовую прокладку по мере её износа и/или пластических деформаций.

Еще одним недостатком известного технического решения (клеммы) является то, что её конструкция не обладает конструктивными элементами, обеспечивающими возможность увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса, способствующая предотвращению опасного уровня бокового отжатия головки рельса при высоких боковых динамических нагрузках, передаваемых от колес на рельсы.

Таким образом, с учетом сведений, выявленных из уровня техники, в данной области техники были обнаружены следующие недостатки, а именно: в процессе эксплуатации, элементы конструкции промежуточного рельсового скрепления подвергаются износу, имеет место утончение упругой подрельсовой прокладки с течением времени, что приводит к изменению её толщины, вследствие чего рельс проседает, при этом снижается усилие прижатия рельса к подрельсовой опоре.

Снижение усилия прижатия в первую очередь обусловлено тем, что конструкции известных клемм не имеют развитой пространственной геометрии (имеют условно плоскую форму), вследствие чего они не обладают достаточной податливостью для обеспечения стабильности усилия прижатия рельса к подрельсовой опоре при уменьшении толщины прокладки, т.е. за счет выполнения клеммы с конструкцией, не имеющей развитую пространственную геометрию, не обеспечивается возможность компенсации ослабления усилия прижатия рельса к подрельсовой опоре, вследствие уменьшения толщины прокладки.

Кроме того, известные из уровня техники конструкции клемм (условно плоские), также не обеспечивают распределения напряжений по всей клемме, возникающих при её эксплуатации, что приводит к локализации напряжений на определенных участках клемм, перегружая их, и как следствие, к снижению ресурса таких клемм в целом.

Еще одним недостатком клемм известных из уровня техники является то, что в их конструкциях не предусмотрена возможность дополнительного увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса, способствующая предотвращению опасного уровня бокового отжатия головки рельса при высоких боковых динамических нагрузках, передаваемых от колес на рельсы.

#### **Раскрытие сущности изобретения**

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является устранение недостатков известного уровня техники.

Технический результат, достигаемый при осуществлении заявляемого изобретения, заключается в повышении стабильности усилия прижатия рельса к подрельсовой опоре упругой клеммой, уменьшении напряжений в наиболее нагруженных зонах клеммы с одновременным обеспечением возможности увеличения крутильной жесткости скрепления при его эксплуатации.

Сущность технического решения заявляемого изобретения заключается в том, что пружинная прутковая клемма рельсового скрепления, выполненная из прутка упругого материала, изогнутого с образованием единой детали В-образной формы в проекции на горизонтальную плоскость, симметричной относительно поперечной оси клеммы и состоящей из сопряженных между собой по радиусам участков, включающих прямолинейный в проекции на горизонтальную плоскость участок опирания на рельс, переходящий с двух противоположных сторон по радиусам скругления в боковые участки, переходящие в участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления, которые переходят в концевые участки,

направленные в сторону участка опирания на рельс под прямым углом в проекции на горизонтальную плоскость, при этом участок опирания на рельс в продольном профиле выполнен радиально выпуклым, с двумя крайними точками опоры на рельс, а вершина участка опирания на рельс направлена в сторону концевых участков, при этом участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления выполнены прямолинейными в проекции на горизонтальную плоскость и радиально вогнутыми в проекции на вертикальную плоскость в продольном профиле, а боковые участки расположены под наклоном к горизонтальной плоскости опирания клеммы в продольном профиле и выполнены по форме выпуклой кривой в поперечном профиле, образованной двумя радиусами, один из которых больше второго, при этом вершины боковых участков, смещены в сторону участка опирания на рельс, каждый концевой участок выполнен из двух прямолинейных частей, при этом первая предназначена для контактирования со средством крепления, а вторая часть расположена под тупым углом к первой части концевой участка и является с одного конца торцом концевой участка, при этом вершина участка опирания на рельс располагается между вторыми частями концевых участков в проекции на горизонтальную плоскость.

