

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201791677 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2018.01.31

(51) Int. Cl. B23K 20/12 (2006.01)  
B23K 37/053 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2016.02.01

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ СВАРКИ ТРЕНИЕМ ДВУХ ТРУБЧАТЫХ СТРУКТУР

(31) 10 2015 001 483.8

(32) 2015.02.06

(33) DE

(86) PCT/DE2016/000035

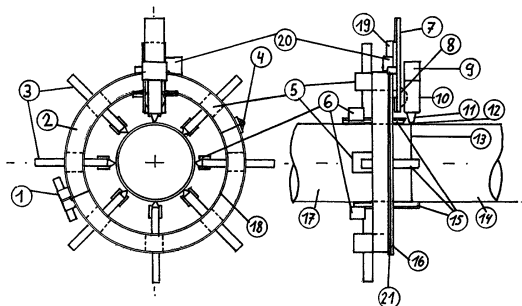
(87) WO 2016/124168 2016.08.11

(71) Заявитель:  
ГРЕНЦЕБАХ МАШИНЕНБАУ ГМБХ  
(DE)

(72) Изобретатель:  
Вайгль Маркус (DE)

(74) Представитель:  
Медведев В.Н. (RU)

(57) Устройство и способ для мобильной перемешивающей сварки трением двух трубчатых структур как стыкуемых компонентов, причем устройство содержит: а) кольцевое основное тело (2), которое выполнено откидным с помощью шарнира (4), а на стороне, противоположной шарниру (4), с помощью запирающего механизма (1) может быть соединено прочно в рабочем режиме; б) множество распределенных по периметру основного тела (2) и перемещаемых радиально с помощью привода (5) подъемных элементов (3), которые для фиксации трубчатых структур имеют по одной прижимной губке (15), причем прижимная губка (15) установлена с возможностью горизонтального перемещения с помощью привода (6); с) соединенный с основным телом (2) зубчатый венец (21), по которому шпindelная головка (11) может двигаться в орбитальном движении вокруг трубчатых структур с помощью привода (20) для нанесения сварочного шва; d) сварочный башмак (27), имеющий скользящую поверхность (27), которая согласована с изгибом поверхностей стыкуемых компонентов.



201791677 A1

201791677

A1

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-544276ЕА/032

### УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ СВАРКИ ТРЕНИЕМ ДВУХ ТРУБЧАТЫХ СТРУКТУР

Данное изобретение касается устройства и способа для мобильной перемешивающей сварки трением (ПСТ) двух трубчатых структур.

Для сваривания соединения двух труб как правило используется так называемая орбитальная сварка. Орбитальная сварка представляет собой полностью автоматизированный метод сварки в среде защитного газа, при котором электрическая дуга автоматически безостановочно проводится на 360° вокруг труб или других круглых тел. Термин «орбитальная сварка» при этом восходит к латинскому «orbis», т.е. круг.

К уровню техники, раскрытому в патентной литературе, среди прочего относится, например, публикация ЕР 2 027 962 А1, касающаяся сварочного аппарата и способа для орбитальной сварки труб. В этой публикации указываются некоторые недостатки уровня техники, устранение которых является задачей заявителя. Согласно признакам независимого пункта 1 речь здесь идет об электродуговом сварочном аппарате, содержащем головку дугосварочного аппарата для приложения сварочной дуги со сварочной мощностью к месту стыка между первым и вторым обрабатываемыми изделиями для создания сварочной ванны, причем сварочная дуга является подвижной относительно первого и второго обрабатываемых изделий.

Здесь в качестве изобретения в отличительной части независимого пункта 1 формулы заявляется, что сварочный аппарат содержит термоизмерительное устройство для измерения температуры в окружении сварочной ванны и регулирующее устройство, причем это регулирующее устройство выполнено с возможностью генерирования в зависимости от измеренной температуры по меньшей мере одного сигнала, который используется для управления по меньшей мере одним параметром сварки. Далее заявляется, что при этом предпочтительно указанное термоизмерительное устройство выполнено как пирометр, и/или это термоизмерительное устройство

установлено таким образом, что температура измеряется по меньшей мере в одной точке измерения температуры перед сварочной ванной, рядом с ней и/или позади сварочной ванны, причем предпочтительно это термоизмерительное устройство расположено так, что оно охватывает область, температура которой позволяет сделать вывод о температуре сварочной ванны.

В принципе орбитальная сварка трубчатых конструктивных элементов обычными методами сварки, такими как газвольфрамовая дуговая сварка (WIG) или дуговая сварка металлическим плавящимся электродом в среде защитного газа (MAG), вследствие воздействия силы тяжести на расплавы и защитный газ ведет к очень высоким затратам, связанным с контролем процесса.

При использовании орбитальной сварки в полевых условиях, например, для проложенных в грунте линий электропередач и трубопроводов обычные орбитальные способы к тому же очень подвержены воздействию окружающих условий. Здесь ветер и выпадающие осадки могут существенно помешать процессу сварки.

Уровень техники раскрыт также в EP 2 561 948 A1, где описаны способ и установка для изготовления элемента «фланец-труба-фланец» с помощью перемешивающей сварки трением.

В основу такой установки согласно ограничительной части независимого пункта 11 формулы положена цель, упростить центрирование фланца и трубы, и использовать подкладку сварочной ванны не только в качестве опоры для области, размягченной за счет перемешивающей сварки, но и для восприятия прижимных усилий при перемешивающей сварке трением, и для центрирования трубы по продольной оси фланцев без использования процессов измерения и установки при одновременном сокращении времени изготовления, а также при экономии материала и обеспечении экономических преимуществ.

