

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202491652 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.09.25

(51) Int. Cl. B23K 23/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.12.21

(54) ФОРМА ДЛЯ АЛЮМИНОТЕРМИТНОЙ СВАРКИ РЕЛЬСОВ

(31) FR2114504

(72) Изобретатель:

(32) 2021.12.24

Мересс Клеман, Бордери Пьер,
Виньяр Лионель (FR)

(33) FR

(86) PCT/FR2022/052470

(74) Представитель:

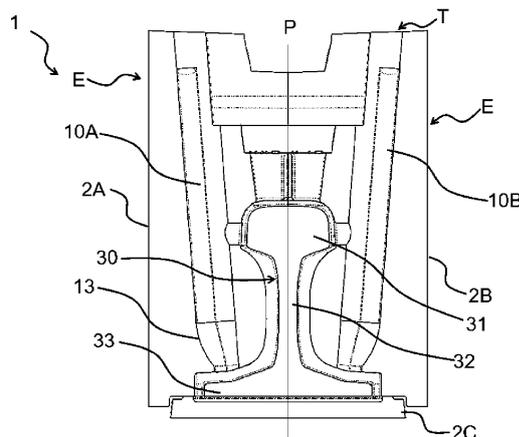
(87) WO 2023/118753 2023.06.29

Хмара М.В. (RU)

(71) Заявитель:

ПАНДРОЛ (FR)

(57) Изобретение относится к форме (1) для алюминотермитной сварки двух рельсов (30), причем указанная форма (1) содержит по меньшей мере две боковые детали (2A, 2B) из огнеупорного материала, выполненные с возможностью временной установки напротив друг друга с каждой стороны концов свариваемых рельсов (30) для создания литейной полости между указанными концами рельсов (30), причем каждая боковая деталь (2A, 2B) содержит по меньшей мере одну заливочную трубку (10A, 10B), выполненную с возможностью направления расплавленного металла из верхней части формы в зону литейной полости, расположенную в области подошвы (33) рельса, отличающейся тем, что каждая заливочная трубка (10A, 10B) имеет сечение (110, 120), перпендикулярное оси потока расплавленного металла в соответствующей трубке (10A, 10B), имеющее сужение для постепенного уменьшения ширины указанного сечения (110, 120) в направлении, противоположном средней продольной плоскости (P), общей для двух свариваемых рельсов.



A1

202491652

202491652

A1

ФОРМА ДЛЯ АЛЮМИНОТЕРМИТНОЙ СВАРКИ РЕЛЬСОВ

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к форме для алюминотермитной сварки рельсов.

Уровень техники

Известно, что для создания железнодорожных путей два последовательных рельса сваривают алюминотермитной сваркой. Для выполнения такой сварки вокруг концов свариваемых рельсов обычно помещают форму из огнеупорного материала, состоящую из двух или трех деталей, причем указанные концы разделены расстоянием, называемым «зазор», или «gap» в англоязычной терминологии. Детали формы образуют с указанными концами рельсов литьевую полость. Затем на указанную форму помещают тигель, содержащий алюминотермитную шихту, и инициируют алюминотермитную реакцию. Указанная реакция позволяет получить расплавленный металл, который перетекает из тигля в форму и заполняет литьевую полость. При охлаждении металл затвердевает, что позволяет удалить или разрушить форму и выполнить такие операции отделки, как механическая зачистка излишков металла и полировка сварного участка. После выполнения алюминотермитной сварки осуществляют контроль качества неразрушающими методами, в частности - ультразвуковым контролем сварки.

Обычно алюминотермитный сварной шов выполняется методом центральной заливки («central pouring» в англоязычной терминологии), при которой расплавленный металл вытекает из тигля на задвижку, расположенную между двумя деталями формы над рельсами. Металл разделяется задвижкой на два потока, которые поступают непосредственно в литьевую полость сверху вниз, а затем поднимаются в боковые каналы. На дно формы попадает единственная струя металла, отцентрованная относительно зазора как в продольном направлении (направление по длине рельсов), так и в поперечном направлении (направление по ширине рельсов).

Другая возможность — это заливка снизу вверх (также называемая «восходящей заливкой» или «bottom-up pouring» в англоязычной терминологии), при которой расплавленный металл вытекает из тигля на задвижку, расположенную между двумя деталями формы над рельсами. Затем металл распределяется на два потока с каждой стороны задвижки к соответствующей боковой заливочной трубке, которая оканчивается в области подошвы рельсов. В

отличие от центральной заливки, литевая полость заполняется снизу вверх из выходных отверстий заливочных трубок. Кроме того, на дно формы попадают две струи металла, отцентрованные относительно крышки только в продольном направлении.

В патенте FR 2966172 раскрывается форма для алюминотермитной сварки, обеспечивающая выполнение заливки снизу вверх.

