

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044597**

(13) **B1**

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

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

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

(21) Номер заявки  
**202390375**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.02.17**

---

(54) **ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ШПАЛА**

---

(43) **2023.09.11**

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

(96) **2023000028 (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, состоит 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 трех рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, ряды прутков располагаются под разными углами к плоскости основания подошвы шпалы таким образом, что угол уменьшается от оси поперечного сечения шпалы в стороны её боковых граней, концевые и средний участки включают трапециевидные хомуты с закруглёнными углами, которые объединяют внешние ряды прутков, симметричных относительно вертикальной оси поперечного сечения, по их внешней стороне, подрельсовые участки имеют элементы дополнительного армирования, выполненные в виде арматурной конструкции, имеющей пространственно-развитую геометрию и состоящей из верхнего каркаса, выполненного из скоб, у которых опоры расположены под тупым углом к перемычке и соединены продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стержней. Обеспечивается возможность повышения прочности и трещиностойкости в наиболее нагруженных участках шпалы, а именно подрельсовых участках.

---

**B1**

**044597**

**044597**

**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 147067 U1, 27.10.2014 (аналог), в котором раскрыта конструкция армобетонной шпалы с композитными армирующими элементами, предварительно подвергнутыми преднапряжению, при этом армирующие элементы выполнены пропиткой волоконного материала полимерной смолой и расположены в двух плоскостях сечения армобетонной шпалы.

К недостаткам известного технического решения можно отнести его низкую несущую способность в зоне опирания рельса ввиду отсутствия дополнительного армирования.

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 213838 U1, 30.09.2022 (аналог), в котором раскрыта конструкция железобетонной шпалы, включающей железобетонный брус с переменным по длине трапециевидным поперечным сечением, подрельсовыми площадками, элементы продольной предварительно напряженной арматуры, закладные элементы, установленные в продольной вертикальной плоскости железобетонного бруса на концах подрельсовых площадок, отличающаяся тем, что расстояние между точками пересечения плоскости подрельсовой площадки и плоскости внешней упорной поверхности составляет 1965-2005 мм, арматура выполнена в виде стержней диаметром 3-10,5 мм с рифлением, расположенных симметрично относительно поперечного сечения шпалы, в количестве от 4 до 50, причем стержни равномерно распределены в вертикальной плоскости поперечного сечения железобетонной шпалы, закладные элементы выполнены в виде дюбелей, состоящих из корпуса с установленным на нем армирующим элементом в виде спирали, содержащим верхнее цилиндрическое основание и участок с внутренней и наружной резьбой, при этом спираль имеет форму песочных часов с уменьшением диаметра в средней части и расширением к верху и к низу в форме конуса.

Недостатками известной железобетонной шпалы также является отсутствие дополнительного армирования в подрельсовой зоне.

Кроме того, на подрельсовых участках известной из уровня техники шпалы, вокруг дюбеля установлена спираль, предназначение которой заключается в усилении места заделки дюбеля, то есть она обеспечивает армирование зоны заделки дюбеля и противодействует силам, действующим на вырыв дюбеля.

Однако, применения такого конструктивного выполнения никак не влияет на общую прочность подрельсовых участков шпалы, ввиду отсутствия элементов дополнительного армирования.

Из уровня техники известен источник информации KR 20100000452 A, 06.01.2010 (прототип), в котором раскрыта конструкция шпалы, содержащая армирующие продольные элементы шпалы в натянутом состоянии. При этом в конструкции прототипа имеется по меньшей мере, один арматурный стержень, расположенный в продольном направлении у подошвы шпалы, по меньшей мере, один арматурный стержень, имеющий выступающую часть, расположенную в верхней внутренней части центральной зоны шпалы. Проволоки, расположенной в поперечном направлении внутри основного корпуса шпалы и согнутой в прямоугольную форму, фиксирующий элемент (вязальная проволока) для фиксации пересечений стержней, поперечной проволоки и арматурного стержня.

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 концевые и подрельсовые участки, которые усилены хомутами, при этом средний участок усилен дополнительными арматурными стержнями, имеющими выступающую часть.

Однако, такое конструктивное выполнение шпалы не обеспечивает достаточной трещиностойкости в местах повышенных напряжений, а именно в подошве шпалы в зоне подрельсовых участков, а также же в местах опирания рельса на шпалу через элементы скрепления и в местах его закрепления, рельсовыми скреплениями, которые также расположены в зоне подрельсовых участков.