В отличительной части этого пункта 11 формулы заявляется к тому же, что подкладка сварочной ванны выполнена в виде зажимаемой и ослабляемой пневматически упругой зажимной и опорной шайбы для центрирования трубы по оси вращения фланцев и для восприятия прижимных усилий при перемешивающей сварке трением, и предусмотрен сенсор для ощупывания сварных швов между

трубой и фланцем, а также предусмотрено устройство для подведения и отведения формирующего клина на одну линию с тангенциальной плоскостью, проходящей горизонтально над осью вращения через сварной шов, чтобы выводить электрод инструмента для перемешивающей сварки трением из сварного шва, полученного методом перемешивающей сварки трением, не оставляя отверстий, причем сенсор и устройство для подведения и отведения формирующего клина связаны с системой управления.

В основу данного изобретения положена задача создания способа и устройства, которые, с одной стороны, устраняют недостатки уровня техники, а с другой стороны, являются мобильными в отношении места их применения.

Эта задача решается посредством устройства согласно независимому пункту 1 формулы изобретения, характеризующему

устройство для мобильной перемешивающей сварки трением двух трубчатых структур как стыкуемых компонентов, содержащее:

a) кольцевое основное тело (2), которое выполнено откидным с помощью шарнира (4), а со стороны, противоположной шарниру (4), может прочно соединяться запирающим механизмом (1),

b) множество распределенных по периметру основного тела (2), перемещаемых радиально с помощью привода (5) подъемных элементов (3), которые для фиксации трубчатых структур имеют по одной прижимной губке (15), причем прижимная губка (15) установлена с возможностью горизонтального перемещения с помощью привода (6),

c) связанный с основным телом (2) зубчатый венец (21), на котором шпindelная головка (11) может перемещаться в орбитальном движении вокруг трубчатых структур с помощью привода (20) для нанесения сварочного шва,

d) сварочный башмак (27) имеет скользящую поверхность (27), которая согласована с изгибом поверхностей стыкуемых компонентов,

кроме того, заявляется,

что сварочный башмак (27) имеет область (25) выхода материала и стружкоотводящую ступеньку (29),

заявляется также,

что сварочный башмак (27) с помощью приводной оси (31) в области приемного фланца (35) для регулирования усилия может приводиться в инкрементное вертикальное перемещение.

Кроме того, заявляется,

что с помощью сенсоров (43, 46, 47, 48), индуктивного источника электроснабжения и передатчика измерительного сигнала с антенной в области удерживающего конуса (33) определяются все релевантные параметры процесса в ходе процесса сварки для инкрементного регулирования усилия, и

для удержания и фиксации трубчатых структур кольцеобразному основному телу (2) придано второе основное тело такого рода в форме фиксирующего кольца (23), которое с помощью нескольких соединительных скоб (22) связано с первым основным телом (2), причем фиксирующее кольцо (23) содержит подъемные цилиндры (3), которые могут перемещаться радиально с помощью привода (5),

и, соответственно,

поставленная задача решается посредством способа согласно независимому пункту 6 формулы изобретения, причем предложен

способ мобильной перемешивающей сварки трением двух трубчатых структур как стыкуемых компонентов, включающий в себя следующие этапы:

а) обе свариваемые трубчатые структуры фиксируются в своем заданном положении таким образом, что подходящее для сварки кольцевое основное тело (2), установленное откидным образом с помощью шарнира, может быть уложено вокруг стыкуемых компонентов и с помощью запирающего механизма (1) может замкнуто оператором в кольцо,

б) основное тело (2) снабжается множеством распределенных по периметру основного тела (2) подъемных элементов (3), каждый из которых на своем конце имеет прижимную губку (15) для контакта с обоими стыкуемыми компонентами, причем каждый подъемный элемент с помощью включаемого оператором привода (5) перемещается в радиальном направлении до тех пор, пока он не затормозится посредством контакта со стыкуемыми компонентами и зарегистрированного таким образом сопротивления, причем все подъемные элементы перемещаются примерно на одинаковое

расстояние,

с) после установки подходящего для соответствующего диаметра стыкуемых компонентов сварочного башмака (27) в шпindelную головку (11) может начинаться процесс перемешивающей сварки трением, причем беспроблемное замыкание сварочного шва обеспечивается тем, что сварочный башмак медленно движется в направлении изгиба, в то время как сварочный штифт медленно отводится,

причем с помощью сенсоров (43, 46, 47, 48) все релевантные параметры процесса определяются в ходе процесса сварки для инкрементного регулирования усилия.

Заявляется также,

что центрирование основного тела (2) со стыкуемыми компонентами осуществляется с помощью выдвигания подъемных элементов полностью или частично с использованием программного управления.

Кроме того, заявляется,

что безупречное функционирование запирающего механизма (1) обеспечивается с помощью электронных контролирующих устройств.

Поставленная задача решается также посредством

компьютерной программы с программным кодом для осуществления этапов способа, если программа выполняется в компьютере, а также машиночитаемого носителя с программным кодом компьютерной программы для осуществления способа, если программа выполняется в компьютере.

Предлагаемое изобретением устройство в дальнейшем будет рассмотрено подробнее.

В начале 90-х прошлого века была разработана перемешивающая сварка трением, называемая также сваркой трением с перемешиванием. Перемешивающая сварка трением сейчас успешно применяется среди прочего для сварки алюминиевых сплавов во многих релевантных отраслях промышленности. При этом ее используют как для изготовления отдельных изделий и малых серий, так и для крупносерийного производства. Экономическому успеху способствуют не только высочайшее качество сварочного шва, но и его высокая воспроизводимость, незначительные подготовительные

работы и затраты на последующую доработку. Этот способ может быть очень хорошо автоматизирован и делает возможным контроль качества на базе машинного контроля.

При перемешивающей сварке трением в области стыка соединяемых материалов посредством трения между (ними и) вращающимся и одновременно с этим перемещаемым поступательно, и нагружаемым давлением инструментом производится тепло трения. Инструмент движется вдоль области стыка и перемешивает пластифицированный материал внутри шва стыкуемых друг с другом материалов. Прикладываемое давление спрессовывает пластифицированный материал. В конце этого шва инструмент выводится из соединительной области, и сварочный шов может нагружаться непосредственно. Эта технология согласно изобретению используется при сваривании трубчатых структур.

