

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044629**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.09.18**

(51) Int. Cl. *E01B 3/32* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202390374**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.02.17**

---

(54) **ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ШПАЛА**

---

(43) **2023.09.14**

(56) KR-A-20100000452  
KR-A-20060033393  
RU-C1-2716373

(96) **2023000027 (RU) 2023.02.17**

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

(72) Изобретатель:  
**Бузлаев Дмитрий Владимирович,  
Дылёв Егор Олегович, Загитов  
Эльдар Данилович (RU)**

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

---

(57) Изобретение относится к конструкции верхнего строения железнодорожного пути, а именно к конструкции подрельсовой опоры - железобетонной шпале, которая используется для восприятия нагрузок от подвижного состава и их передачи на балластный слой, при этом обеспечивающей увеличенный ресурс. Железобетонная шпала, выполненная с переменным по длине трапециевидным поперечным сечением, состоящей из краевых участков, подрельсовых участков с подрельсовыми площадками и среднего участка, элементов продольной предварительно напряженной арматуры, закладных элементов промежуточных рельсовых скреплений (дюбелей), установленных в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы в зоне подрельсовых площадок, при этом элементы продольной предварительно напряженной арматуры выполнены в виде двух парных рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, при этом концевые и средний участки шпалы включают прямоугольные хомуты с закругленными углами, которые объединяют внешние ряды прутков, симметричных относительно вертикальной оси в поперечном сечении с их внешней стороны, подрельсовые участки включают дополнительное армирование, выполненное конструкцией, имеющей пространственно-развитую геометрию, состоящую из верхнего каркаса, выполненного из П-образных скоб, соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в противоположную, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, сторону и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стрижней. Обеспечивается возможность повышения прочности и трещиностойкости в наиболее нагруженных участках шпалы, а именно подрельсовых участках.

---

**B1**

**044629**

**044629**

**B1**

### Область техники

Изобретение относится к конструкции верхнего строения железнодорожного пути, а именно к конструкции подрельсовой опоры - железобетонной шпале, которая используется для восприятия нагрузок через рельс от подвижного состава и их передачи на балластный слой, при этом обеспечивающей увеличенный ресурс.

Конструкция железобетонной шпалы должна обеспечивать восприятие нагрузок от рельсов и его передачу на балластную призму, обеспечение стабильности ширины колеи, также совместно с балластным слоем обеспечивать стабильное положение пути в горизонтальной и вертикальной плоскостях, устойчивость бесстыкового пути в горизонтальной плоскости.

### Уровень техники

Из уровня техники известен источник информации RU 164035 U1, 20.08.2016 (аналог), в котором раскрыта конструкция шпалы железобетонной предварительно напряженной, включающей железобетонный брус с переменным по длине трапециевидальным поперечным сечением и верхними подрельсовыми площадками, элементы продольной предварительно напряженной арматуры, образующие в боковых частях железобетонного бруса армированные зоны, симметричные относительно вертикальной оси железобетонного бруса в поперечном его сечении, две пары анкеров, установленных в продольной вертикальной плоскости железобетонного бруса на концах подрельсовых площадок, каждый из которых выполнен в виде головки, выступающей над подрельсовой площадкой, и хвостовика, соединенного с головкой и замурованного в теле железобетонного бруса, при этом хвостовик каждого анкера выполнен с разветвлениями, размещенными над армированными зонами железобетонного бруса в плоскости, перпендикулярной продольной оси железобетонного бруса, и с вертикальным стержнем, который является продолжением хвостовика в нижней его части и расположен между армированными зонами железобетонного бруса.

Конструкция известной шпалы на подрельсовых участках не обеспечивает достаточной прочности. Подрельсовые участки железобетонной шпалы наиболее нагружены, ввиду того что именно в этих зонах происходит основное восприятие вертикальных и горизонтальных сил, действующих на рельс от подвижного состава.

При этом горизонтальные силы создают момент сил действующий на промежуточное рельсовое скрепление, приводящий к возникновению внутренних напряжений в местах закрепления рельсовых скреплений на подрельсовых участках шпалы, что приводит к повреждению шпалы.

Указанные выше недостатки обусловлены в первую очередь отсутствием в конструкции известного технического решения элементов дополнительного армирования в зоне наиболее нагруженного участка шпалы, а именно подрельсового участка, а также отсутствием в конструкции хомутов по всей длине шпалы, что при действии динамических сил ведёт к риску возникновения поперечных деформаций и микротрещин.