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 крайних 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 трех рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, ряды прутков располагаются под разными углами к плоскости основания подошвы шпалы, таким образом, что угол уменьшается от оси поперечного сечения шпалы в стороны её боковых граней, концевые и средний участки включают трапециевидные хомуты с закруглёнными углами, которые объединяют внешние ряды прутков, симметричных относительно вертикальной оси поперечного сечения, по их внешней стороне, подрельсовые участки имеют элементы дополнительного армирования, выполненного в виде арматурной конструкции, имеющей пространственно-развитую геометрию и состоящая из верхнего каркаса, выполненного из скоб, у которых опоры расположены под тупым углом к перемычке и соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стержней.

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 трех рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, а также их расположение под углом к подошве шпалы, позволяет воспринимать изгибающие напряжения, 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, их расположение под углом к основанию и объединение, 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 до-

полнительной поперечной арматуры, выполненной также в виде хомутов.

Наличие в конструкции трапециевидных хомутов с закруглёнными углами (далее хомуты), которые объединяют внешние ряды предварительно напряжённой арматуры и симметричных относительно вертикальной оси в поперечном сечении с их внешней стороны, обеспечивают восприятие поперечных деформаций, вызванных динамическими нагрузками при проходе подвижного состава, тем самым предотвращается образование трещин в тех зонах шпалы, в которых располагаются хомуты.

Стоит отметить, что выполнение формы хомутов, в виде трапеции обусловлено расположением внешних рядов напряженной арматуры, которые имеет угол наклона к поверхности основания подошвы шпалы.

Кроме того, конструктивное выполнение заявляемого изобретения усилена дополнительным армированием в зоне подрельсовых участков, которое выполняется в виде конструкции, имеющей пространственно-развитую форму, которая состоит из верхнего каркаса, выполненного из скоб, у которых опоры расположены под тупым углом к перемычке и соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стержней.

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

Кроме того, рассматриваемый участок шпалы (подрельсовый участок), содержит закладные 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 промежуточных рельсовых скреплений, установленных в продольной вертикальной плоскости железобетонного бруса на концах подрельсовых площадок, между скоб (смежных) каркаса дополнительного армирования помогает избежать растрескивание бетона в зоне закладных элементов.

Выполнение концов опор скоб, отогнутых в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы, снижает влияние напряжений концентрирующихся при сжатии на торцах опор 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 чертежей**

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) возника-

ют 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 усиливающая конструкция железобетонной шпалы дополнительное армирование было выполнено из дополнительного армирования, выполненного в виде арматурной конструкции, имеющей пространственно-развитую геометрию и состоящая из верхнего каркаса, состоящего из скоб, у которых опоры расположены под тупым углом к перемычке и соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стержней.

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 скоб, у которых опоры расположены под тупым углом к перемычке, соединённых двумя продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из шести продольных стержней 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 скоб (8) (согласно представленного варианта исполнения четырех), у которых опоры (13) расположены под тупым углом к перемычке (14), соединённых продольными стержнями (9) (согласно представленного варианта исполнения двух) в местах сопряжения опоры (13) и перемычки (14), при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из продольных стержней (11) (согласно представленного варианта исполнения шести) и поперечных стержней (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.

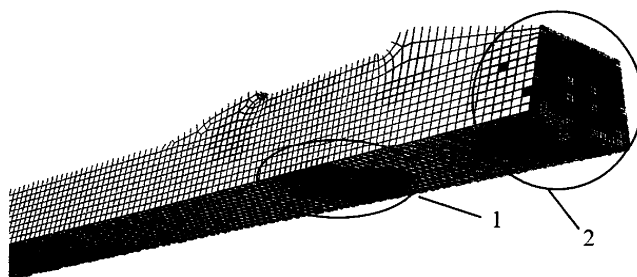
Таким образом, заявляемое изобретение, шпала железобетонная, с конструкцией, имеющей элементы дополнительного армирования на определённых участках шпалы, обеспечивает возможность повышения прочности и трещиностойкости в наиболее нагруженных участках шпалы, а именно подрельсовых участках.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