Заявляемый технический результат достигается за счет конструкции клеммы, имеющей развитую пространственную геометрию этим, достигается снижение жесткости клеммы и уменьшение напряжений в наиболее нагруженных зонах клеммы, а также увеличенный упругий ход, что обеспечивает стабильность усилия прижатия.

Также в конструкцию клеммы заложены конструктивные элементы, обеспечивающие возможность увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса при высоком (критическом) уровне боковых нагрузок, передаваемых от колес на рельсы, т.е. заявляемое изобретение обладает конструкцией с нелинейными упругими характеристиками.

Новым в заявляемом изобретении является конструкция клеммы, которая имеет форму с развитой пространственной геометрией по сравнению с известными техническими решениями известного уровня техники, за счет которой обеспечивается радиально выпуклая форма клеммы как в продольном, так и в поперечном профилях.

К таким участкам относятся участок опирания на рельс и боковые участки, а также концевые участки.

Под продольным и поперечным профилями, в рамках заявляемого изобретения следует понимать вид спереди и сбоку, соответственно, при горизонтальном размещении клеммы на плоскости.

За счет участка клеммы, выполненного радиально выпуклым и контактирующего с рельсом (участок опирания на рельс), обеспечивается дополнительная податливость клеммы на изгиб вокруг поперечной оси клеммы.

Наличие в конструкции клеммы вертикальных радиально выпуклых в поперечном профиле боковых участков обеспечивает повышение податливости на изгиб вокруг продольной оси клеммы, а также за счет выполнения боковых участков в форме выпуклой кривой в поперечном профиле, образованной двумя радиусами, один из которых больше второго, со смещением вершины боковых участков в сторону участка опирания на рельс позволяет сместить концентрацию напряжений от более нагруженного участка клеммы.

В результате предложенных конструктивных преобразований технического решения прототипа, ряд участков которого был переработан, в конечном итоге создана конструкция пружинной прутковой клеммы рельсового скрепления, которая обладает повышенной податливостью, а также обеспечивает распределение напряжений по большей области клеммы, а также обладает нелинейными упругими характеристиками.

Таким образом, при равных условиях эксплуатации заявляемой клеммы и известных клеммы из уровня техники, нагрузки, действующие на клеммы и имеющие одинаковые численные значения, будут в случае известных из уровня техники клемм восприниматься преимущественно определенными участками конструкции (участки опирания на упорный элемент), перегружая их, что в конечном итоге приведет к снижению сопротивления усталости этих участков и дальнейшему выходу таких клемм из строя.

Однако, в конструкции заявляемой клеммы, действующие на неё напряжения будут более равномерно распределяться по длине прутка клеммы, что достигается большей податливостью клеммы за счет развитой пространственной геометрии конструкции клеммы, вследствие чего снижается концентрация напряжений на отдельных участках клеммы, например, на участке опирания на упорный элемент рельсового скрепления заявляемой клеммы.

В заявляемой клемме участок опирания на рельс, радиально выпуклый в продольный профиль, изгибается при восприятии действующей нагрузки.

Боковые участки клеммы подвержены изгибу и кручению при восприятии внешней нагрузки, при этом из-за развитой пространственной геометрии, обусловленной их формой, они являются более податливыми, по сравнению с техническими решениями известного уровня техники, относительно продольной оси клеммы, что позволяет клемме обеспечивать лучшую стабильность усилия прижатия рельса.

Кроме того, смещение вершин боковых участков в сторону участка опирания на рельс позволяет сместить концентрацию напряжений от наиболее нагруженного участка клеммы.

Концевые участки клеммы при восприятии внешней нагрузки изгибаются. Их конструктивное исполнение позволяет обеспечивать требуемый упругий ход клеммы, который в свою очередь позволяет

обеспечивать стабильность усилия монтажного прижатия рельса при затяжке клеммы средством крепления (болтом, шурупом и т.п.).