На прилагаемых чертежах представлено следующее.

Фиг. 1 - виды в разрезе устройства для перемешивающей сварки трением,

Фиг. 2 - виды в разрезе альтернативы устройству по Фиг. 1,

Фиг. 3 - вид в разрезе со сварочным башмаком,

Фиг. 4 - вид в разрезе вертикального движения сварочного башмака,

Фиг. 5 - вид в разрезе определения параметров процесса.

На Фиг. 1 представлены два вида в разрезе устройства для перемешивающей сварки трением. На левом виде в разрезе показано устройство для мобильной перемешивающей сварки трением при соединении двух труб. Используемое здесь устройство для перемешивающей сварки трением состоит из кольцевого тела 2, которое в транспортабельном состоянии состоит из двух полуколец, которые с одной стороны соединены с помощью шарнира 4, а с противоположной стороны соединяются с помощью запирающего механизма 1 прочно в рабочем режиме. Этот запирающий механизм 1 может действовать механически, с помощью защелкивающегося соединения, резьбового соединения, электромеханически или гидравлически. В особом варианте выполнения безупречное функционирование запирающего механизма 1 может быть обеспечено с помощью не представленного здесь электронного контролирующего

устройства. Для центрирования и фиксации кольцевого основного тела 2 на свариваемых трубах, или, соответственно частях труб, в основное тело 2 введено несколько распределенных по периметру подъемных элементов 3, каждый из которых может перемещаться в радиальном направлении с помощью привода 5. При этом речь может идти о подъемных цилиндрах или шпиндельных приводах. Количество и размеры этих подъемных элементов 3 ориентируются на диаметр свариваемых труб. На Фиг. 1 в качестве примера показано восемь подъемных элементов 3. Тем самым, активная возможность перемещения в радиальном направлении каждого подъемного элемента 3 в основном теле 2 гарантирует применение представленного устройства для перемешивающей сварки трением в определенном диапазоне диаметров обрабатываемых труб. Поэтому на случай превышения такого диапазона или его недостижения необходимо иметь основные тела 2 различных размеров. На левом виде в разрезе показано внутреннее направляющее ребро 18 основного тела 2.

На правом виде в разрезе на Фиг. 1 можно видеть свариваемые части труб в боковой проекции, причем передний стыкуемый компонент обозначен цифрой 17, а задний стыкуемый компонент обозначен цифрой 14. На обращенной к свариваемым частям труб стороне каждого подъемного элемента 3, на правом виде в разрезе, можно увидеть по одному приводу 6 для перемещения прижимной губки 15 каждого подъемного элемента в горизонтальном направлении, причем на левом виде в разрезе он представлен менее ясно. Привод 6 обеспечивает возможность отведения каждой прижимной губки 15 в направлении основного тела 2, если процесс сварки при одном обороте шпиндельной головки 11, вызывающей процесс перемешивающей сварки трением, попадает на область соответствующей прижимной губки. Это можно увидеть на правом виде в разрезе в области сварочного шва 13 на верхней стороне переднего стыкуемого компонента 17 и заднего стыкуемого компонента 14.

При перемещении прижимной губки 15 в горизонтальном направлении система управления гарантирует, что с помощью привода 5 для перемещения подъемного элемента 3



предусматривается легкое ослабление соответствующего подъемного элемента, чтобы сделать возможным движение соответствующей прижимной губки в горизонтальном направлении.

Привод 5 для перемещения подъемного элемента 3 в вертикальном направлении виден на задней стороне кольцевого основного тела 2. На другой стороне основного тела 2 на верхней стороне обоих стыкуемых компонентов представлены вертикальные салазки 7 с подвеской 8 и приводом 9 для шпиндельной головки 11. Привод 19 для вертикального движения с регулируемым усилием корпуса 10 шпиндельной головки 11 обеспечивает требуемое прижимное давление в процессе перемешивающей сварки трением. Зубчатый венец 21 на кольцевом основном теле 2, по которому проходит привод 20, делает возможным орбитальное движение шпиндельной головки 11 для нанесения сварочного шва с помощью сварочного штифта для сварки трением 12.

На правом виде в разрезе показано внешнее направляющее ребро 16 основного тела 2.

Основное центрирование основного тела (2) с обоими стыкуемыми компонентами в простейшем случае может осуществляться оператором. В случае необходимости более точного позиционирования для каждого подъемного элемента может быть предусмотрен лазерный датчик расстояния, который здесь не показан и не обозначен. Таким образом может автоматически обеспечиваться выдвигание подъемных цилиндров на одинаковое расстояние, и тем самым, центрирование основного тела (2) на обоих стыкуемых компонентах. Вместо ручного основного центрирования в особом случае может быть предусмотрено, что каждый подъемный элемент после ручного замыкания кольцевого основного тела, автоматически и одновременно с другими выдвигается до тех пор, пока все подъемные элементы, после программно-управляемых корректировок, не будут находиться на одном расстоянии от стыкуемых компонентов.

На Фиг. 2 показан вид в разрезе варианта устройства, альтернативного показанному на Фиг. 1. Этот вариант особенно подходит для больших наружных диаметров труб и высоких сварочных усилий, в частности, при большой толщине стенок труб.

Здесь обе свариваемые части труб фиксируются для процесса сварки не с помощью прижимных губок 15, установленных на отдельном кольцевом основном теле 2, а для фиксации второй части трубы здесь используется второе кольцевое основное тело в форме фиксирующего кольца 23, которое с помощью нескольких соединительных скоб 22 соединено с другим кольцевым основным телом 2. Это означает, что при такой конструкции привод 6 для перемещения соответствующих прижимных губок 15 в горизонтальном направлении не требуется, так как прижимные губки 15 дают обоим основным телам 2 и фиксирующему кольцу 23 возможность свободного доступа к сварочному шву 13.