Поскольку стандарты качества сварки рельсов становятся более строгими, при процессах центральной заливки и заливки снизу вверх обычно выявляется чрезмерное количество дефектов. Эти дефекты, в частности, могут повлиять на сопротивление изгибу зоны сварки.

Сущность изобретения

Целью настоящего изобретения является создание алюминотермитной формы для сварки рельсов, которая позволяет оптимизировать металлургическое качество сварного шва и, таким образом, снизить затраты на техническое обслуживание железнодорожного пути.

С этой целью изобретение предлагает форму для алюминотермитной сварки двух рельсов, содержащую по меньшей мере две боковые детали из огнеупорного материала, выполненные с возможностью временной установки напротив друг друга с каждой стороны концов свариваемых рельсов для создания литевой полости между указанными концами рельсов, при этом каждая боковая деталь содержит по меньшей мере одну заливочную трубку, выполненную с возможностью направления расплавленного металла из верхней части формы в зону литевой полости, расположенную в области подошвы рельса, отличающуюся тем, что каждая заливочная трубка имеет сечение, перпендикулярное оси потока расплавленного металла в соответствующей трубке, имеющее сужение для постепенного уменьшения ширины указанного сечения в направлении, противоположном средней продольной плоскости, общей для двух свариваемых рельсов.

Такая геометрия формы увеличивает скорость расплавленного металла при заливке и, таким образом, уменьшает теплообмен расплавленного металла с формой. В результате, температура металла, поступающего в формирующую полость, будет высокой, что способствует проплавлению рельсов по ширине, позволяющему получить хорошее металлургическое качество сварного шва. Хорошее металлургическое качество обеспечивает уменьшение или даже отсутствие дефектов внутри сварного шва и повышение прочности сварного шва на изгиб.

Предпочтительно, каждая заливочная трубка имеет две, по существу, плоские стенки в области сужения. Указанные стенки образуют угол, составляющий от 40° до 90°.

Предпочтительно, сечение каждой заливочной трубки также имеет вогнутый участок в виде дуги окружности, ориентированной в направлении средней продольной плоскости (Р), общей для двух свариваемых рельсов.

Предпочтительно, горизонтальное сечение каждой заливочной трубки непрерывно уменьшается от верхней части к нижней части формы. Горизонтальное сечение каждой заливочной трубки в области нижнего отверстия составляет менее 40-80% от горизонтального сечения указанной заливочной трубки в области верхнего отверстия.

Предпочтительно, каждая заливочная трубка имеет на своем нижнем конце участок, изогнутый в направлении средней продольной плоскости, общей для двух свариваемых рельсов. Таким образом, каждая заливочная трубка выполнена так, чтобы направлять расплавленный металл в отдельную зону попадания в области подошвы рельса.

В некоторых вариантах осуществления форма дополнительно содержит третью деталь, выполненную с возможностью контактировать с нижними поверхностями подошв свариваемых рельсов и образующую основание литейной полости.

Предпочтительно, каждая заливочная трубка наклонена в направлении средней плоскости от верхней части к нижней части формы.

Краткое описание чертежей

Другие признаки и преимущества изобретения станут очевидными из последующего подробного описания со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

- На фиг. 1 представлен вертикальный, перпендикулярный направлению длины рельсов, разрез формы для алюминотермитной сварки согласно изобретению.
- На фиг. 2 представлен аксонометрический вид части формы по фиг. 1.
- На фиг. 3А представлен вид сверху боковой детали формы согласно изобретению.
- На фиг. 3В представлен собой вид снизу боковой детали формы согласно изобретению.

- На фиг. 4А представлено горизонтальное сечение заливочной трубки в области верхней части детали формы по фиг. 3А и 3В.
- На фиг. 4В представлено горизонтальное сечение заливочной трубки в области нижней части детали формы по фиг. 3А и 3В.
- На фиг. 5А–5D представлено несколько горизонтальных сечений трубок согласно различным вариантам осуществления.
- на фиг. 6 показано течение расплавленного металла в области подошвы рельса.
- На фиг. 7 представлен график зависимости напряжения от деформации сварного шва, выполненного с помощью формы согласно изобретению, полученный в результате испытания на сопротивление изгибу.

Осуществление изобретения

На фиг.1 схематически изображена форма 1 согласно изобретению.

Форма 1 содержит по меньшей мере две боковые детали 2А, 2В, изготовленные из огнеупорного материала, например, из песка. Боковые детали 2А, 2В выполнены с возможностью временной установки напротив друг друга вокруг концов двух свариваемых рельсов 30.

Каждый рельс 30 имеет три продольные части, а именно подошву 33, образующую нижнюю часть рельса 30, опирающуюся на шпалу, головку 31, образующую рельсовый путь, и вертикально ориентированную шейку 32, соединяющую подошву 33 с головкой 31. Определена средняя продольная плоскость Р, общая для двух рельсов, которая проходит вертикально в направлении длины рельсов.

