

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202000041** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки
2020.04.27(22) Дата подачи заявки
2018.07.20(51) Int. Cl. *E01B 7/10* (2006.01)
E01B 7/12 (2006.01)
E01B 11/50 (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01)
C21D 9/04 (2006.01)(54) **СЕРДЕЧНИК КРЕСТОВИНЫ ДЛЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА**

(31) 17 56903

(32) 2017.07.20

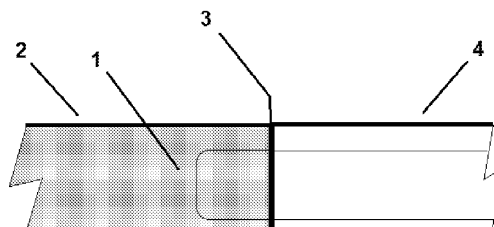
(33) FR

(86) PCT/FR2018/051869

(87) WO 2019/016490 2019.01.24

(71) Заявитель:
**ВОССЛО КОЖИФЕР (СОСЬЕТЭ
АНОНИМ) (FR)**(72) Изобретатель:
**Баррези Франческо, Шмитт Сильвейн
(FR)**(74) Представитель:
**Файбисович А.С., Микуцкая Т.Ю.
(RU)**

(57) Предложен элемент (2) направления и опоры качения для железнодорожного транспортного средства, содержащий по меньшей мере один верхний участок, формирующий поверхность качения, причем этот участок выполнен с применением стали (1), состав которой, помимо Fe, включает $0,15 \leq C \leq 0,3\%$, $1 \leq Mn \leq 2\%$, $0,2 \leq Ni \leq 1\%$, $0,5 \leq Cr \leq 2\%$, а сталь (1) имеет смешанную структуру из мартенсит отпуска и бейнита и остаточного аустенита после термической обработки с закалкой и с контролируемой скоростью в течение контролируемого периода времени.

**A1****202000041****202000041****A1**

Описание изобретения

СЕРДЕЧНИК КРЕСТОВИНЫ ДЛЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области опор качения и направляющих элементов для железнодорожных транспортных средств и сварки указанных элементов друг с другом, более конкретно к области стрелочных переводов и их сварного соединения с рельсами.

Предшествующий уровень техники

В железнодорожной отрасли сердечники крестовины и прочие компоненты, входящие в состав стрелочного перевода, должны выдерживать многократные воздействия от перемещения по ним катящихся транспортных средств. В связи с этим необходимо, чтобы указанные элементы имели достаточную твердость для сопротивления воздействию многократных давлений, производимых в результате движения железнодорожных транспортных средств.

В настоящее время текущее решение для достижения минимального уровня твердости состоит в применении литой стали с композицией марганца, придающего сплаву аустенитную структуру. Марганцевая сталь, также называемая сталью Гадфильда, имеет твердость 220 НВ. После воздействия взрывного упрочнения твердость этой стали может достигать 320 НВ.

Вместе с тем реализация этого решения приводит к производству элементов путей, в которых многократные перемещения по ним транспортных средств ведут к деформации поверхностей движения (циркуляционных). При возникновении подобной деформации требуется вмешательство в данном месте с исправлением элементов стрелочного перевода (путевых спецчастей) во избежание их разрушения и

преждевременного появления трещин. Кроме того, нельзя исключить и возможность ошибки, которая может быть допущена на литейном производстве и способна повлечь за собой разрушение путевых элементов при движении транспортного средства даже с небольшим тоннажем в зоне, расположенной в непосредственной близости от дефекта литейного производства.

Кроме того, несмотря на то, что эта сталь соответствует требованиям, предъявляемым к твердости элементов стрелочного перевода, она, тем не менее, обладает определенным недостатком, который заключается в том, что она не пригодна для изготовления деталей, которые могут быть сварены непосредственно друг с другом или с соответствующими рельсами. В частности, сварка путевых элементов, выполненных из стали Гадфильда, требует добавления промежуточного слоя из нержавеющей стали во избежание свойственного стали рельса медленного охлаждения. Соответственно, данные манипуляции вдвое увеличивают время сварки такого соединения между стрелочным переводом и рельсом ввиду необходимости добавления промежуточного слоя.

