



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G21C 1/16* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2014150765, 15.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.12.2014

Дата регистрации:  
05.04.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
18.12.2013 FR 13 62929

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2016 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 05.04.2018 Бюл. № 10

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**ТАРО Паскаль (FR),  
ДЕЛЯБЕРЖЕРИ Арно (FR),  
ГАСТАЛЬДИ Оливье (FR),  
ПЕННЕЛЬ Патрис (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

**КОММИССАРИАТ А Л'ЭНЕРЖИ  
АТОМИК ЭО ЭНЕРЖИ АЛЬТЕРНАТИВ  
(FR),  
РЕГ ТЕКНОЛОДЖИ (FR)**

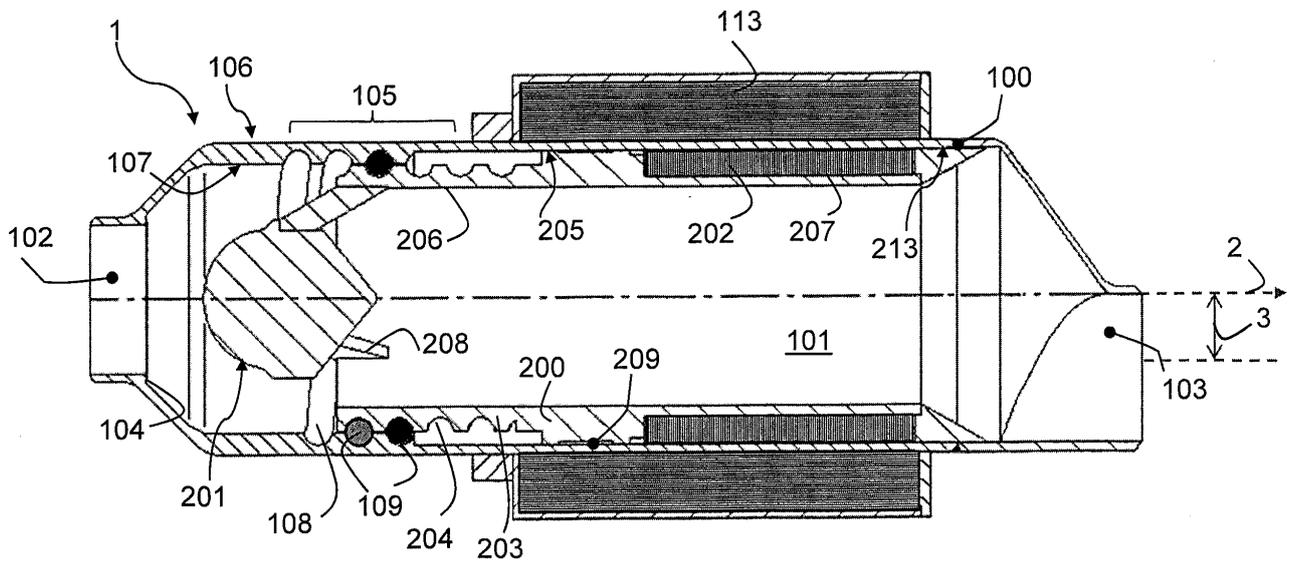
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 82806 U1, 10.05.2009. RU  
2285180 C1, 10.10.2006. RU 2128796 C1,  
10.04.1999. US 6935111 B2, 30.08.2005. US  
4948091 A1, 14.08.1990.

(54) **ВЕНТИЛЬ ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ, СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЦИРКУЛЯЦИИ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА, СОДЕРЖАЩАЯ ТАКОЙ ВЕНТИЛЬ, И ПРИМЕНЕНИЕ УКАЗАННОГО ВЕНТИЛЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к вентилям для циркуляции жидкого металла. Вентиль содержит картер, образующий камеру, внутри которой проходит текучая среда и которая имеет по меньшей мере один вход и по меньшей мере один выход текучей среды, затвор, выполненный с возможностью взаимодействия с седлом, выполненным заодно с картером, для закрывания, упомянутого по меньшей мере одного входа и упомянутого по меньшей мере одного выхода текучей среды и устройство управления положением затвора относительно седла. Устройство управления содержит по меньшей мере один индуктор и по меньшей мере один якорь, связанные друг с другом через