Предпочтительно, боковые детали 2А, 2В, по существу, симметричны относительно плоскости Р.

Форма 1 может также содержать другие детали в зависимости от конструкции и формы рельсов 30, не отступая от настоящего изобретения.

В некоторых вариантах осуществления, как показано на фиг. 1, форма 1 также включает деталь 2С основания из огнеупорного материала, предназначенную для размещения под подошвами 33 рельсов 30.

Детали 2А, 2В, 2С формы 1 и концы свариваемых рельсов 30 ограничивают литейную полость для алюминотермитной сварки для соединения двух рельсов 30. На фиг. 2 показано размещение формы 1 вокруг концов рельсов 30.

Верхняя поверхность деталей 2А и 2В предназначена для установки тигля, содержащего алюминотермитную шихту, при активации которой образуется расплавленный металл, предназначенный для заполнения литейной полости.

Каждая боковая деталь 2А, 2В формы 1 содержит по меньшей мере одну заливочную трубку 10А, 10В, выполненную с возможностью направления расплавленного металла из верхней части формы 1, сообщающейся по текучей среде с тиглем, в зону литейной полости, расположенную в области верхней поверхности подошвы 33 свариваемых рельсов 30.

Каждая трубка 10А, 10В определяет ось потока расплавленного металла, проходящую между верхним отверстием 12А, 12В, расположенным на верхней поверхности детали 2А, 2В, и нижним отверстием 11А, 11В, наклонно выходящим в литейную полость в области верхней поверхности подошв 33, приближаясь к общей продольной плоскости Р рельсов 30 от верхней части к нижней части формы 1.

Трубки 10А, 10В имеют по существу прямолинейную верхнюю часть 16 и нижнюю часть 13, имеющую кривизну в направлении средней продольной плоскости Р, функция которой будет описана в настоящем документе ниже. Обычно угол наклона верхнего участка трубок на их верхнем участке 16 относительно вертикальной оси составляет от 0 до 15°, например от 2° до 8°.

Сечение 110, 120 каждой трубки 10А, 10В можно определить перпендикулярно оси потока расплавленного металла.

На фиг. 3А представлен вид сверху боковой детали 2А, 2В формы 1 согласно изобретению, содержащей трубку 10А, 10В, имеющую сечение 120 в области верхнего отверстия 12А, 12В на ее верхней поверхности Т, также показано сечение 110 трубки 10А, 10В в нижней части. Внешняя поверхность Е каждой боковой детали 2А, 2В, по существу, параллельна плоскости Р. На фиг. 3В представлен вид снизу боковой детали 2А, 2В формы 1 согласно изобретению, содержащей трубку 10А, 10В, имеющую нижнее отверстие 11А, 11В на ее верхней поверхности В.

На фиг. 4А представлен подробный вид сечения 110 в области нижнего отверстия трубки 10А, 10В. На фиг. 4В изображено сечение 120 в области верхнего отверстия 12 в сравнении с сечением 110 в области нижнего отверстия 11 этой же трубки 10А, 10В. Сечение 110 каждой заливочной трубки 10А, 10В в области нижнего отверстия 11А, 11В составляет от 40% до 80% сечения 120 указанной заливочной трубки 10А, 10В в области верхнего отверстия 12А, 12В, например, менее чем приблизительно 60%.

Как показано на фиг. 3А и 3В, соответствующее сечение 110, 120 каждой трубки 10А, 10В имеет сужение для постепенного уменьшения ширины сечения 110, 120 в направлении, противоположном средней продольной плоскости Р. За счет наклона трубок к средней плоскости Р расплавленный металл предпочтительно течет вдоль суженной части трубки. Геометрия сужения способствует уменьшению поверхности контакта между расплавленным металлом и формой, по сравнению с сечением круглой формы, и увеличению скорости течения расплавленного металла и, следовательно, уменьшению теплообмена между расплавленным металлом и формой 1.

Согласно предпочтительному, но неограничивающему варианту осуществления, показанному на фиг. 4А и 4В, указанное сужение каждого сечения 110, 120 трубки 10А, 10В содержит два, по существу, линейных участка 111, 112, 121, 122, образующих две, по существу, плоские поверхности в области сужения каждой трубки 10А, 10В.

Предпочтительно две плоские поверхности каждой трубки 10А, 10В образуют угол α , составляющий от 40° до 90° , например, приблизительно 77° . Угол α может быть постоянным по всей длине каждой трубки или изменяться по длине каждой трубки. Предпочтительно, указанный угол α ориентирован, по существу, в направлении, противоположном общей продольной плоскости рельсов 30. В каждой трубке 10А, 10В плоские поверхности могут быть симметричными или асимметричными относительно биссектрисы угла α . Как показано на фиг. 5А, плоские поверхности могут быть соединены изогнутым участком. Альтернативно, как показано на фиг. 5В и 5С, плоские поверхности могут быть соединены прямым участком или несколькими прямыми участками, образующими между собой тупые углы.