На Фиг. 3 показан вид в разрезе со сварочным башмаком. На верхней части а) Фиг. 3 показано при этом поперечное сечение обеих трубчатых структур со стороны переднего стыкуемого компонента 17, тогда как на нижней части б) Фиг. 3 показано продольное сечение обеих трубчатых структур переднего стыкуемого компонента 17 и заднего стыкуемого компонента 14.

В верхней части а) Фиг. 3 можно видеть сварочный штифт 24 сварочного башмака 27 с опорой штифта, который через хвостовик 28 штифта связан со шпиндельной головкой. Скользящая поверхность 26 сварочного башмака 27 своим изгибом по форме согласована с изгибом поверхности обоих стыкуемых компонентов. Можно видеть, что при этом скользящая поверхность 26 сварочного башмака 27 может в определенных границах следовать различным изгибам разных стыкуемых компонентов, однако, в принципе различный изгиб стыкуемых компонентов требует также и разного изгиба скользящей поверхности 26. По меньшей мере определенные диаметральные области требуют известной подгонки по форме. Тем самым может быть гарантировано, что одним определенным инструментом может быть покрыт более, чем лишь один диаметр трубы. На этом изображении можно видеть также одну сторону области 25 выхода материала. Здесь можно видеть в разрезе так называемую стружкоотводящую ступеньку 29. Речь при этом идет о кромке на сварочном башмаке 27, которая, если смотреть в направлении движения сварочного башмака 27, позволяет в принципе определенным образом выходить избыточному сварочному материалу.

При этом возникает такой эффект, что через определенное время скопившийся на стружкоотводящей ступеньке материал отделяется сам по себе, не мешая процессу сварки трением с перемешиванием. Это имеет особенно большое значение при сваривании трубчатых структур, так как здесь легко могут возникать нежелательные рифления материала возле сварочного шва. Благодаря этому существенно повышается стойкость сварочного башмака 27 как инструмента.

В нижней части б) Фиг. 3 хвостовик 28 штифта сварочного башмака 27 показан повернутым на 90°, причем передний стыкуемый компонент обозначен цифрой 17, а задний стыкуемый компонент - 14.

При перемешивающей сварке трением трубчатых структур беспроблемное замыкание сварочного шва без так называемого «дырообразования» может обеспечиваться за счет того, что соответствующий сварочный башмак в соответствующей «конечной точке» сварочного шва медленно движется вперед в направлении изгиба, тогда как сварочный штифт медленно отводится.

На Фиг. 4 показан вид в разрезе вертикального движения сварочного башмака. В верхней части а) фиг. 4 показан внешний вид крепления сварочного башмака, а в нижней части б) его вид в разрезе.

В верхней области здесь можно видеть крепление для приложения силы к приемному конусу 30 штифта для процесса перемешивающей сварки трением, тогда как приемный фланец 35 обеспечивает механическое соединение со шпиндельной головкой. Показанный далее корпус 32 содержит механизм опускания удерживающего конуса 33 для сварочного башмака, причем этот механизм приводится в действие снаружи с помощью приводной оси 31. С помощью перекидной гайки 34 сварочный башмак крепится на удерживающем конусе 33. На показанном сварочном башмаке 27 обозначены сварочный штифт 24 и зона 25 выхода материала.

На вид в разрезе б) Фиг. 4 можно видеть приемный конус 30 штифта с его хвостовиком 28 во всю его длину. Через приемный фланец 35 с правой стороны можно видеть отверстие для размещения приводной оси 31, причем эта приводная ось 31 на своем конце

несет приводную шестерню 37, которая входит в зацепление с зубчатым венцом внешнего зубчатого зацепления 39 перекидной гайки 38, причем удерживающий конус 33 с помощью мелкой резьбы 50 перекидной гайки 38 закреплен на приемном фланце 35 с возможностью скольжения. С помощью прижимного элемента 36, воздействующего на удерживающий конус 33 сверху, гарантируется, что удерживающий конус 33, а тем самым и сварочный башмак 27, который с помощью перекидной гайки 34 закреплен на удерживающем конусе 33, движется вниз при соответствующем вращении приводной оси 31. При противоположно направленном вращении приводной оси 31 удерживающий конус 33 движется вверх. Мелкая резьба 50, предусмотренная на удерживающем конусе 33 в области перекидной гайки 38, по графическим причинам не может быть четко представлена. На конце сварочного башмака 27 обозначен сварочный штифт 24. Таким образом с помощью параметров процесса в реальном времени возможна инкрементная регулировка усилия в процессе сварки. При обычной орбитальной сварке это невозможно.

На Фиг. 5 показан вид в разрезе определения параметров процесса по поперечному сечению удерживающего конуса 33 с приемным конусом 30 штифта, расположенным по центру в продольном направлении. Показанный приемный конус 30 штифта с его хвостовиком 28 штифта при этом позволяет увидеть в его широкой области коническое сужение 40, которое предназначено для размещения сенсора 43. Механическое сужение поперечного сечения за счет указанного конического сужения 40 и размещение в этом месте сенсора 43 (например, в качестве датчика крутящего момента (DMS)) делает возможным измерение воздействующего на приемный конус 30 штифта крутящего момента и измерение возникающего здесь изгибающего момента. Непосредственно на нижней кромке показанного удерживающего конуса 33 виден имеющий линейную форму сенсор 46, который как правило помещается на сторону удерживающего конуса 33, противоположную прямому направлению процесса сварки, и при нем показан его измерительный усилитель 49, и передатчик измеренного сигнала с антенной, которая пересылает измеренные сигналы. Сенсор 36 как правило представляет собой тензометрический датчик, который регистрирует

даже минимальный прогиб удерживающего конуса 33 в процессе.