магнитное поле и выполненные таким образом, чтобы индуктор приводил во вращение якорь, заставляя затвор селективно приближаться или удаляться относительно седла. При этом индуктор является неподвижным по отношению к картеру, а якорь находится внутри камеры и является неподвижным относительно винта, на котором установлен затвор. При этом винт выполнен с возможностью взаимодействия с гайкой, неподвижно соединенной с картером таким образом, чтобы преобразовывать вращение якоря в поступательное движение затвора. Технический результат – повышение надежности и герметичности для натриевых вентилях. 3 н. и 19 з.п. ф-лы, 3 ил.



ФИГ.1

RU 2649881 C2

RU 2649881 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G21C 1/16 (2006.01)*

(21)(22) Application: **2014150765, 15.12.2014**

(24) Effective date for property rights:  
**15.12.2014**

Registration date:  
**05.04.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**18.12.2013 FR 13 62929**

(43) Application published: **10.07.2016** Bull. № 19

(45) Date of publication: **05.04.2018** Bull. № 10

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskiji Partnery"**

(72) Inventor(s):

**TARO Paskal (FR),  
DELYABERZHERI Arno (FR),  
GASTALDI Olive (FR),  
PENNEL Patris (FR)**

(73) Proprietor(s):

**KOMMISSARIAT A L'ENERZHI ATOMIK  
E O ENERZHI ALTERNATIV (FR),  
REG TEKNOLODZHI (FR)**

(54) **VALVE FOR FLUID CIRCULATION, LIQUID METAL CIRCULATION CONTROL SYSTEM COMPRISING SUCH VALVE, AND USE OF SAID VALVE**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to valves for circulation of a liquid metal. Valve comprises a casing forming an enclosure inside which a fluid is intended to flow and having at least one inlet and at least one outlet of the fluid, a shutter configured as to cooperate with a seat integral with the casing to close said at least one inlet and said at least one outlet of the fluid, and a device for controlling the position of the shutter relative to the seat. Control device comprises at least an inductor and at least one armature magnetically coupled and configured that, the inductor drives the armature in

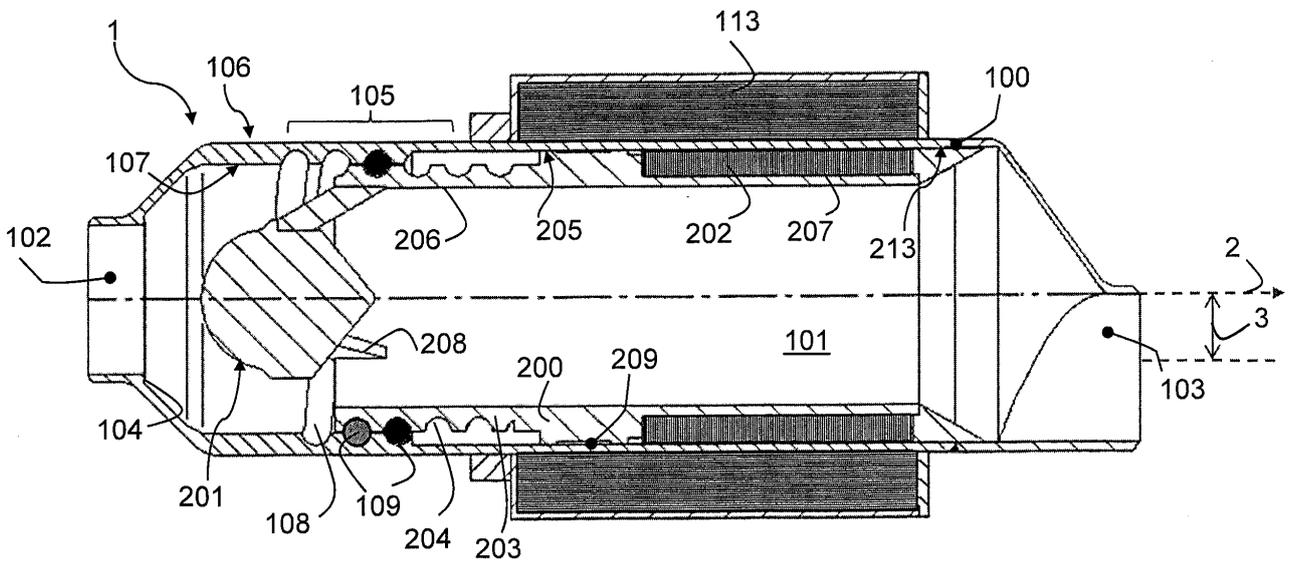
rotation so as to selectively cause the shutter to move closer to or to move away from the seat. Inductor is stationary relative to the casing, and armature is positioned inside the enclosure and is stationary relative to a screw carrying the shutter. Screw configured to cooperate with a nut integral with the casing, so as to transform a rotation of the armature into a translation of the shutter.