Кроме того, их конструктивное исполнение в совокупности с участком опирания на рельс позволяет добиться нелинейной упругой характеристики клеммы, а именно при высоких боковых динамических нагрузках концевые участки клеммы начинают контактировать с участком опирания на рельс, тем самым увеличивая крутильную жесткость скрепления.

Под упругим ходом клеммы стоит понимать величину относительных перемещений точки контакта клеммы со средством крепления и точки контакта клеммы с рельсом при ее деформировании до обеспечения требуемого усилия монтажного прижатия.

Таким образом, заявляемая конструкция клеммы имеет нелинейную упругую характеристику, повышенную податливость и одновременно обеспечивает распределение напряжений по большей области конструкции клеммы за счет формы клеммы, которая имеет развитую пространственную геометрию.

#### **Краткое описание чертежей**

Сущность предлагаемого изобретения поясняется нижеследующим описанием и прилагаемыми иллюстрациями, на которых показано:

фиг. 1 - представлен общий вид рельсового скрепления, в котором применяется упругая клемма известного уровня техники (прототип);

фиг. 2 - представлена заявляемая клемма общий вид (изометрия);

фиг. 3 - представлена заявляемая клемма виды в проекции на горизонтальную плоскость (спереди, сверху, разрез, изометрия);

фиг. 4.1, 4.2 - представлены результаты расчета распределения эквивалентных напряжений (по Мизесу) в заявляемой клемме после затяжки средства крепления вид сверху и снизу соответственно, проведенные с использованием программного комплекса "ABAQUS";

фиг. 5 - представлен график (качественный) зависимости усилия прижатия от упругого хода для заявляемой клеммы.

#### **Осуществление изобретения**

На фиг. 1 представлено рельсовое скрепление известного уровня техники, в котором применяется упругая клемма, обладающая известными недостатками уровня техники, за счет которой обеспечивается прижатие рельса к подрельсовой опоре, при этом основание рельса располагается на упругой подрельсовой прокладке (1), служащей для снижения динамических нагрузок на подрельсовое основание.

При монтаже узла рельсового скрепления упругая клемма прикрепляется средством крепления (болтом, шурупом и т.п.), при этом возникает усилие прижатия рельса к подрельсовой опоре в процессе затяжки средства крепления.

Однако, вследствие уменьшения высоты подрельсовой прокладки (1) (из-за её износа и/или пластической деформации), усилие прижатия рельса к подрельсовой опоре уменьшается.

Уменьшение усилия прижатия может привести к недостаточному усилию закрепления рельсовых плетей, к потере температурного режима закрепления рельсовых нитей, угону пути. Перечисленные отклонения от норм содержания пути приводят к увеличению трудозатрат на эксплуатацию пути.

На фигурах 2 и 3 представлена заявляемая клемма в разных видах, на которых представлены участки заявляемой клеммы, которые образуют развитую пространственную геометрию.

Так заявляемая пружинная прутковая клемма рельсового скрепления выполнена единой деталью, симметричной В-образной формы, в проекции на горизонтальную плоскость.

Такое выполнение реализуется путем гибки прутка, выполненного из упругого материала, в заданных местах, с образованием участков клеммы, а именно участка опирания на рельс (2), радиально выпуклого в продольный профиль, с образованием двух точек опоры (6), двух боковых участков (3), радиально выпуклых в поперечный профиль и имеющих наклон относительно горизонтальной плоскости опирания клеммы в продольном профиле, участков опирания на упорный элемент (4), концевых участков (5), при этом концевые участки выполнены из двух частей (5.А, 5.Б) каждый (фиг. 2).

Также на фиг. 2 обозначены продольная (7) и поперечные (8) оси заявляемой клеммы.

Наиболее предпочтительным вариантом материала, из которого выполняется заявляемая клемма является пружинная сталь.