Внутренняя передача сигналов измеренных значений, установленных сенсором 43, осуществляется через соединенный с приемным конусом 30 штифта поворотный усилитель 44 сигнала и вращающуюся антенну. Их прием и обработка от сенсора 44 происходит через статичную жестко закрепленную антенну 45.

В передней области приемного конуса 30 для штифта находится еще одно сужение (не обозначено), которое дает место для сенсора 48 и делает возможным измерение аксиального усилия, непосредственно воздействующего на хвостовик 28 штифта, а тем самым и на сварочный штифт.

При необходимости на продольной оси хвостовика 28 штифта находится пьезоэлектрический датчик 47 измерения силы, который служит также для измерения осевого усилия и с помощью которого возможно измерение длины острия сварочного штифта. Для электроснабжения описанных измерительных систем служит индуктивный источник, статичная первичная обмотка которого обозначена цифрой 41, а его подвижная вторичная обмотка – 42.

Тем самым гарантируется, что с помощью сенсоров 43, 46, 47 и 48, индуктивного источника электроэнергии и передатчика измерительного сигнала с антенной в области удерживающего конуса 33 могут определяться все релевантные параметры процесса в ходе сварки и оцениваться в процессе сварки в реальном времени для оптимального управления.

Комплексное управление описанными процессами движения требует специальной управляющей программы.

## Перечень ссылочных позиций

- 1 запирающий механизм
  - 2 кольцевое основное тело
  - 3 подъемный элемент для центрирования и фиксации
  - 4 шарнир кольцевого основного тела 2
  - 5 привод для перемещения подъемного цилиндра 3 в радиальном направлении
  - 6 привод для перемещения подъемного цилиндра 3 в горизонтальном направлении
  - 7 вертикальные салазки для шпиндельного узла
  - 8 подвеска для шпиндельной головки
  - 9 привод для шпиндельной головки
  - 10 корпус шпиндельной головки
  - 11 шпиндельная головка
  - 12 сварочный штифт для сварки трением
  - 13 сварочный шов
  - 14 задний стыкуемый компонент
  - 15 прижимная губка
  - 16 внешнее направляющее ребро основного тела 2
  - 17 передний стыкуемый компонент
  - 18 внутреннее направляющее ребро основного тела 2
  - 19 привод для вертикального перемещения шпиндельной головки
- 10
- 20 привод для орбитального движения шпиндельной головки
  - 21 зубчатый венец для привода 20 орбитального движения
  - 22 соединительная скоба
  - 23 фиксирующее кольцо
  - 24 сварочный штифт
  - 25 область выхода материала
  - 26 скользящая поверхность сварочного башмака
  - 27 сварочный башмак с опорой штифта
  - 28 хвостовик штифта
  - 29 стружкоотводящая ступенька
  - 30 приемный конус для штифта
  - 31 приводная ось для опускания удерживающего конуса
  - 32 корпус

- 33 удерживающий конус для сварочного башмака
- 34 перекидная гайка для закрепления сварочного башмака
- 35 приемный фланец
- 36 нажимной пружинный элемент для опускания удерживающего конуса
- 37 приводная шестерня перекидной гайки удерживающего конуса
- 33
- 38 перекидная гайка удерживающего конуса 33
- 39 внешняя зубчатая нарезка перекидной гайки 38
- 40 коническое сужение для размещения сенсора
- 41 первичная обмотка индуктивного источника электроснабжения
- 42 вторичная обмотка индуктивного источника электроснабжения
- 43 сенсор (DMS) для приемного конуса инструмента
- 44 усилитель сигнала сенсора
- 45 статичная антенна
- 46 сенсор на удерживающем конусе 33 (DMS)
- 47 пьезоэлектрический датчик измерения силы
- 48 сенсор для измерения осевого усилия
- 49 усилитель измеренных сигналов конуса инструмента, с передатчиком и антенной
- 50 мелкая резьба

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Устройство для мобильной перемешивающей сварки трением двух трубчатых структур в качестве стыкуемых компонентов, содержащее

е) кольцевое основное тело (2), которое выполнено откидным с помощью шарнира (4), а на стороне, противоположной шарниру (4), с помощью запирающего механизма (1) соединено прочно в рабочем режиме,

ф) множество распределенных по периметру основного тела (2) и перемешаемых радиально с помощью привода (5) подъемных элементов (3), которые для фиксации трубчатых структур имеют по одной прижимной губке (15), причем прижимная губка (15) установлена с возможностью горизонтального перемещения с помощью привода (6),

г) соединенный с основным телом (2) зубчатый венец (21), по которому шпиндельная головка (11) может совершать орбитальное движение вокруг трубчатых структур с помощью привода (20) для нанесения сварочного шва,

h) сварочный башмак (27), имеющий скользящую поверхность (27), которая согласована с изгибом поверхностей стыкуемых компонентов.

2. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что сварочный башмак (27) имеет область (25) выхода материала и стружкоотводящую ступеньку (29).

3. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что сварочный башмак (27) для регулирования усилия выполнен с возможностью совершения инкрементного вертикального движения с помощью приводной оси (31) в области приемного фланца (35).

4. Устройство по любому из предыдущих п.п., отличающееся тем, что в нем предусмотрены сенсоры (43, 46, 47, 48), индуктивный источник электроэнергии и передатчик измерительного сигнала с антенной в области удерживающего конуса (33) для определения в ходе процесса сварки всех релевантных параметров процесса для инкрементного регулирования усилия.

5. Устройство по любому из предыдущих п.п., отличающееся тем, что для крепления и фиксации трубчатых структур



кольцеобразному основному телу (2) придано второе основное тело такого рода в форме фиксирующего кольца (23), которое с помощью нескольких соединительных скоб (22) соединено с первым основным телом (2), причем фиксирующее кольцо (23) содержит подъемные цилиндры (3), которые выполнены с возможностью радиального перемещения с помощью привода (5).