EFFECT: technical result is higher reliability and tightness for sodium valves.

22 cl, 3 dwg

**RU 2 649 881 C 2**

**RU 2 649 881 C 2**



ФИГ.1

RU 2649881 C2

RU 2649881 C2

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

В целом, изобретение относится к области вентиляей. В частности, его предпочтительно применяют к вентилям для циркуляции жидкого металла, такого как жидкий натрий, нагретый до высокой температуры, которая может, например, достигать 450°C.

5 Предпочтительной областью применения изобретения является ядерная энергетика и, в частности, эксплуатация реакторов на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением.

## ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

10 В охлаждаемых реакторах 4-го поколения, таких как реактор ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration), в качестве теплоносителя используют жидкий металл, в частности, натрий. Кроме того, что он имеет очень высокую температуру, как правило, сверх 400°C, этот теплоноситель обычно является химически очень активным.

15 Поэтому представляется важным обеспечивать максимально надежную герметичность на всем пути прохождения текучей среды, в частности на уровне вентиляей.

Чтобы контролировать циркуляцию натрия, были разработаны несколько типов вентиляей. Эти натриевые вентили содержат затвор, выполненный с возможностью взаимодействия с седлом, чтобы препятствовать протеканию жидкого натрия. Устройство управления содержит моторизованный или ручной маховик, который 20 соединен через подвижный шток с затвором и вращение которого позволяет селективно отдалять или приближать затвор к седлу.

Для обеспечения герметичности натриевый вентиль первого типа содержит отвержденную натриевую прокладку. В натриевом вентиле этого типа участок вентиля, входящий в контакт с подвижным стержнем, выполнен с возможностью своего 25 заполнения жидким натрием и понижения его температуры. В этом участке натрий затвердевает и обеспечивает герметичность по отношению к наружному пространству. Предусмотрены также другие уплотнительные элементы, такие как уплотнительные прокладки.

30 Недостатком этого типа вентиля является, в частности, необходимость в наличии сложной системы крепления приводного устройства и системы уплотнения. Действительно, приводное устройство и система уплотнения имеют большую массу. Кроме того, эта большая масса в определенной степени вынесена относительно трубопровода, что повышает риски разрыва, в частности, в случае землетрясения. Для 35 снижения рисков разрыва в настоящее время используют сложные и дорогие системы крепления.

Второй тип натриевого вентиля предусматривает герметичность, основанную на применении сальфона. В натриевом вентиле этого типа шток оснащен сальфоном, образующим барьер для жидкого натрия.

40 Этот вентиль позволяет в некоторой степени уменьшить разнос между трубопроводом и приводным и уплотнительным устройством, хотя этот разнос полностью не устранен. Однако вентиль этого типа требует использования множества механических деталей, подверженных износу и характеризующихся по этой причине ограниченной надежностью.

45 Поэтому существует потребность в вентиле, позволяющем уменьшить и даже устранить по меньшей мере один из недостатков известных вентиляей для жидкого натрия.