На фиг. 3 представлена заявляемая упругая клемма, виды спереди, сверху, сбоку в разрезе (сечение А), а также вид в изометрии для лучшего понимания конструктивных отличий, обеспечивающих достижения заявляемого технического результата.

На основе изометрического вида клеммы на фигурах 2, 3 и видов на фиг. 3 можно сделать вывод о том, что заявляемая клемма имеет развитую пространственную геометрию, что делает её более податливой и позволяет обеспечивать стабильность прижатия рельса к подрельсовой прокладке без значительной потери усилия прижатия из-за износа прокладки.

Кроме того, такое исполнение обеспечивает достаточно равномерное распределение напряжений по сопрягаемым участкам упругой клеммы.

Конструктивное исполнение концевых участков (5) клеммы в совокупности с участком опирания на рельс (2) позволяет добиться нелинейной упругой характеристики клеммы, при высоких боковых дина-

мических нагрузках концевые участки клеммы, а именно его вторая часть (5.Б) начинают контактировать с участком опирания на рельс, тем самым увеличивая крутильную жесткость скрепления для противодействия отжатию головки рельса.

Нелинейная упругая характеристика для заявляемой клеммы приведена на фиг. 5. Она состоит из 2-х упругих характеристик - упругой характеристики с меньшей жесткостью (линия 9 на фиг. 6) и упругой характеристики с большей жесткостью (линия 10 на фиг. 6), и точки, характеризующей момент контакта концевых участков с участком опирания на рельс клеммы.

При нормальных условиях функционирования упругой клеммы, участок опирания на рельс (2) и концевые участки (5) упругой клеммы не контактируют друг с другом, при этом крутильная жесткость скрепления относительно продольной оси рельса не повышается.

В случае воздействия на рельс высоких значений боковых динамических нагрузок, которые могут приводить к значительным боковым отжатиям рельса и рискам схода колесной пары в колею, концевые участки клеммы (5) начинают контактировать с участком опирания на рельс (2), тем самым обеспечивается работа клеммы при большей крутильной жесткости узла скрепления относительно продольной оси рельса и тем самым предотвращается возможность схода колесной пары в колею.

В подтверждение вышеуказанных сведений были проведены расчеты на электронно-вычислительной машине (далее ЭВМ) с использованием программного комплекса "ABAQUS" (далее ПК "ABAQUS").

Результаты расчетов для заявляемой клеммы представлены на фигурах 4.1, 4.2 соответственно.

Поскольку заявляемая упругая клемма имеет симметричную форму, для упрощения восприятия информации, а также расчетов, произведенных на ЭВМ при помощи ПК "ABAQUS", достаточно рассмотреть только одну симметричную половину клемм.

В расчетах моделировался процесс затяжки средства крепления (как один из расчетных случаев нагружения клеммы), нагружающего клемму, до момента обеспечения прижатия рельса усилием равным 12,5 кН, приходящимся на одну из двух клемм скрепления.

Также для проведения расчетов, в качестве материала для каждого из объектов расчёта (клеммы-прототипа и заявляемого изобретения) были приняты свойства одного и того же материала (пружинная сталь).

Расчеты проводились с использованием ПК "ABAQUS" в нелинейной квазистатической постановке с учетом физической, геометрической нелинейностей, а также контактного взаимодействия. В моделях клемм использованы трехмерные гексаэдральные элементы первого порядка, для абсолютно жестких контактных поверхностей использовался контакт через пары "поверхность - поверхность".

Так на фигурах 4.1 и 4.2 представлены результаты расчета по распределению эквивалентных напряжений для заявляемого технического решения, вид сверху и вид снизу соответственно, при этом выбран шаг нелинейного расчета, соответствующий усилию прижатия 12,5 кН (одной клеммой).

Картина распределения эквивалентных напряжений имеет качественный характер (результаты расчета содержат графическую информацию об областях клеммы с разным уровнем эквивалентных напряжений без указания числовых значений этих напряжений).