6. Способ мобильной перемешивающей сварки трением двух трубчатых структур как стыкуемых компонентов, включающий в себя следующие этапы:

d) обе свариваемые трубчатые структуры фиксируют в своем заданном положении таким образом, что подходящее для сварки кольцевое основное тело (2), установленное откидным образом с помощью шарнира, может быть уложено вокруг стыкуемых компонентов и с помощью запирающего механизма (1) может замыкаться оператором в кольцо,

e) основное тело (2) снабжают множеством распределенных по периметру основного тела (2) подъемных элементов (3), каждый из которых на своем конце имеет прижимную губку (15) для контакта с обоими стыкуемыми компонентами, причем каждый подъемный элемент с помощью включаемого оператором привода (5) может перемещаться в радиальном направлении до тех пор, пока он не затормозится посредством контакта со стыкуемыми компонентами и зарегистрированного таким образом сопротивления, причем все подъемные элементы перемещаются примерно на одинаковое расстояние,

f) после установки подходящего для соответствующего диаметра стыкуемых компонентов сварочного башмака (27) в шпиндельную головку (11) может начинаться процесс перемешивающей сварки трением, причем беспроблемное замыкание сварочного шва обеспечивается тем, что сварочный башмак медленно движется дальше в направлении изгиба, в то время как сварочный штифт медленно отводится, причем с помощью сенсоров (43, 46, 47, 48) все релевантные параметры процесса определяются в ходе процесса сварки для инкрементного регулирования усилия.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что центрирование основного тела (2) со стыкуемыми компонентами осуществляется с

помощью выдвигания подъемных элементов полностью или частично с использованием программного управления.

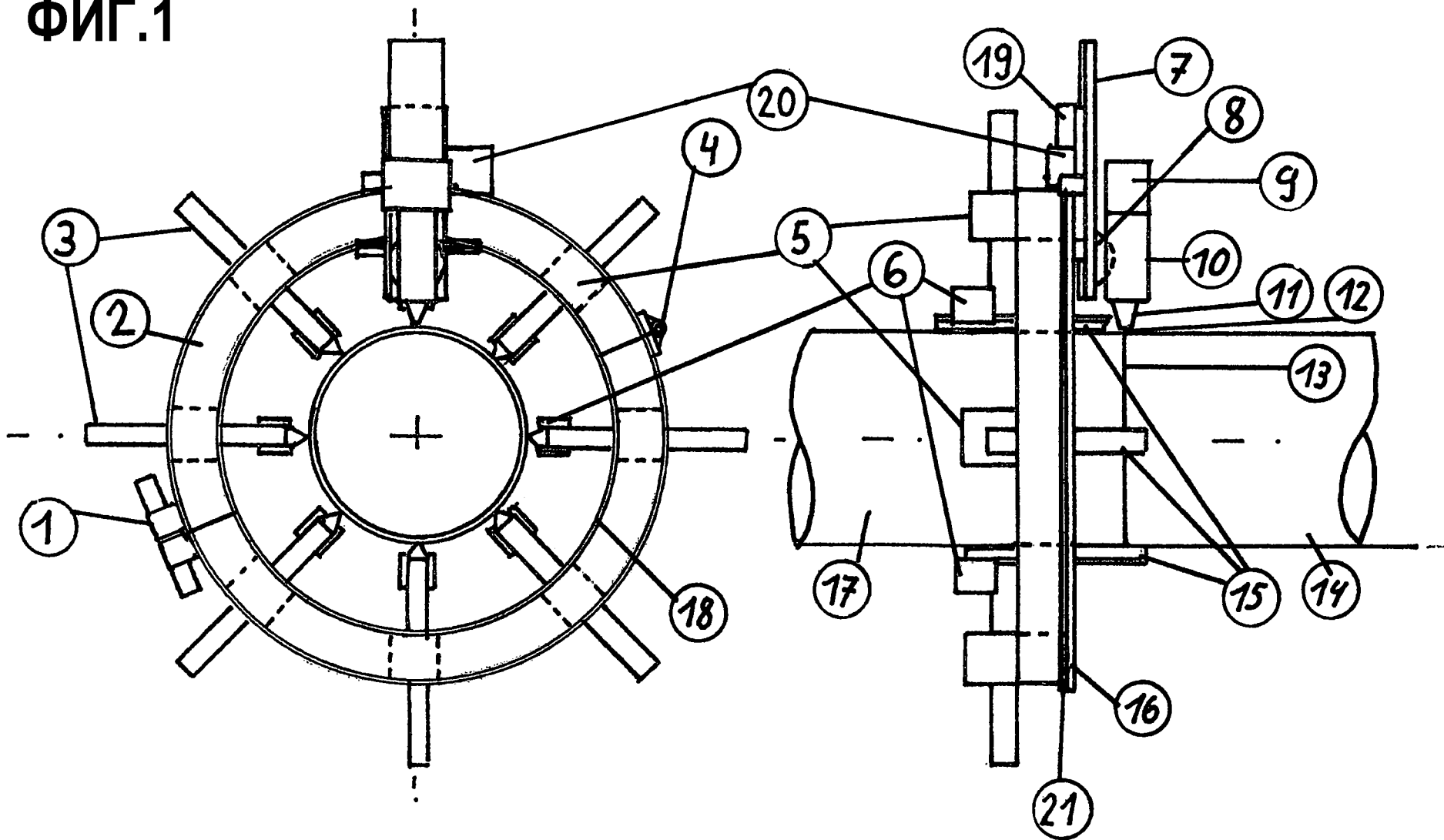
8. Способ по п. 6 или 7, отличающийся тем, что безупречное функционирование запирающего механизма (1) обеспечивается с помощью электронных контролирующих устройств.

9. Компьютерная программа с программным кодом для осуществления этапов способа по любому из п.п. 6-8, если программа выполняется в компьютере.