Сечение 110, 120 каждой трубки 10А, 10В может также иметь вогнутый участок 114, 124, ориентированный, по существу, в направлении общей продольной плоскости рельсов 30. Вогнутый участок 114, 124, как показано на фиг. 5А-5С, имеет вид дуги окружности.

Альтернативно, как показано на фиг. 5D, сечение 110, 120 каждой трубки 10А, 10В может иметь участок в виде трех стенок, образующих прямые углы, причем указанный участок ориентирован, по существу, в направлении общей продольной плоскости рельсов 30. Однако может рассматриваться любая другая форма соединения стенок, образующих сужающуюся часть трубок 10А, 10В.

Фактически металл не заполняет все сечение 110, 120 трубок 10А, 10В во время его течения.

Как показано на фиг. 6 и как указано выше, нижний участок 13 трубки изогнут в направлении средней плоскости Р, чтобы перенаправить струю расплавленного металла в сторону зон I попадания, определенных в основании полости. Радиус кривизны может составлять от 50 мм до 150 мм, например, составлять приблизительно 68 мм. Этот нижний участок 13 соответствующих трубок 10А, 10В формы 1 расположен так, чтобы направлять расплавленный металл по касательной к кривизне указанного нижнего участка в отдельную соответствующую зону I попадания. Специалист в данной области техники может выбрать расположение зон I попадания, чтобы получить сплавление рельсов 30 по определенной ширине.

Например, расположение нижнего отверстия и кривизну нижнего участка каждой трубки выбирают так, чтобы получить зону I попадания, расположенную на расстоянии d_1 от средней продольной плоскости Р между 40% и 80% расстояния d_2 между плоскостью Р и концом 5 подошвы 33 рельса в направлении ширины рельса 30.

В частности, по сравнению с формой, раскрытой в патенте FR 2966172, зоны попадания формы согласно изобретению расположены на более близком расстоянии к плоскости Р и, следовательно, обеспечивают расплавление рельса 30 по большей ширине.

Предпочтительно, сечение 110, 120 каждой заливочной трубки 10А, 10В уменьшается от верхней части к нижней части формы 1. Это уменьшение сечения может не быть постоянным вдоль соответствующей трубки. Обычно уменьшение является непрерывным на прямолинейном участке 16 каждой трубки 10А, 10В и, в общем, соответствует элементу, предусмотренному для извлечения стержня, определяющего внутреннюю форму трубки при изготовлении формы. Что касается изогнутой части 13 трубки, то она может иметь непостоянное изменение сечения по своей высоте. Фактически, как показано на фиг. 1, только часть, имеющая сужение в сечении, может быть изогнута, сохраняя вогнутую форму, тогда как часть, противоположная сужению, остается прямолинейной на продолжении верхней части 16.

Форма может также содержать каналы и/или клапаны дегазации для удаления воздуха, содержащегося в форме при ее заполнении расплавленным металлом, и для удаления газов, образующихся при затвердении металла.

Теперь будут раскрыты шаги алюминотермитной сварки. После установки деталей 2А, 2В, 2С формы 1 вокруг концов свариваемых рельсов 30 форму предварительно нагревают любым подходящим способом, например паяльной

лампой. Над формой 1 размещают тигель, в тигле запускают алюминотермитную реакцию и заливают расплавленный металл в трубки 10А, 10В.

Расплавленный металл спускается в трубках 10А, 10В вдоль их соответствующих осей потока и течет к отдельной для каждой соответствующей трубки 10А, 10В точке подвода в основании литейной полости. Указанная точка подвода каждой трубки 10А, 10В обычно расположена за пределами продольной плоскости Р, общей для свариваемых рельсов 30, чтобы симметрично заполнять форму 1 в поперечном и продольном направлениях. Таким образом, это является процессом восходящей заливки, то есть металл попадает в полость в области подошвы 33, а затем поднимается в полости по направлению к головке 31.

Металл течет по трубкам 10А, 10В с высокой скоростью, которая превышает скорость в известных формах. Таким образом, теплообмен между расплавленным металлом и поверхностью трубок 10А, 10В сводится к минимуму. Следовательно, температура металла, поступающего в литейную полость, является высокой, что позволяет проплавить рельсы на подходящую ширину для получения хорошего металлургического качества сварного шва.

Когда металл достаточно затвердеет, детали 2А, 2В, 2С формы 1 можно снять и/или разрушить, а сварной участок можно обработать, чтобы обеспечить надлежащую непрерывность рельсов 30.