Задачей настоящего изобретения является удовлетворение этой потребности. В частности, задачей настоящего изобретения является уменьшение сложности систем

крепления устройства управления и уплотнения существующих натриевых вентилях и/или повышение надежности их герметичности.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для решения задачи предложен клапан, содержащий:

- 5 - картер, образующий камеру, внутри которой должна проходить текучая среда и которая имеет по меньшей мере один вход и по меньшей мере один выход текучей среды,
- затвор, выполненный с возможностью взаимодействия с седлом, выполненным заодно с картером, для закрывания, по меньшей мере, одного входа и по меньшей мере
- 10 одного выхода текучей среды,
- устройство управления положением затвора относительно седла.

Предпочтительно устройство управления содержит по меньшей мере один индуктор и по меньшей мере один якорь, связанные друг с другом через магнитное поле и выполненные таким образом, чтобы индуктор приводил в движение, предпочтительно

15 во вращение якорь, заставляя затвор селективно приближаться или удаляться относительно седла.

Предпочтительно якорь находится внутри камеры и неподвижно соединен с винтом, на котором установлен затвор, при этом винт выполнен с возможностью взаимодействия с гайкой, неподвижно соединенной с картером таким образом, чтобы преобразовывать

20 вращение якоря в поступательное движение затвора.

Предпочтительно винт является полым, и клапан выполнен таким образом, чтобы текучая среда по меньшей мере частично протекала внутри винта.

Таким образом, затвор перемещается благодаря якорю, который находится внутри камеры. Поэтому приводное усилие передается без механической связи между внешним

25 приводом и затвором. Это позволяет значительно улучшить условия герметичности по сравнению с существующими вентилями для жидкого натрия, герметичность которых обеспечивается отверждаемой натриевой прокладкой или сильфоном. Кроме того, эта конструкция клапана содержит намного меньшее число деталей. Всего один орган поступательно перемещается относительно картера. Этот орган содержит, в частности,

30 якорь, винт, неподвижно соединенный с якорем, и затвор, установленный на винте.

Таким образом, существенно повышается надежность герметичности клапана по сравнению с известными натриевыми вентилями.

Кроме того, клапан в соответствии с изобретением имеет и другие преимущества.

В частности, устройство управления положением затвора расположено в

35 непосредственной близости от камеры, если говорить об индукторе, и даже внутри камеры, что касается якоря. Таким образом, изобретение позволяет уменьшить вынос устройства управления. Как было указано выше, существующие клапаны для натрия, герметичность которых обеспечивается отверждаемой натриевой прокладкой или сильфоном, требуют наличия штока для передачи усилия между затвором и ручным

40 или моторизованным маховиком. Кроме того, несмотря на сложные системы крепления, вынос массы неизбежно повышает риски разрыва в случае землетрясения. Следовательно, изобретение дает значительное преимущество в областях применения, для которых безопасность является фундаментальным фактором, таких как ядерная энергетика.

45 Кроме того, за счет гайки, выполненной на картере, и полого винта, внутри которого циркулирует текучая среда, клапан в соответствии с изобретением позволяет значительно снизить потери напора.

Кроме того, он обеспечивает более высокий расход при ограниченных габаритах

по сравнению с существующими вентилями для жидкого металла. Как правило, в применении для жидкого натрия вентиль в соответствии с изобретением обеспечивает скорость текучей среды, которая может превышать 10 метров в секунду. Таким образом, он идеально подходит для реакторов на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением.

5 Кроме того, с учетом якоря, неподвижно соединенного с винтом, изобретение позволяет избегать рисков заклинивания между якорем и винтом по сравнению с решением, в котором якорь и винт не соединены неподвижно.

Кроме того, изобретение отличается значительно меньшей стоимостью по сравнению с существующими натриевыми вентилями.

10 Факультативно изобретение может также содержать по меньшей мере один из следующих отличительных признаков, которые можно рассматривать отдельно или в комбинации:

Предпочтительно индуктор является неподвижным по отношению к картеру.

15 Предпочтительно индуктор неподвижно соединен с картером. Этот вариант выполнения является предпочтительным, если индуктор содержит по меньшей мере одну катушку. В альтернативном варианте индуктор приводится во вращение, если он содержит только постоянные магниты.

Предпочтительно вентиль выполнен таким образом, чтобы винт был погружен в текучую среду.