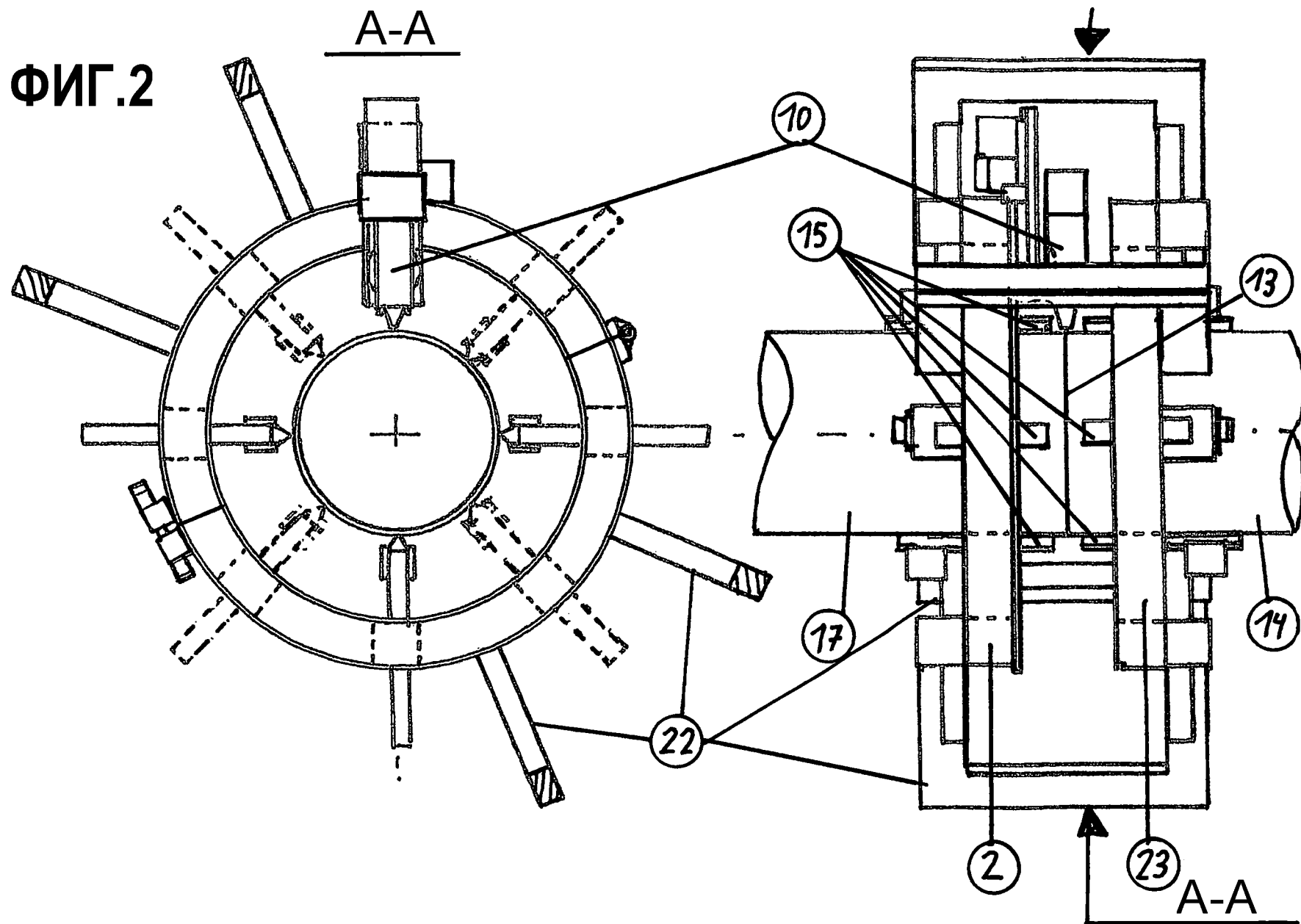
10. Машиночитаемый носитель с программным кодом компьютерной программы для осуществления способа по любому из п.п. 6-8, если программа выполняется в компьютере.