Из уровня техники известен источник информации RU 2716373 C1, 11.03.2020 (аналог), в котором раскрыт способ укрепления торцевых частей железобетонных шпал, армированных стержневой арматурой, путем дополнительного армирования, при этом в торцевых частях железобетонной шпалы устанавливают дополнительное армирование в виде каркасов, где каркас представляет собой пространственную конструкцию из четырех парных стержней, расположенных в горизонтальной плоскости и из двух стержней, расположенных в вертикальной плоскости, соединенных между собой сваркой, при этом: для возможности установки каркаса на основную конструктивную арматуру расстояние между осями парных горизонтальных стержней каркаса должно быть не менее диаметра основной конструктивной стержневой арматуры, а расстояние между вертикальными стержнями каркаса должно быть не более расстояния между крайними основными конструктивными стержнями арматуры по горизонтали; дополнительное усиление конструкции шпалы достигается путем выполнения каркаса пространственной формы за счет изгиба на 90° каждого или по одному стержню из каждой пары горизонтальных стержней, где длина загибов стержней определяется технологичностью монтажа в шпальную форму.

Недостатками известной железобетонной шпалы также является низкая несущая способность в зоне подрельсовых участков, ввиду отсутствия дополнительного армирования. Также в данной конструкции шпалы отсутствуют хомуты по всей её длине, что приводит к рискам появления поперечных деформаций и микротрещин.

Из уровня техники известен источник информации CN 208685352 U, 02.04.2019 (прототип), в котором раскрыта конструкция железобетонной шпалы, армированной предварительно напрягаемой проволокой. Шпала состоит из: бетона, армированного предварительно напрягаемой арматурой, у которой подрельсовые зоны, в их верхней части, армируются волокном. Также конструкция имеет рёбра жёсткости, расположенные по торцам и в средней части шпалы.

К недостаткам известного технического решения, прототипа, следует отнести отсутствие в конструкции достаточного армирования наиболее нагруженных участков шпалы, а именно подрельсовых участков.

Данное конструктивное выполнение шпалы имеет усиление в верхней части подрельсовой зоны в виде волокон, а также рёбра жёсткости, расположенные по торцам и в средней части шпалы.

Однако, такое конструктивное выполнение шпалы не обеспечивает достаточной трещиностойкости в местах, испытывающих повышенные напряжения, а именно в подошве шпалы в зоне подрельсовых участков, а также расположение рёбер жёсткости вдали от торца шпалы не обеспечивают трещиностой-

кость самого торца, а расположение рёбер по краям среднего участка не дает ему возможности противодействовать восприятию поперечных деформаций по всей его длине.

Таким образом, с учетом известного уровня техники, к основным недостаткам уровня техники следует отнести недостаточную прочность и трещиностойкость наиболее нагруженных участков железобетонных шпал, а именно подрельсовых участков, воспринимающих максимальные нагрузки.

Шпала - балка конечной длины, лежащая на упругом основании. Шпалы изготавливаются из дерева или бетона, армированного металлическими или композитными прутками, стержнями, канатами. Бетон, из которого изготавливается шпала, обладает высокой прочностью на сжатие и низкой прочностью на растяжение. Ввиду последнего свойства бетона, он подвергается армированию предварительно напряжённой арматурой, которая помогает создать в железобетонной конструкции сжимающие напряжения, тем самым избегая наличия растянутых зон в конструкции при действии на неё нагрузки.

На торцах железобетонных шпал возникают зоны локальных очагов деформаций бетона, вызванные передачей усилий натяжения от предварительно натянутых прутков на бетон. Также наблюдается сложное напряжённо-деформированное состояние, которое можно кратко описать как "краевой эффект".

Учитывая эти обстоятельства, при прохождении подвижного состава по железнодорожному пути, шпала в подрельсовых и торцевых участках подвержена повышенному трещинообразованию, а следовательно, низкой несущей способностью.

### **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 прочности и трещиностойкости железобетонной шпалы за счёт применения в её конструкции элементов дополнительного армирования в наиболее нагруженных участках шпалы, а именно подрельсовых участках шпалы.

Сущность технического решения заявляемого изобретения заключается в том, что железобетонная шпала, выполненная с переменным по длине трапециевидным поперечным сечением, состоящей из краевых участков, подрельсовых участков с подрельсовыми площадками и среднего участка, элементов продольной предварительно напряженной арматуры, закладных элементов промежуточных рельсовых скреплений (дюбелей), установленных в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы в зоне подрельсовых площадок, при этом элементы продольной предварительно напряженной арматуры выполнены в виде двух парных рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, при этом концевые и средний участки шпалы включают прямоугольные хомуты с закруглёнными углами, которые объединяют внешние ряды прутков, симметричных относительно вертикальной оси в поперечном сечении с их внешней стороны, подрельсовые участки включают дополнительное армирование, выполненное конструкцией, имеющей пространственно-развитую геометрию, состоящую из верхнего каркаса, выполненного из П-образных скоб, соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в противоположную, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, сторону и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стрижней.