Полученный таким образом сварной шов имеет более высокое качество, чем сварные швы, полученные известными способами. На фиг. 7 представлен график, полученный в результате испытания на трехточечный изгиб, проведенного в соответствии с европейским стандартом EN14730-1:2017 на рельсе с профилем 60 E1 класса R260. Центральная точка опоры расположена на головке рельса в области сварного шва. Две внешние опорные точки расположены под подошвой рельса на расстоянии 1 м друг от друга. Таким образом, именно подошва оказывается под натяжением при нажатии на головку.

Испытание на изгиб позволяет измерить разрушающее усилие (в килоньютонах) в зависимости от смещения (в миллиметрах) до момента разрушения сварного рельса. Скорость смещения опорного домкрата постоянна, а скорость нагружения не должна превышать 60 кН/с.

При испытаниях сварных швов на изгиб, полученных известным способом (пунктирная линия), максимальное удлинение, составляющее около 16 мм, обычно достигается при разрывном усилии от 1200 кН до 1300 кН. При испытаниях на изгиб сварных швов, полученных с использованием формы 1 согласно изобретению (сплошная линия), получают удлинение более 25 мм при усилии, составляющем приблизительно 1500 кН. Таким образом, эти результаты

демонстрируют улучшение по удлинению на 70% и по прочности на 15% по сравнению с обычными сварными швами. Улучшение металлургического качества также отражается в том факте, что сварной шов, полученный с использованием формы согласно изобретению, обычно не содержит дефектов, обнаруживаемых неразрушающими методами, такими как ультразвуковой анализ.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Форма (1) для алюминотермитной сварки двух рельсов (30), содержащая по меньшей мере две боковые детали (2А, 2В) из огнеупорного материала, выполненные с возможностью временной установки напротив друг друга с каждой стороны концов свариваемых рельсов (30) для создания литейной полости между указанными концами рельсов (30),

причем каждая боковая деталь (2А, 2В) содержит по меньшей мере одну заливочную трубку (10А, 10В), выполненную с возможностью направления расплавленного металла из верхней части формы в зону литейной полости, расположенную в области подошвы (33) рельса,

отличающаяся тем, что каждая заливочная трубка (10А, 10В) имеет сечение (110, 120), перпендикулярное оси потока расплавленного металла в соответствующей трубке (10А, 10В), имеющее сужение для постепенного уменьшения ширины указанного сечения (110, 120) в направлении, противоположном средней продольной плоскости (Р), общей для двух свариваемых рельсов.

2. Форма по п. 1, в которой каждая заливочная трубка (10А, 10В) имеет две, по существу, плоские стенки в области сужения.

3. Форма по п. 2, в которой указанные стенки образуют угол (α), составляющий от 40° до 90°.

4. Форма по любому из предшествующих пунктов, в которой сечение (110, 120) каждой заливочной трубки (10А, 10В) также имеет вогнутый участок (114, 124) в виде дуги окружности, ориентированной в направлении средней продольной плоскости (Р), общей для двух свариваемых рельсов (30).

5. Форма по любому из предшествующих пунктов, в которой горизонтальное поперечное сечение (110, 120) каждой заливочной трубки (10А, 10В) непрерывно уменьшается от верхней части к нижней части формы.

6. Форма по п. 5, в которой горизонтальное поперечное сечение (110, 120) каждой заливочной трубки (10А, 10В) в области нижнего отверстия (11А, 11В) составляет менее 40-80% от горизонтального поперечного сечения указанной заливочной трубки (10А, 10В) в области верхнего отверстия (12А, 12В).

7. Форма по любому из предшествующих пунктов, в которой каждая заливочная трубка (10А, 10В) имеет на своем нижнем конце участок, изогнутый в направлении средней продольной плоскости (Р), общей для двух свариваемых рельсов (30).

8. Форма по любому из предшествующих пунктов, в которой каждая заливочная трубка (10А, 10В) выполнена так, чтобы направлять расплавленный металл в отдельную зону (I) попадания в области подошвы рельсов.

9. Форма по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая третью деталь (2С), выполненную с возможностью контактировать с нижними поверхностями подошв (33) свариваемых рельсов (30) и образующую основание литевой полости.

10. Форма по любому из предшествующих пунктов, в которой каждая заливочная трубка (10А, 10В) наклонена в направлении средней плоскости (Р) от верхней части к нижней части формы (1).