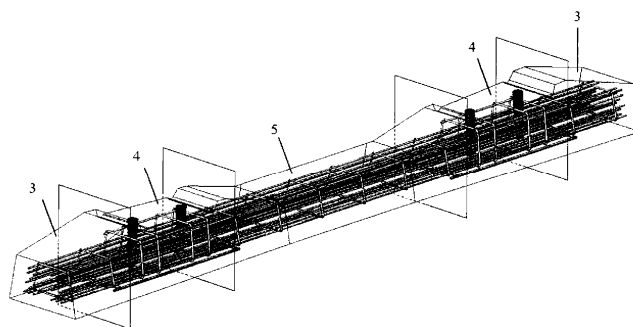
1. Железобетонная шпала, выполненная с переменным по длине трапециевидным поперечным сечением, состоящая из краевых участков, подрельсовых участков с подрельсовыми площадками и среднего участка, элементов продольной предварительно напряженной арматуры, закладных элементов промежуточных рельсовых скреплений, установленных в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы в зоне подрельсовых площадок, отличающаяся тем, что элементы продольной предварительно напряженной арматуры выполнены в виде трех рядов прутков, расположенных симметрично с каждой стороны, относительно вертикальной оси поперечного сечения шпалы, ряды прутков располагаются под

разными углами к плоскости основания подошвы шпалы таким образом, что угол уменьшается от оси поперечного сечения шпалы в стороны её боковых граней, концевые и средний участки включают трапецевидные хомуты с закруглёнными углами, которые объединяют внешние ряды прутков, симметричных относительно вертикальной оси поперечного сечения, по их внешней стороне, подрельсовые участки имеют элементы дополнительного армирования, выполненные в виде арматурной конструкции, имеющей пространственно-развитую геометрию и состоящей из верхнего каркаса, выполненного из скоб, у которых опоры расположены под тупым углом к перемычке и соединённых продольными стержнями в местах сопряжения опоры и перемычки, при этом концы опор направлены в сторону вертикальной оси поперечного сечения шпалы и нижнего основания, которое выполнено из продольных и поперечных стержней.

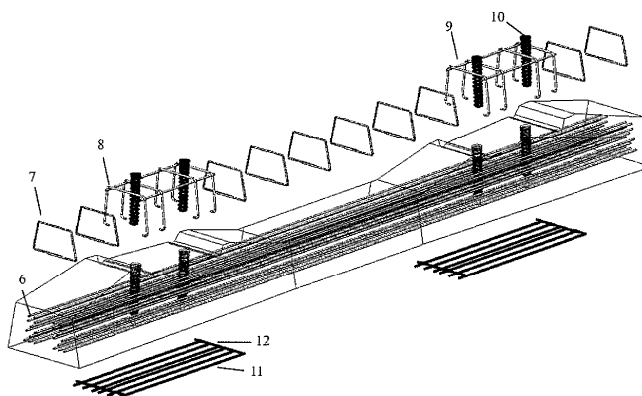
2. Железобетонная шпала по п.1, отличающаяся тем, что каждый закладной элемент промежуточных рельсовых креплений, установленный в продольной вертикальной плоскости железобетонной шпалы в зоне подрельсовых площадок, расположен между скоб каркаса дополнительного армирования каж-  
дый.



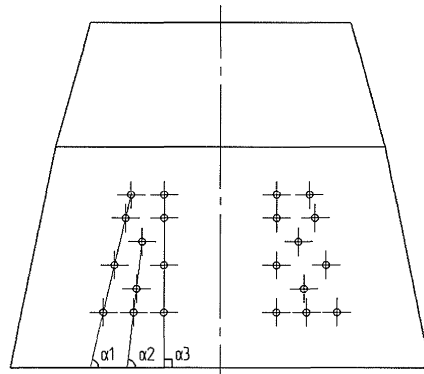
Фиг. 1



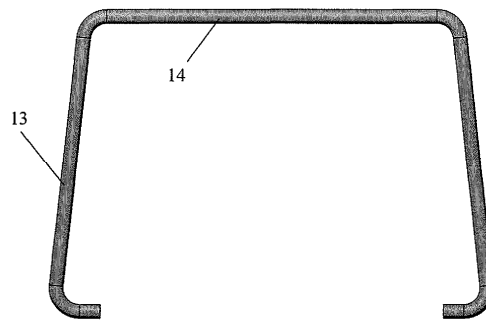
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5