Так, согласно проведенных при помощи ПК "ABAQUS" результатов расчетов, области заявляемой клеммы, испытывающие разные напряжения, были представлены в разных цвето-графических отображениях.

Области с наименьшими значениями напряжений имеют синий цвет, области со средними значениями напряжений имеют голубой, зеленый, желтый, оранжевый цвета по возрастанию напряжений соответственно, и области с наибольшими значениями напряжений имеют красный цвет.

На фигурах 4.1 и 4.2 приведены графики распределения эквивалентных напряжений, из которых видно, что зона максимальных напряжений фиксируется на внутренней части участка опирания на упорный элемент и частично на боковом участке (зона наибольших напряжений отмечена красным цветом на фигуре). Напряжения более равномерно распределены по длине прутка заявляемой клеммы. Заявляемое техническое решение позволяет снизить уровень концентрации напряжений, что повышает ресурс клеммы.

Из фигуры 4.2 (вид снизу) видно, что на нижней части бокового участка заявляемой клеммы преобладают красный и оранжевый цвета. Из этого следует, что боковой участок нагружен, следовательно, позволяет клемме обеспечивать достаточную податливость, а значит сохранять стабильность усилия прижатия.

Участок опирания на рельс заявляемой клеммы имеет распределение эквивалентных напряжений со средними значениями (зеленый цвет на фигурах 4.1 и 4.2), что позволяет сделать вывод о том, что участок опирания клеммы на рельс включен в работу клеммы при её нагружении, а это позволяет увеличить эффективность использования материала (эффективность запаса упругой энергии).

Наименьшие эквивалентные напряжения возникают на концевых участках клеммы (зоны голубого и синего цветов на фигуре 4.1 и 4.2).

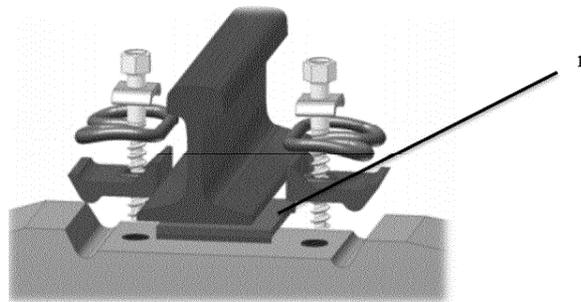
Анализ результатов расчета заявляемой клеммы показывает возможность добиться с помощью развинутой пространственной геометрии боковых участков (3) клеммы и участка опирания на рельс (2) большей по сравнению с известными из уровня техники клеммами податливости клеммы, тем самым обеспе-

чивая повышение стабильности усилия прижатия рельса клеммой при неизбежном износе упругой под-рельсовой прокладки.

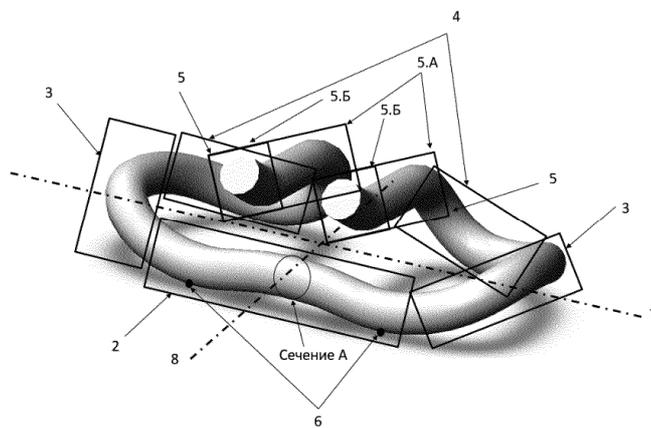
Таким образом, по результатам полученных расчетов можно сделать вывод о том, что заявляемое техническое решение, упругая пружинная клемма рельсового скрепления, имеющая форму с развитой пространственной геометрией, обеспечивает повышение стабильности усилия прижатия рельса путем повышения податливости конструкции клеммы одновременно с обеспечением распределения напряжений по большей части конструкции клеммы. Также предусмотрена возможность увеличения крутильной жесткости скрепления относительно продольной оси рельса при высоком (критическом) уровне боковых нагрузок, передаваемых от колес на рельсы.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