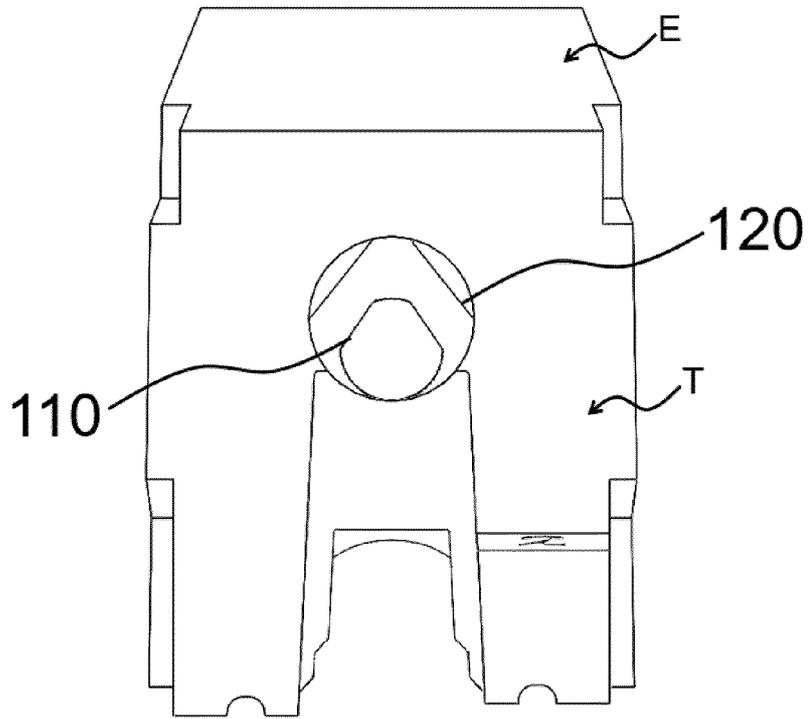


FIGURE 3A

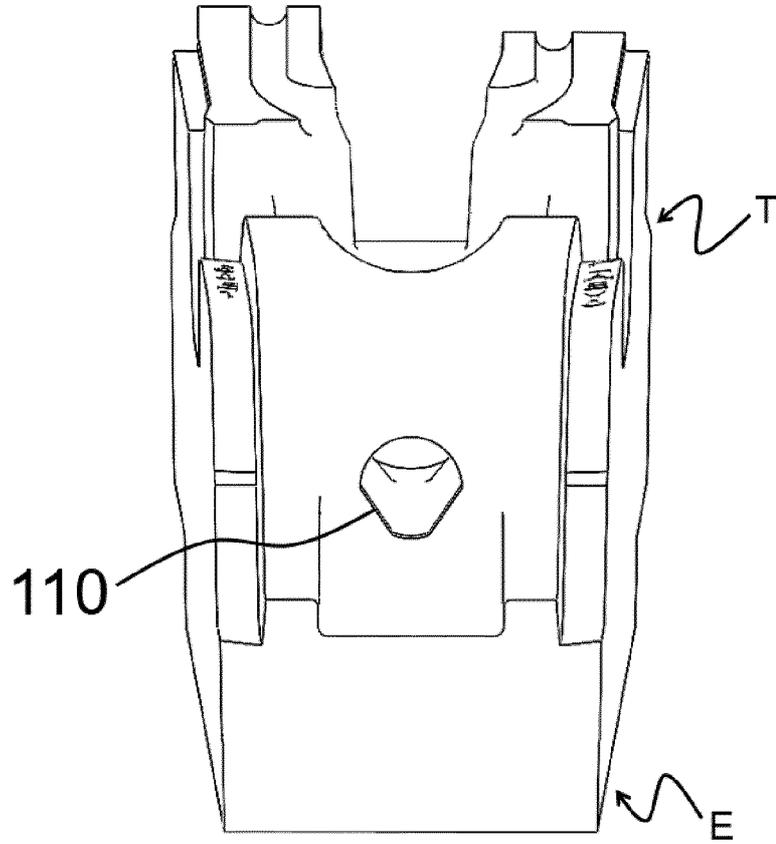


FIGURE 3B

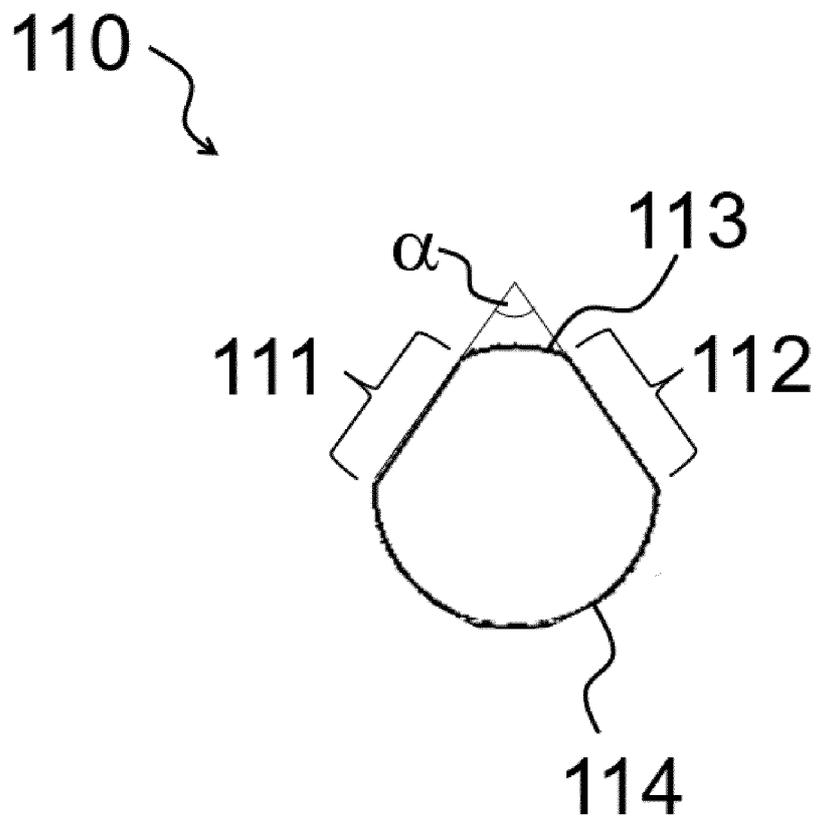


FIGURE 4A