20 Предпочтительно вентиль выполнен таким образом, чтобы основной поток текучей среды проходил внутри винта. Предпочтительно он выполнен таким образом, чтобы вся текучая среда протекала внутри винта.

Предпочтительно картер имеет стенку, образующую камеру. Предпочтительно индуктор и якорь расположены с двух сторон от стенки, образующей камеру.

25 Предпочтительно гайка выполнена на внутренней стороне стенки.

Предпочтительно картер содержит цилиндрическую стенку.

Предпочтительно резьба гайки выполнена на цилиндрической стенке.

Предпочтительно индуктор находится снаружи камеры. Это позволяет исключить любую проблему герметичности для жидкости по отношению к индуктору.

30 Предпочтительно индуктор находится на наружной стороне стенки картера.

Предпочтительно вентиль выполнен таким образом, чтобы вся текучая среда протекала внутри винта. Предпочтительно винт имеет внутреннюю стенку, которая по меньшей мере частично образует проточный отсек таким образом, чтобы вся текучая среда протекала внутри винта. Предпочтительно винт имеет внутреннюю стенку, 35 которая по меньшей мере на продольном участке камеры полностью ограничивает проточный отсек.

Предпочтительно камера является герметичной. Текучая среда не может выходить из камеры, кроме как через вход и выход. Она не входит в контакт с атмосферой.

40 Предпочтительно винт имеет наружную сторону, которая расположена напротив внутренней стороны стенки картера и которая содержит резьбу, выполненную с возможностью взаимодействия с гайкой.

Предпочтительно стенка картера имеет внутреннюю сторону по меньшей мере один участок которой является цилиндрическим, и винт имеет внутреннюю стенку по меньшей мере один участок которой является цилиндрическим, при этом отношение диаметра 45 внутренней стенки винта к диаметру внутренней стороны стенки картера на уровне взаимодействия между винтом и гайкой и, в частности, на уровне резьбы винта превышает 0,6, предпочтительно превышает 0,7 и еще предпочтительнее - превышает 0,85. Как правило, оно находится в пределах от 0,7 до 0,9. Это обеспечивает повышенный

расход при ограниченном габаритном размере.

Предпочтительно взаимодействие между винтом и гайкой образует соединение типа шарикового винта. Это позволяет ограничить заклинивание и износ деталей, что повышает прочность и надежность вентиля.

5 Согласно предпочтительному варианту выполнения, шариковый винт выполнен не реверсивным таким образом, чтобы толкающее усилие, действующее на затвор по меньшей мере в направлении удаления затвора от седла, не позволяло привести винт во вращение в этом направлении. Таким образом, даже если давление текучей среды является большим и даже если со стороны индуктора на якорь не действует никакой крутящий момент, винт не может быть приведен во вращение и не может, таким образом, 10 удалить затвор из его седла. Это может сделать только прикладываемое к винту вращение. Этот отличительный признак позволяет еще больше повысить безопасность и надежность вентиля, так как даже в случае неисправности устройства управления вентиль сохранит свое закрытое положение. Это улучшение защиты представляет 15 особый интерес, когда вентиль используют в контуре ядерного реактора.

Предпочтительно картер является монолитной деталью. Он не состоит из деталей, неподвижно соединенных между собой винтами и фланцами. Это позволяет значительно повысить прочность и надежность вентиля и является существенным преимуществом, поскольку утечки текучей среды могут привести к серьезным последствиям, особенно 20 в случае жидкого натрия.

Предпочтительно картер выполнен из металла.

Предпочтительно он состоит только из сваренных между собой деталей.

Предпочтительно винт выполнен из металла.

Предпочтительно затвор шарнирно соединен с винтом с возможностью свободного 25 вращения по меньшей мере вокруг оси поступательного движения винта. Это позволяет уменьшить и даже устранить трение между затвором и седлом во время закрывания вентиля. За счет этого существенно уменьшается износ затвора и седла.