Недостатков, связанных с применением марганцевой стали, можно избежать с помощью альтернативного решения, заключающегося в использовании закаленной прокатной стали с мартенситной структурой. Преимуществом данной стали является ее высокая твердость, позволяющая производить детали с твердостью между 380 и 400 НВ.

Вместе с тем мартенситная структура такой стали претерпевает определенные изменения при температуре выше 250°C, что во время процессов предварительного нагрева и сварки приводит к быстрому снижению первоначальной твердости стали. Таким образом, операция сварки элемента стрелочного перевода из данного вида стали влечет за собой изменение качества стали и приводит к преждевременному износу детали. Кроме того, эта сталь имеет низкую пластичность и тягучесть, что, в свою

очередь, служит причиной быстрого распространения трещин.

Сущность изобретения

Задача настоящего изобретения состоит в устранении данного недостатка путем предложения направляющего и опорного элемента для железнодорожного транспортного средства, выполненного из стали, состав которой позволяет не только соответствовать требованиям твердости, накладываемым функцией элемента опоры качения и направления, но и допускает возможность сварки сердечника крестовины напрямую со вторым элементом в отсутствие вставной детали без существенного ухудшения его характеристик твердости.

В связи с этим настоящее изобретение относится к элементу направления и опоры качения для железнодорожного транспортного средства, отличающемуся тем, что по меньшей мере один участок, расположенный в верхней части указанного элемента и формирующий поверхность качения, выполнен с применением стали, в состав которой, помимо Fe, входят:

- $0,15 \leq C \leq 0,3\%$,
- $1 \leq Mn \leq 2\%$,
- $0,2\% \leq Ni \leq 1\%$,
- $0,5 \leq Cr \leq 2\%$,

сталь, имеющая смешанную структуру из мартенсит отпуска и бейнита и остаточного аустенита после термической обработки с закалкой и с контролируемой скоростью в течение контролируемого периода времени.

Изобретение также относится к способу соединения по меньшей мере одного элемента по изобретению с дополнительной деталью путем прямой сварки оплавлением, который, в частности, включает:

- первый этап, реализуемый первой фазой оплавления, предназначенный для повышения температуры поверхностей, подлежащих сварке,

гомогенным образом, причем продолжительность первого этапа составляет между 15 с и 40 с,

- второй этап, реализуемый фазой предварительного нагрева на основе эффекта Джоуля деталей, подлежащих сварке, причем продолжительность второго этапа составляет между 45 с и 55 с и с интенсивностью нагрева между 55 кА и 70 кА,
- третий этап, реализуемый второй фазой оплавления для раскисления поверхностей, подлежащих сварке, не подвергая их при этом повторному окислению, продолжительность третьего этапа составляет между 12 с и 22 с и с интенсивностью оплавления между 16 кА и 19 кА и скоростью подачи в конце оплавления между 2 мм/с и 3 мм/с,
- этап приведения в контакт поверхностей, подлежащих сварке.

Изобретение также относится к сварному соединению (шву) прямой сваркой по меньшей мере одного элемента согласно изобретения, полностью выполненного из стали вышеописанного состава, с по меньшей мере одним рельсом, полученному способом соединения согласно изобретения, отличающемуся тем, что сила F разрыва, выраженная в кН, сварного соединения на изгиб согласно стандарта EN 14587-3 больше, чем произведение модуля инерции $W_{\text{подошвы рельса}}$ в области подошвы рельса, выраженного в см³, и 4,261 согласно формуле:

$$F \geq 4,261 \times W_{\text{подошвы рельса}}$$

Перечень фигур чертежей

Изобретение будет лучше понятно благодаря описанию, приведенному ниже, в котором представлен предпочтительный вариант осуществления изобретения в качестве примера, не носящего ограничительный характер и поясняемый ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

- фиг. 1 является схематическим изображением примера конструкции элемента согласно изобретения, выполненного исключительно из стали заявленного состава,

- фиг. 2 является схематическим изображением примера конструкции элемента по изобретению, выполненного наложением двух различных видов стали.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Следует отметить, что в настоящем документе выражение «элемент направления и опоры качения для железнодорожного транспортного средства» относится к стрелочным переводам и рельсам, более конкретно к различным компонентам этих устройств, в частности, к сердечникам крестовины, тупым крестовинам, остриям сердечников, стрелкам, рамным рельсам и парам стрелок и рамных рельсов.