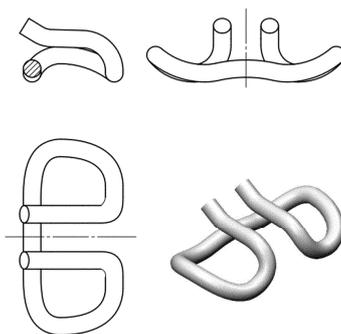
Пружинная пружинная клемма рельсового скрепления, выполненная из прутка упругого материала, изогнутого с образованием единой детали В-образной формы в проекции на горизонтальную плоскость, симметричной относительно поперечной оси клеммы и состоящей из сопряженных между собой по радиусам участков, включающих прямолинейный в проекции на горизонтальную плоскость участок опирания на рельс, переходящий с двух противоположных сторон по радиусам скругления в боковые участки, переходящие в участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления, которые переходят в концевые участки, направленные в сторону участка опирания на рельс под прямым углом в проекции на горизонтальную плоскость, отличающаяся тем, что участок опирания на рельс в продольном профиле выполнен радиально выпуклым, с двумя краевыми точками опоры на рельс, а вершина участка опирания на рельс направлена в сторону концевых участков, при этом участки опирания на упорный элемент рельсового скрепления выполнены прямолинейными в проекции на горизонтальную плоскость и радиально вогнутыми в проекции на вертикальную плоскость в продольном профиле, а боковые участки расположены под наклоном к горизонтальной плоскости опирания клеммы в продольном профиле и выполнены по форме выпуклой кривой в поперечном профиле, образованной двумя радиусами, один из которых больше второго, при этом вершины боковых участков, смещены в сторону участка опирания на рельс, каждый концевой участок выполнен из двух прямолинейных частей, при этом первая предназначена для контактирования со средством крепления, а вторая часть расположена под тупым углом к первой части концевой участка и является с одного конца торцом концевой участка, при этом вершина участка опирания на рельс располагается между вторыми частями концевых участков в проекции на горизонтальную плоскость.



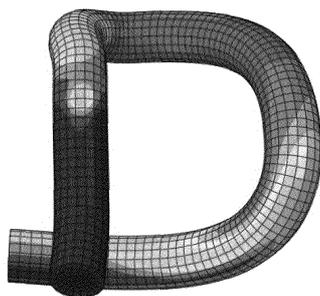
Фиг. 1



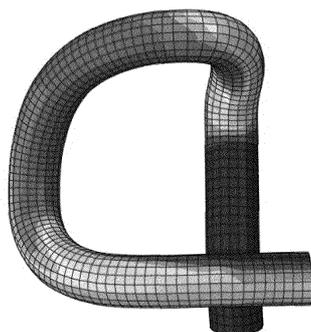
Фиг. 2



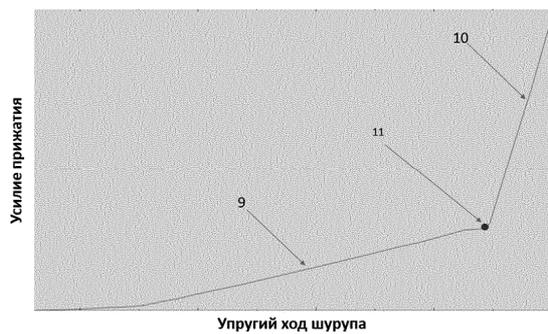
Фиг. 3



Фиг. 4.1



Фиг. 4.2



Упругий ход шурупа

Фиг. 5