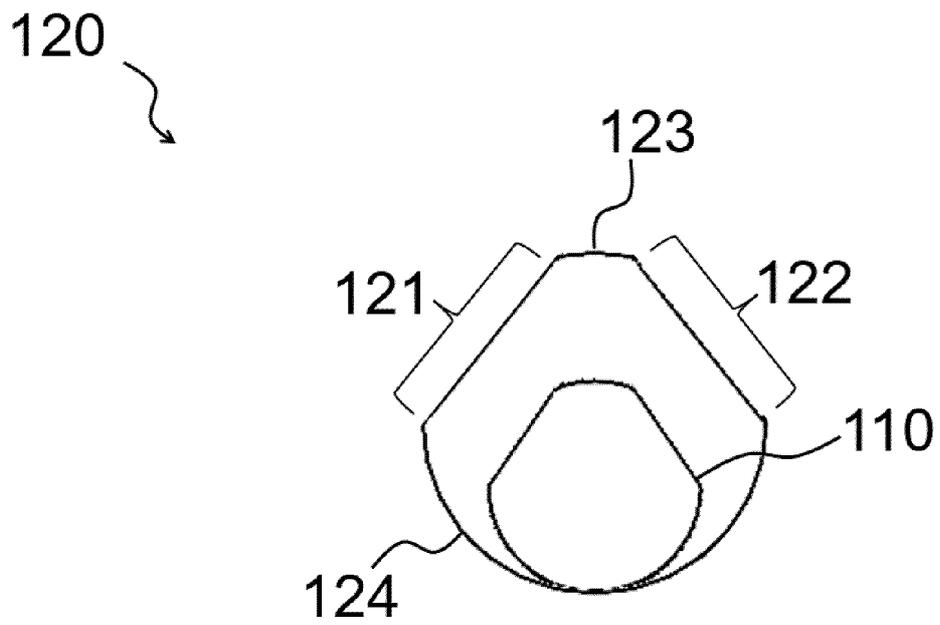


FIGURE 4B

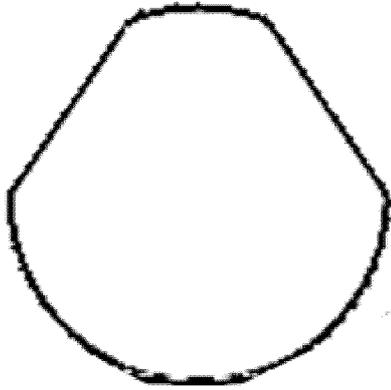


FIGURE 5A

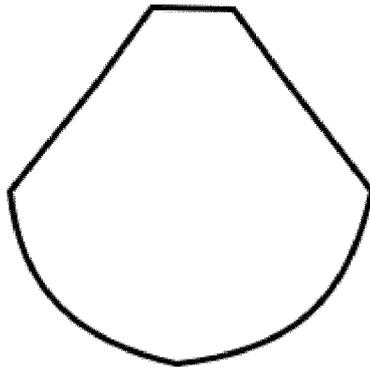


FIGURE 5B

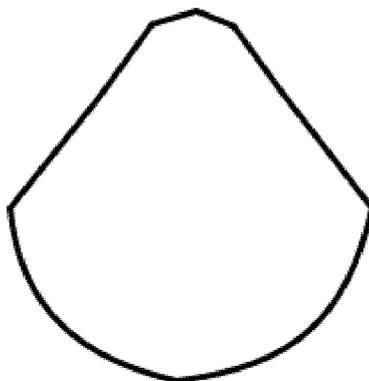