Изобретение относится к элементу направления и опоры качения 2 для железнодорожного транспортного средства, отличающемуся тем, что по меньшей мере один участок, расположенный в верхней части элемента 2 и формирующий поверхность качения, выполнен с применением стали 1, состав которой, помимо Fe, включает:

- $0,15 \leq C \leq 0,3\%$,
- $1 \leq Mn \leq 2\%$,
- $0,2\% \leq Ni \leq 1\%$,
- $0,5 \leq Cr \leq 2\%$,

сталь 1, имеющая смешанную структуру из мартенсит отпуска и бейнита и остаточного аустенита после термической обработки с закалкой и с контролируемой скоростью в течение контролируемого периода времени.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения элемент направления и опоры качения 2, таким образом, состоит из по меньшей мере двух различных типов стали 1, 1bis, в форме «сэндвича», так

что верхняя часть элемента выполнена из стали 1 вышеупомянутого состава.

В соответствии с альтернативным предпочтительным вариантом осуществления элемент 2 по изобретению отличается тем, что он полностью выполнен из стали 1 вышеупомянутого состава.

Что касается этого второго указанного варианта осуществления, то конструкция элемента 2, выполненная полностью из стали 1 указанного состава и с такой структурой, позволяет использовать свойства высокой механической прочности стали 1, чтобы противостоять нагрузкам износа и многократные воздействия, испытываемые стрелочным переводом, гарантируя при этом оптимальную свариваемость. Эта оптимизация свариваемости, может быть, в частности, охарактеризована различными исследованиями, изложенными в стандарте EN14587-3, в частности, указанными в §10.4.9 и §10.4.10.

Таким образом, можно охарактеризовать прочность элемента направления и опоры качения 2 согласно изобретения, достигаемую за счет определенных свойств стали 1, в частности, следующим образом:

- предел упругости при 0,2% деформации ($R_p 0,2\%$), который выше 1050 МПа,
- предел прочности (R_m), который выше 1400 МПа,
- удлинение при разрыве ($A\%$), который выше 11%.

Оптимизация свариваемости детали может быть достигнута за счет низкой концентрации углерода по сравнению с марганцевой сталью и термической обработки стали 1 элемента 2 согласно изобретению. Концентрация углерода в стали 1 на уровне между 0,15% и 0,3% позволяет получить, с одной стороны, достаточно высокую твердость стали 1, а с другой стороны, хорошую свариваемость. Добиться сочетания этих двух свойств весьма затруднительно ввиду концентрации углерода, которая благоприятствует тому, чтобы эти свойства были несовместимы.

В соответствии с конкретным вариантом элемент 2 согласно изобретения выполнен из такой стали 1, которая отличается тем, что твердость поверхности превышает 440 HB. Преимущество этой исходной твердости поверхности состоит в том, что она может быть дополнительно улучшена наклепом - упрочнением при пластической деформации, например, в процессе эксплуатации, для повышения и достижения твердости более 540 HB. Соответственно, подобная твердость позволяет снизить скорость износа стрелочного перевода при его использовании. Выполнение сердечника крестовины с применением стали 1 также позволит исключить риск деформации поверхностей движения, ограничивая или даже исключая вмешательства по исправлению в данном месте.

Металлургическая структура, составленная из мартенсита отпуска, бейнита и остаточного аустенита, полученная благодаря применению особого химическому составу в сочетании с термической обработкой с закалкой с контролируемым охлаждением и отпуском, позволяет создание износостойкого сердечника крестовины, поверхность материала которого способна к наклепу при эксплуатации.

В соответствии с одним вариантом конструкции элемент 2 по изобретению отличается тем, что содержание никеля составляет менее 0,8%. Предпочтительное содержание никеля составляет порядка 0,4%.

В соответствии с другим вариантом конструкции элемент 2 по изобретению отличается тем, что содержание углерода составляет более 0,2%.

В соответствии с другим вариантом конструкции элемент 2 по изобретению отличается тем, что содержание марганца составляет менее 1,5%.

В соответствии с другим аспектом конструкции элемент 2 по изобретению отличается тем, что содержание хрома составляет менее 1,5%.