Также сущность технического решения заявляемого изобретения заключается в том, что каждый закладной элемент промежуточных рельсовых скреплений (дюбель), установленный в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы в зоне подрельсовых площадок, расположен между скоб каркаса дополнительного армирования каждый.

Новые конструктивные особенности заявляемого технического решения обусловлены следующими элементами, а именно предварительно напряженной арматурой, выполненной в виде двух парных рядов прутков, расположенных симметрично относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, что позволяет воспринимать основные изгибающие напряжения шпалы, тем самым повышать прочность и трещиностойкость шпалы в целом, как в объеме шпалы, так и в непосредственной близости от внешнего контура.

Увеличение количества рядов предварительно напряжённой арматуры, а также их объединение в пары способствует равномерному распределению нагрузок, вызывающих растягивающие напряжения.

В предварительно напряжённых конструкциях особое значение имеет конструирование концевых участков. Кроме наличия "краевого эффекта", здесь происходит передача значительных усилий обжатия с арматуры на бетон, что ведет к местным перенапряжениям в торцевой части элемента, из-за чего могут образовываться трещины, раскрывающиеся по торцу и поверху на конце предварительно напряжённого железобетонного элемента.

В следствии чего концевые участки предварительно напряжённой шпалы усилены при помощи дополнительной поперечной арматуры, выполненной также в виде хомутов.

Наличие в конструкции прямоугольных хомутов с закруглёнными углами (далее хомутов), которые объединяют внешние ряды предварительно напряжённой арматуры, симметричных относительно вертикальной оси в поперечном сечении с их внешней стороны, обеспечивают восприятие поперечных деформаций, вызванных динамическими нагрузками при проходе подвижного состава, тем самым предотвра-

щается образование трещин в тех зонах шпалы, в которых располагаются хомуты.

Кроме того, дополнительное армирование в зоне подрельсовых участков заявляемого изобретения, выполняется в виде конструкции, имеющей пространственно-развитую форму, которая состоит из верхнего каркаса, выполненного из П-образных скоб, соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в противоположную, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, сторону и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стержней.

Наличие в конструкции заявляемого технического решения каркаса, выполненного из П-образных скоб, соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, обеспечивает усиление верхней зоны подрельсового участка шпалы, испытывающей максимальные сжимающие напряжения.

Кроме того, рассматриваемый участок шпалы (подрельсовый участок), содержит элементы промежуточного рельсового скрепления (дюбели), отверстия под которые являются концентраторами напряжений и тем самым они ослабляют данный участок шпалы.

Наличие в данной зоне шпалы каркаса с формой, имеющей пространственно-развитую геометрию, а также расположение каждого закладного элемента железобетонного бруса на концах подрельсовых площадок, между скоб (смежных) каркаса дополнительного армирования помогает избежать растрескивание бетона в зоне закладных элементов.

Выполнение концов опор П-образных скоб, отогнутыми в противоположные, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, стороны снижает влияние напряжений концентрирующихся при сжатии на торцах опор П-образных скоб, путем увеличения площади контакта опоры с бетоном за счёт их отгиба.

Для обеспечения восприятия максимальных растягивающих усилий у подошвы подрельсового участка шпалы устраиваются шесть продольных стержней и двух поперечных, которые объединяют продольные стержни у их края по верхней грани, что повышает трещиностойкость данной зоны, а следовательно и несущую способность всей шпалы.

Стоит отметить, что количество элементов, входящих в состав дополнительного армирования (прутков, скоб и стержней), обусловлено геометрическими параметрами шпалы и нагрузками, которые она воспринимает, т.е. является расчетными величинами, находящимися в зависимости от геометрических параметров шпалы, которые характеризуют возможность размещения максимального допустимого количества элементов дополнительной арматуры, а также нагрузки воспринимаемой шпалой, которая характеризует требуемое количество элементов дополнительного армирования для обеспечения необходимой прочности и трещиностойкости.

Указанные выше сведения, касающиеся определения количества элементов дополнительного армирования не являются предметом данной заявки, поскольку сущностью заявляемого изобретения является наличие и расположение в конструкции изобретения дополнительных элементов, а не детализация конструктивного выполнения дополнительных элементов, которая является расчетной величиной, находящейся в зависимости от задаваемых требований обеспечения прочности и трещиностойкости.