Предпочтительно механическая связь, с одной стороны, между картером и, с другой стороны, винтом обеспечивается только за счет взаимодействия между винтом и гайкой. 30 Таким образом, между подвижным органом и картером не существует подшипника, если не считать возможных шариков системы шарикового винта, обеспечивающей взаимодействие между винтом и гайкой. Таким образом, изобретение исключает проблему герметичности, которая возникала бы между подшипниками и текучей средой.

Предпочтительно вентиль содержит кожух, неподвижно соединенный с винтом и 35 взаимодействующий с винтом, образуя герметичное гнездо для размещения якоря. Таким образом, якорь находится в герметичном гнезде. Поскольку кожух и винт неподвижно соединены друг с другом, герметичность между этими двумя деталями является статичной герметичностью, что еще больше упрощает вентиль и повышает его надежность. В этом предпочтительном варианте выполнения вентиль не требует 40 установки никакой уплотнительной прокладки внутри камеры. Единственным необходимым уплотнением является уплотнение между вентилем и трубопроводами, предназначенными для подсоединения к входу и выходу вентиля. Таким образом, герметичность вентиля обеспечивается только камерой.

Согласно альтернативному варианту выполнения, якорь расположен напротив 45 внутренней стенки картера, и с двух сторон от якоря в направлении поступательного движения винта установлены прокладки, входящие в контакт с внутренней стенкой картера и с винтом или с якорем и выполненные с возможностью предупреждения протекания текучей среды до якоря.

В другом варианте выполнения на якорь нанесен защитный слой. Он расположен между якорем и внутренней стенкой картера.

Предпочтительно картер в основном расположен в продольном направлении, соответствующем направлению поступательного движения винта, и по меньшей мере вход или выход выполнены таким образом, что образуют нижнюю точку камеры по меньшей мере при одном положении вентиля, в котором его продольное направление проходит горизонтально. Таким образом, даже в горизонтальном положении вентиль не имеет точки задержания текучей среды. Это представляет интерес при опорожнении вентиля, а также позволяет избегать превращений, которые могут отрицательно сказаться на нормальной работе устройства, то есть изобретение позволяет избежать превращения задерживаемого жидкого натрия в соду после затвердевания.

Предпочтительно картер расположен в основном в продольном направлении, соответствующем направлению поступательного движения винта, и по меньшей мере вход или выход смещен относительно направления поступательного движения винта.

Приведение в движение винта происходит только за счет магнитной силы устройства управления.

Устройство управления представляет собой электрический двигатель, ротор которого неподвижно соединен с винтом.

Согласно варианту выполнения, устройство управления содержит постоянные магниты. Это позволяет уменьшить габаритный размер вентиля. Одновременно или альтернативно устройство управления содержит катушки. Это позволяет уменьшить стоимость вентиля.

Другим объектом настоящего изобретения является система контроля циркуляции жидкого металла, содержащая металлический трубопровод и вентиль в соответствии с изобретением, при этом картер и винт выполнены из металла, и вентиль скреплен с трубопроводом при помощи сварки.

Еще одним объектом изобретения является использование вентиля в соответствии с изобретением для контроля текучей среды, имеющей температуру, превышающую или равную  $350^{\circ}\text{C}$  и предпочтительно превышающую или равную  $400^{\circ}$ . Предпочтительно текучая среда является металлом в жидком состоянии. Предпочтительно жидкий металл является жидким натрием.

Другие задачи, отличительные признаки и преимущества настоящего изобретения будут более очевидны из нижеследующего описания и из прилагаемых чертежей.

Изобретение может иметь и другие преимущества.

### 35 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФИГУР

Задачи, объекты, а также отличительные признаки и преимущества изобретения будут более очевидны из нижеследующего подробного описания варианта его осуществления, приводимого со ссылками на прилагаемые чертежи.

Фиг. 1 изображает вид в продольном разрезе вентиля согласно неограничительному примеру изобретения, при этом вентиль находится в открытом положении.

Фиг. 2 - вид в продольном разрезе вентиля, показанного на фиг. 1, при этом вентиль находится в закрытом положении.

Фиг. 3 - вид в радиальном разрезе вентиля согласно другому неограничительному примеру изобретения, при этом разрез представлен на уровне индуктора и якоря.