В соответствии с другим аспектом конструкции элемент 2 по

изобретению имеет высоту между 80 мм и 200 мм. Сталь 1, используемая в контексте элемента 2 по изобретению, позволяет изготавливать деталь, толщина которой составляет порядка 200 мм, без ухудшения ее свойств прочности и твердости. Это свойство, таким образом, позволяет конструкцию элементов 2 со значительным диапазоном толщины, сохраняя при этом однородность их твердости и возможность прямой свариваемости.

Изобретение также относится к способу соединения по меньшей мере одного элемента 2 согласно изобретению с дополнительной деталью 4 путем прямой сварки оплавлением, который, в частности, включает:

- первый этап, реализуемый первой фазой оплавления, предназначенный для повышения температуры поверхностей, подлежащих сварке, гомогенным образом, причем продолжительность первого этапа составляет между 15 с и 40 с,
- второй этап, реализуемый фазой предварительного нагрева на основе эффекта Джоуля деталей, подлежащих сварке, причем продолжительность второго этапа составляет между 45 с и 55 с и с интенсивностью нагрева между 55 кА и 70 кА,
- третий этап, реализуемый второй фазой оплавления для раскисления поверхностей, подлежащих сварке, не подвергая их при этом повторному окислению, причем продолжительность третьего этапа составляет между 12 с и 22 с и с интенсивностью оплавления между 16 кА и 19 кА,
- этап приведения в контакт поверхностей, подлежащих сварке.

В соответствии с аспектом осуществления способа по изобретению первая фаза оплавления предпочтительно проводят в течение более 30 секунд. Такая продолжительность позволяет гарантировать однородность и гомогенность температуры на соответствующем участке элемента 2 по изобретению, подлежащего сварке.

В соответствии с другим дополнительным аспектом осуществления способа по изобретению фаза предварительного нагрева выполняется с

интенсивностью порядка 60 кА, так что характеристики стали 1 не подвергаются чрезмерному воздействию. Таким образом, несмотря на то, что на этапе предварительного нагрева твердость элемента 2 в зоне термического воздействия претерпевает изменения, следует отметить, что в этой зоне средняя твердость составляет порядка 370 НВ.

В соответствии с другим дополнительным аспектом осуществления способ соединения согласно изобретения отличается тем, что в конце второй фазы оплавления скорость проходки составляет между 2 мм/с и 3 мм/с.

В соответствии с конкретным аспектом указанного дополнительного аспектом осуществления способа по изобретению скорость проходки второй фазы оплавления остается достаточно низкой, чтобы избежать любого короткого замыкания, предпочтительно составляющей между 2 мм/с и 2,8 мм/с.

Необходимо подчеркнуть, что в контексте установки на месте дополнительная деталь 4, как правило, представляет собой участок рельса, предназначенный для размещения в удлинении стрелочного перевода.

Изобретение также относится к сварному соединению 3 прямой сваркой элемента 2 согласно изобретения, полностью выполненному из стали 1 вышеупомянутого состава, с по меньшей мере одним рельсом 4, полученный способом соединения согласно изобретения. Это сварное соединение 3 прямой сваркой, т.е. без вставных элементов, полученное способом по изобретению, отличается тем, что сила F разрыва, выраженная в кН, сварного соединения 3 при изгибе согласно стандарта EN 14587-3 больше, чем произведение модуля инерции $W_{\text{подошвы рельса}}$ в области подошвы рельса, выраженного в см³, и 4,261 согласно формуле:

$$F \geq 4,261 \times W_{\text{подошвы рельса}}$$

Эту силу разрыва при изгибе измеряют в ходе испытаний, проводимых в соответствии со стандартом EN 14587-3 и подробно описанных в § 10.4.7 и в приложении В к указанному документу, после сварки элемента 2 согласно изобретению с рельсом 4.

В соответствии с особенностью этого сварного соединения 3 прямой сварки сила разрыва выше 1600 кН на том участке рельса 4 профиля 60Е1, где модуль инерции W в области подошвы равен $375,5 \text{ см}^3$. Для сравнения сварочное соединение аналогичного рельса того же профиля и сердечника крестовины, выполненного из стандартной марганцевой стали с аустенитной структурой, позволяет гарантировать силу разрыва при изгибе только порядка 850 кН.

Впрочем, следует отметить также, что прочность, полученная сварным соединением 3 в результате применения прямой сварки по изобретению в отношении элемента 2 согласно изобретения, полностью выполненного из стали состава, описанного выше, и рельса 4, соответствует показателям прочности, обычно наблюдаемым при сварке двух рельсов 4.