По доверенности

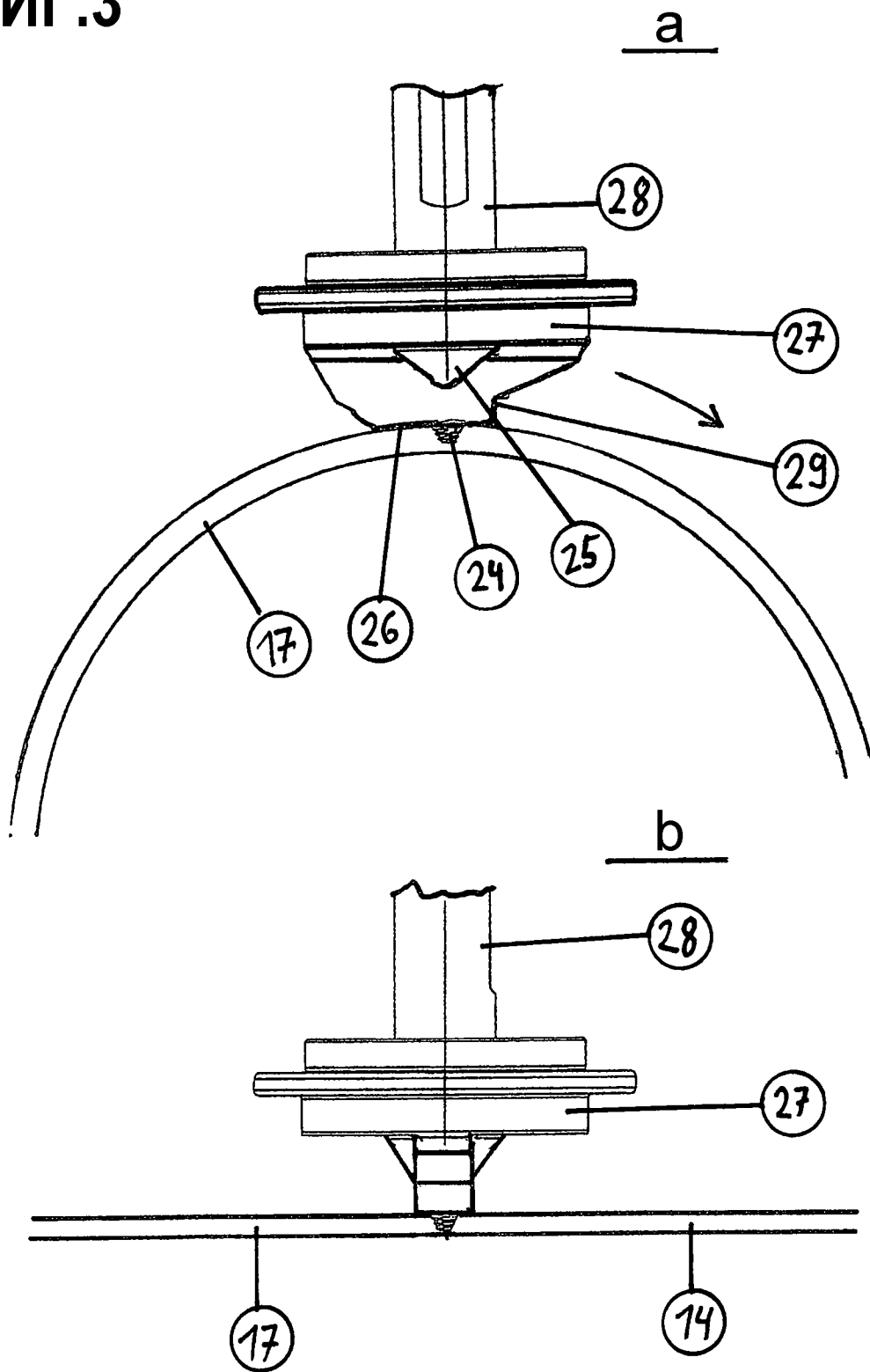
ФИГ.1



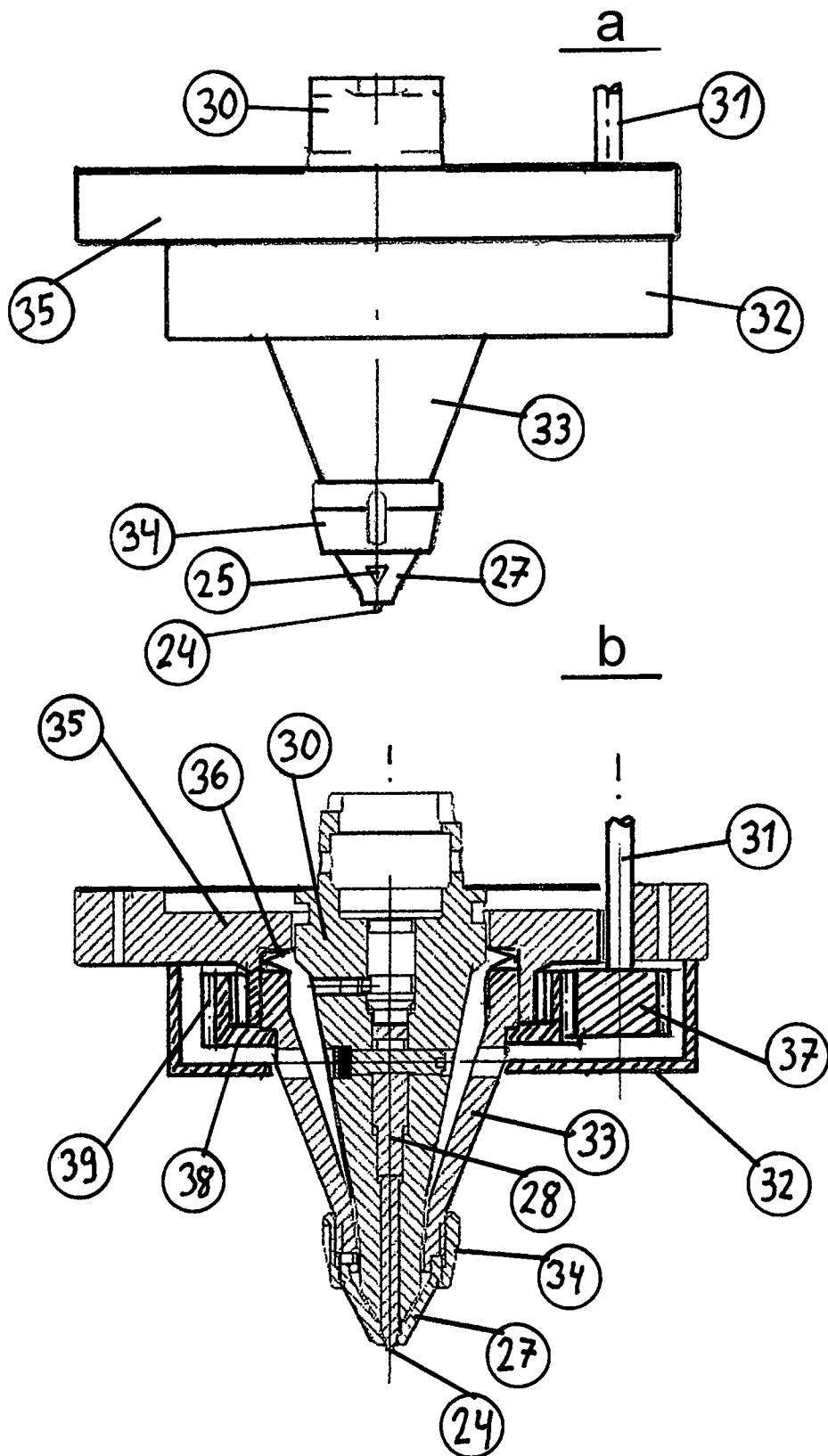
ФИГ.2



ФИГ.3



ФИГ.4



ФИГ.5