#### **Краткое описание фигур**

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

фиг. 1 - максимальные напряжения в момент приложения эксплуатационной нагрузки;

фиг. 2 - представлен общий вид схемы армирования шпалы (выполнен в программном комплексе "SolidWorks");

фиг. 3 - представлена взрыв-схема шпалы (выполнен в программном комплексе "SolidWorks");

фиг. 4 - представлен вид заявляемой железобетонной шпалы с торца;

фиг. 5 - представлен вид скобы (выполнен в программном комплексе "SolidWorks").

#### **Осуществление изобретения**

На фиг. 1 представлены результаты моделирования шпалы, в виде графического отображения, имеющей схожее конструктивное выполнение в плане элементов напряженного армирования, с заявляемым техническим решением, однако не имеющей в своей конструкции дополнительного армирования, выполненного в виде каркаса с формой, имеющей пространственно-развитую геометрию.

В данной расчётной схеме шпала опиралась равномерно на балласт, а к самой шпале прикладывалась эксплуатационная нагрузка. В результате расчёта, проведённого при помощи программного комплекса "Abaqus" (далее ПК "Abaqus"), следует, что наибольшие растягивающие напряжения (1) возникают у подошвы шпалы в подрельсовой зоне, кроме того, наблюдается увеличение напряжений в концевой зоне (2), ввиду наличия "краевого эффекта".

Данное обстоятельство указывает на то, что указанные участки шпалы являются наиболее подверженными разрушению.

Таким образом, выявленные в ходе проведенного расчета участки железобетонной шпалы, требуют усиления, которое может быть обеспечено элементами дополнительного армирования конструкции железобетонной шпалы.

В заявляемом изобретении усиливающее конструкцию железобетонной шпалы дополнительное ар-

мирование было выполнено конструкцией, имеющей пространственно-развитую геометрию, состоящую из верхнего каркаса, выполненного из П-образных скоб, соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в противоположную, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, сторону и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стрёжней.

На фиг. 2-3 представлен пример выполнения дополнительного армирования шпалы, который для наглядности был конструктивно выполнен с определенными количественными значениями элементов дополнительного армирования, так верхний каркас, был выполнен из четырёх П-образных скоб, соединённых двумя продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в противоположную сторону, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, и основания, которое выполнено из шести продольных стрёжней и двух поперечных.

Данный пример не является ограничивающим заявляемое изобретение по количеству элементов дополнительного армирования, поскольку был приведен для подтверждения возможности достижения заявляемого технического результата, элементами дополнительного армирования в целом (их наличие), при котором обеспечивалась определенная прочность и трещиностойкость шпалы, в результате проведенного расчёта в ПК "Abaqus" для заданных нагрузок и определенных габаритных параметров шпалы.

На фиг. 2 представлена конструкция заявляемой шпалы, включающая в себя шпалы с переменным по длине трапециевидным сечением, которое выполнено на краевых участках (3) шпалы, подрельсовых участках шпалы (4), в котором и применяется элементы дополнительного армирования, а также средний участок (5) шпалы.

В процессе производства заявляемой шпалы арматурный каркас, представленный на фиг. 3 в виде взрыв-схемы, собирается в металлической форме (не показана), которая обеспечивает необходимую геометрию шпалы при монтаже арматуры и последующей её заливки бетоном.

При этом конструкция заявляемой шпалы состоит из напрягаемой арматуры (6), хомутов (7) и элементов дополнительного армирования.

На следующем этапе производства обеспечивается предварительное натяжение продольной арматуры.

Элементы дополнительного армирования состоят из верхнего каркаса, выполненного из П-образных скоб (8) (согласно представленного варианта исполнения четырёх), соединённых продольными стержнями (9) (согласно представленного варианта исполнения двумя) в местах сопряжения опоры (13) и перемычки (14), при этом концы опор направлены (путем отгиба) в противоположную, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, сторону и нижнего основания, которое выполнено из продольных стрёжней (11) (согласно представленного варианта исполнения шести) и поперечных (12) (согласно представленного варианта исполнения двух).

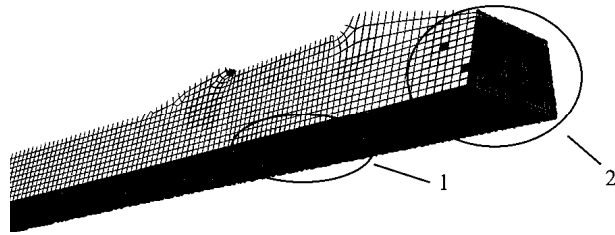
В следствии применения в конструкции заявляемой шпалы элементов дополнительного армирования, состоящих из двух частей, верхнего каркаса и нижнего основания, обеспечивается усиление наиболее нагруженных подрельсовых участков шпалы, что в дальнейшем позволяет повысить трещиностойкость и несущую способность шпалы в целом.