FIGURE 5C

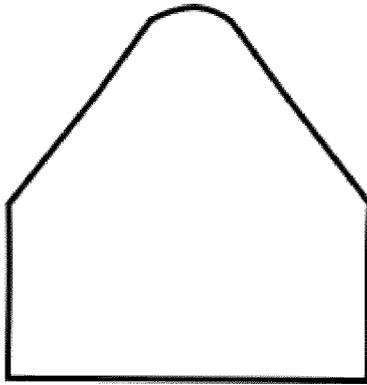


FIGURE 5D

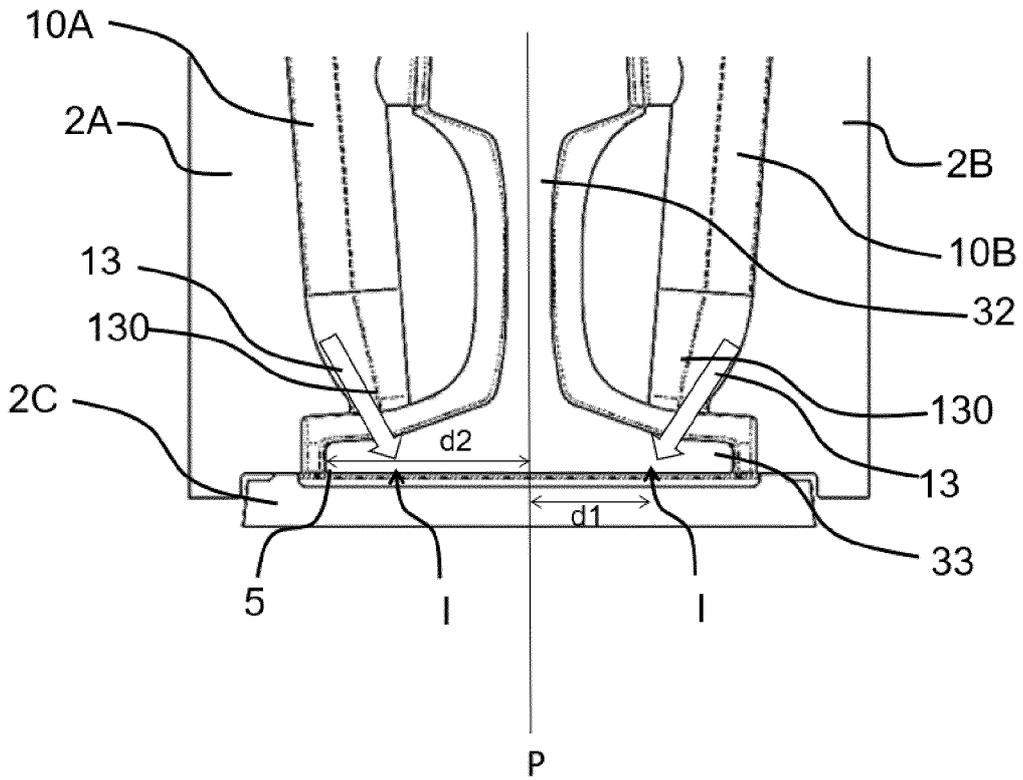


FIGURE 6

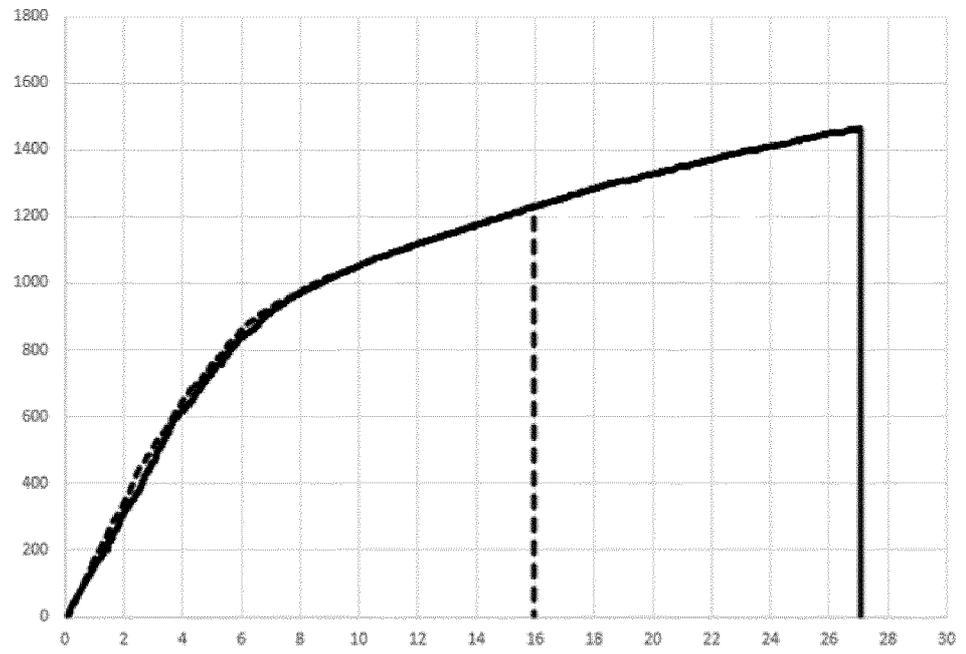


FIGURE 7