В соответствии с дополнительной особенностью этого сварного соединения 3 прямой сварки, сопротивление усталости (усталостная прочность) по методу «все или ничего» без разрушения составляет по меньшей мере 5 миллионов циклов воздействия при давлении от 21 до 210 МПа. Эту усталостную прочность измеряют в ходе испытаний, проводимых в соответствии со стандартом EN 14587-3 и подробно описанных в §10.4.8 и в приложении D к указанному документу. Для сравнения сварное соединение сердечника крестовины, выполненного из стандартной марганцевой стали с аустенитной структурой, позволяет обеспечить прочность без разрыва до 5 миллионов циклов воздействия при давлении только от 14 до 144 МПа.

Безусловно, изобретение не ограничивается вариантами осуществления, описанными и представленными на прилагаемых чертежах. Возможно как внесение изменений в конструкцию различных элементов, так и их замена техническими эквивалентами, которые не выходят за рамки изобретения.

Формула изобретения

1. Элемент (2) направления и опоры качения для железнодорожного транспортного средства, отличающийся тем, что по меньшей мере один участок, расположенный в верхней части указанного элемента и формирующий поверхность качения, выполнен с применением стали (1), состав которой, помимо Fe, включает:

$$- 0,15 \leq C \leq 0,3\%,$$

$$- 1 \leq Mn \leq 2\%,$$

$$- 0,2\% \leq Ni \leq 1\%,$$

$$- 0,5 \leq Cr \leq 2\%,$$

причем сталь (1) имеет смешанную структуру из мартенсит отпуска и бейнита и остаточного аустенита после термической обработки с закалкой и с контролируемой скоростью в течение контролируемого периода времени.

2. Элемент (2) по п. 1, отличающийся тем, что весь элемент выполнен из стали (1) состава, как указано в п. 1.

3. Элемент (2) по п. 1 или по п. 2, отличающийся тем, что содержание никеля в составе стали составляет порядка 0,4%.

4. Элемент (2) по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что твердость поверхности превышает 440 HB.

5. Элемент (2) по п. 4, отличающийся тем, что исходная твердость, составляющая 440 HB, возрастает в результате наклепа до значения, превышающего 540 HB.

6. Элемент (2) по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что этот элемент имеет высоту между 80 мм и 200 мм.

7. Способ соединения по меньшей мере одного элемента (2) по любому из пп. 1-6, с дополнительной деталью (4) путем прямой сварки оплавлением, включающий, в частности:

- первый этап, реализуемый первой фазой оплавления, предназначенный для повышения температуры поверхностей, подлежащих сварке, гомогенным

образом, причем продолжительность первого этапа составляет между 15 с и 40 с,

- второй этап, реализуемый фазой предварительного нагрева на основе эффекта Джоуля деталей, подлежащих сварке, причем продолжительность этого второго этапа составляет между 45 с и 55 с и с интенсивностью нагрева между 55 кА и 70 кА,

- - третий этап, реализуемый второй фазой оплавления для раскисления поверхностей, подлежащих сварке, не подвергая их при этом повторному окислению, причем продолжительность третьего этапа составляет между 12 с и 22 с и с интенсивностью оплавления между 16 кА и 19 кА,

- - этап приведения в контакт поверхностей, подлежащих сварке.

8. Способ соединения по п. 7, отличающийся тем, что в конце второй фазы оплавления скорость проходки составляет между 2 мм/с и 3 мм/с.