Таким образом, заявляемое изобретение, шпала железобетонная, с конструкцией, имеющей элементы дополнительного армирования на определённых участках шпалы, обеспечивает возможность повышения прочности и трещиностойкости в наиболее нагруженных участках шпалы, а именно подрельсовых участках.

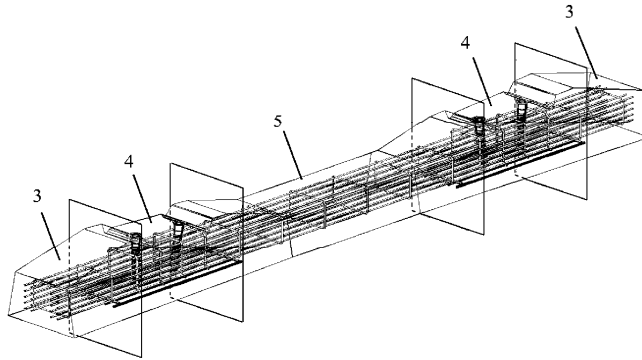
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Железобетонная шпала, выполненная с переменным по длине трапециевидным поперечным сечением, состоящей из краевых участков, подрельсовых участков с подрельсовыми площадками и среднего участка, элементов продольной предварительно напряженной арматуры, закладных элементов промежуточных рельсовых скреплений, установленных в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы в зоне подрельсовых площадок, отличающаяся тем, что элементы продольной предварительно напряженной арматуры выполнены в виде двух парных рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, при этом концевые и средний участки шпалы включают прямоугольные хомуты с закругленными углами, которые объединяют внешние ряды прутков, симметричных относительно вертикальной оси в поперечном сечении с их внешней стороны, подрельсовые участки включают дополнительное армирование, выполненное конструкцией, имеющей пространственно-развитую геометрию, состоящую из верхнего каркаса, выполненного из П-образных скоб, соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в противоположную, от вертикальной оси поперечного сечения шпалы, сторону и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стрёжней.

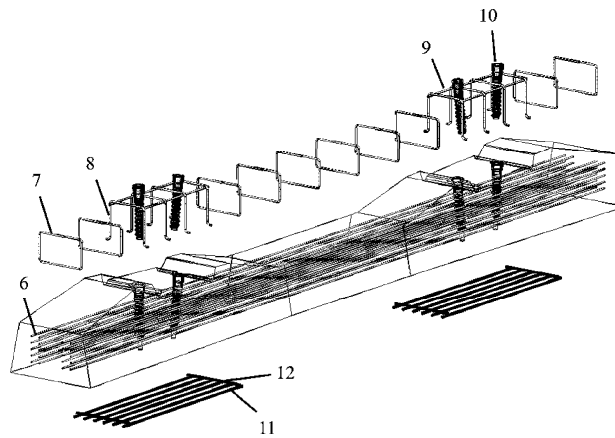
2. Железобетонная шпала по п.1, отличающаяся тем, что каждый закладной элемент промежуточных рельсовых скреплений, установленный в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы, в зоне подрельсовых площадок, расположен между двух скоб каркаса дополнительного армирования каждый.



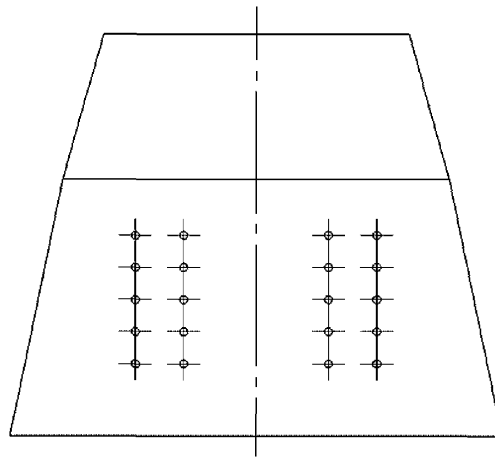
Фиг. 1



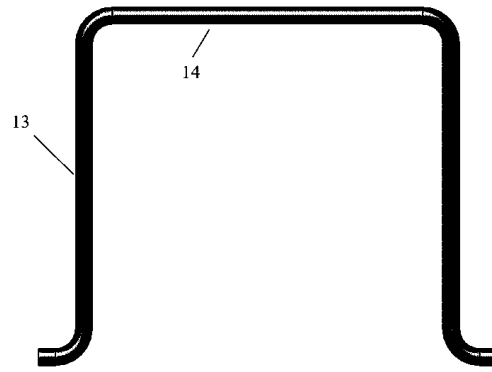
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