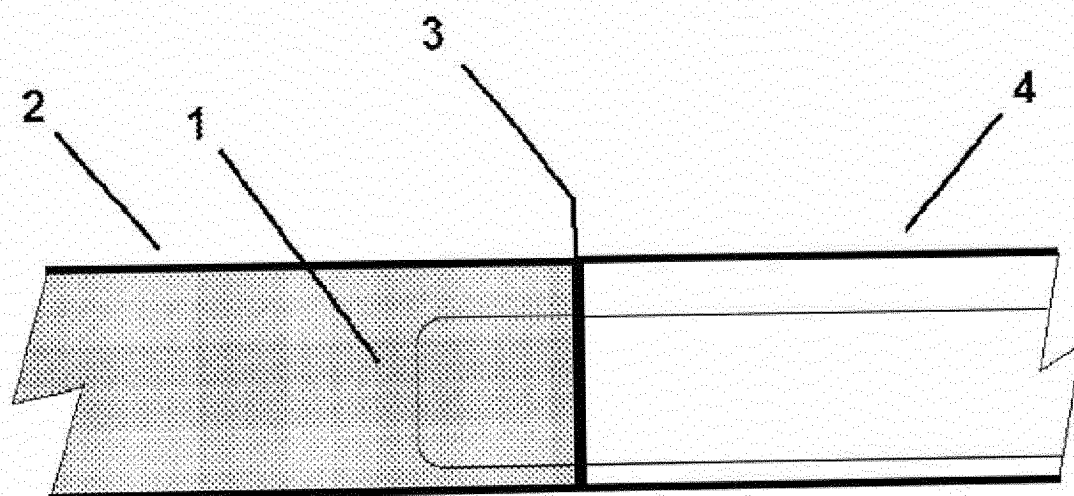
9. Сварное соединение (3) прямой сваркой по меньшей мере одного элемента (2) по любому из пп. 2-6 с рельсом (4), полученное способом по п. 7 или п.8, отличающееся тем, что сила F разрыва, выраженная в кН, сварного соединения (3) при изгибе согласно стандарта EN14587-3 больше, чем произведение модуля инерции $W_{\text{подошвы рельса}}$ в области подошвы рельса, выраженного в см³, и 4,261 согласно формуле:

$$F \geq 4,261 \times W_{\text{подошвы рельса}}$$

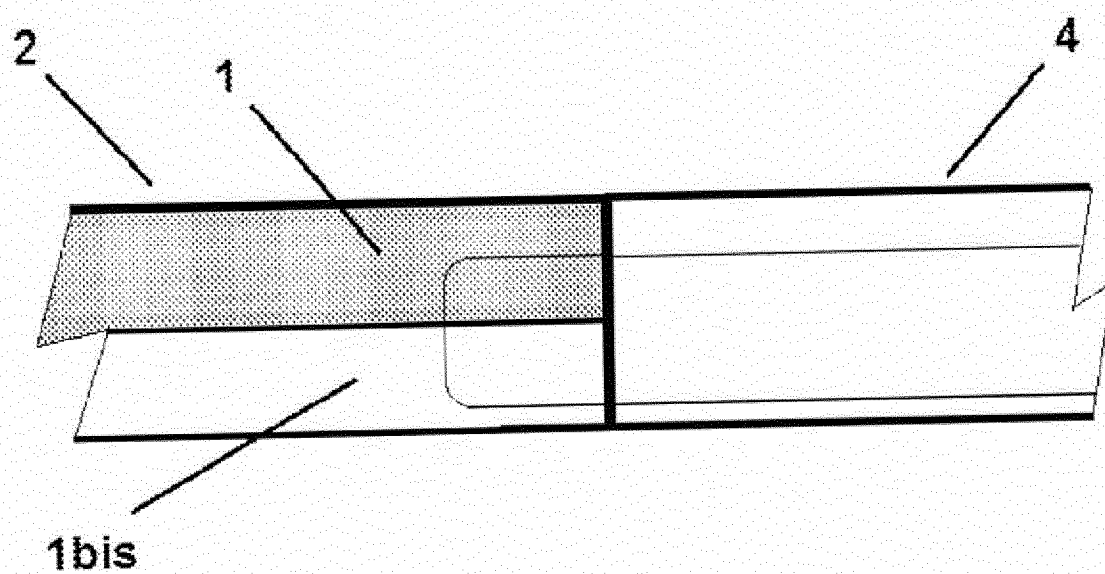
10. Сварное соединение (3) по п. 9 прямой сваркой, отличающееся тем, что сила разрыва превышает 1600 кН на том участке рельса (4), где модуль инерции W в области подошвы равен 375,5 см³.

11. Сварное соединение (3) по любому из пп.9 и 10 прямой сваркой, отличающееся тем, что усталостная прочность по методу «все или ничего» без разрушения составляет по меньшей мере 5 миллионов циклов воздействия при давлении от 21 до 210 МПа.

СЕРДЕЧНИК КРЕСТОВИНЫ ДЛЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА



Фиг. 1



Фиг. 2