Чертежи представлены в качестве примеров и не ограничивают изобретение. Они представляют собой принципиальные схематические изображения, предназначенные для облегчения понимания изобретения, и не выполнены в масштабе практических приложений. В частности, размеры и относительные толщины различных деталей,

стенок и органов не отображают реальную действительность.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Далее со ссылками на фиг. 1 и 2 следует описание неограничительного примера заявленного вентиля 1.

5 Вентиль 1 содержит картер 100, образующий наружный кожух и ограничивающий камеру 101, внутри которой должна протекать текучая среда. В этом не ограничительном примере картер 100 содержит вход 102 и выход 103. Если не считать присутствия входа 102 и выхода 103, камера 101 является герметичной. На уровне входа 102 и выхода 103 картер 100 образует свариваемые концы, предназначенные для взаимодействия с  
10 элементом трубопровода для гидравлического соединения вентиля 1 с гидравлическим контуром или с фланцами. В рамках применения для ядерных реакторов с натриевым охлаждением предпочтительно концы сваривают с трубопроводами натриевого контура.

Вентиль 1 содержит также подвижный орган 200 внутри картера 100.

Предпочтительно этот подвижный орган 200 полностью находится внутри камеры 101.  
15 Он выполнен подвижным с возможностью поступательного движения внутри картера 100. Предпочтительно камера 101 в основном расположена в продольном направлении 2, соответствующем оси 2 поступательного движения подвижного органа 200.

Подвижный орган 200 содержит затвор 201, предназначенный для взаимодействия с соответствующей зоной, образующей седло 104 и неподвижно соединенной с картером  
20 100. Предпочтительно седло 104 образовано стенкой картера 100, которая ограничивает камеру 101. Когда затвор 201 прилегает к седлу 104, он перекрывает проход для текучей среды, а когда он отходит от седла 104, он обеспечивает протекание текучей среды. Таким образом, положение затвора 201 относительно седла 104 позволяет контролировать поток текучей среды.

25 В представленном неограничительном примере седло 104 расположено вблизи входа 102. Перемещение подвижного органа 200 в направлении стрелки, показанной на фиг. 1 и 2 (то есть перемещение в направлении от входа 102 к выходу 103), приводит к удалению затвора 201 от седла 104 для получения конфигурации открывания, показанной на фиг. 1. И, наоборот, перемещение затвора 201 в направлении, противоположном  
30 стрелке (то есть перемещение в направлении от выхода 103 к входу 102), приближает затвор 201 к седлу 104 с получением конфигурации закрывания, показанной на фиг. 2.

Подвижный орган 200 содержит или представляет собой винт 203. Этот винт 203 выполнен с возможностью взаимодействия с соответствующей поверхностью картера 100. Предпочтительно винт 203 имеет наружную сторону 205 с резьбой 204, выполненной  
35 с возможностью взаимодействия с соответствующей резьбой 108 на внутренней стороне 107 стенки картера 100. Согласно частному варианту выполнения, резьбы 108 и 204 входят в непосредственный контакт с текучей средой.

Таким образом, подвижный орган 200 образует вместе с картером 100 соединение винт/гайка. Ось поступательного движения и вращения этого соединения является осью  
40 2, показанной на фиг. 2 и 3. Предпочтительно это соединение винт/гайка является соединением типа шарикового винта 109, что позволяет снизить риск заклинивания. Вращение винта 203 в первом направлении удаляет затвор 201 от седла 104, а вращение винта 203 во втором направлении приближает затвор 201 к седлу 104.

Предпочтительно винтом 203 управляет магнитное устройство управления. Индуктор  
45 113 за счет магнитного поля приводит в действие якорь 202, неподвижно соединенный с подвижным органом 200. Согласно первому предпочтительному варианту выполнения, представленному на фигурах, якорь 202 и подвижный орган 200 представляют собой отдельные детали, скрепленные друг с другом. Согласно альтернативному варианту

выполнения, якорь 202 образован винтом 203. В этом варианте выполнения материал или материалы этого винта выбирают таким образом, чтобы винт 203 выполнял роль якоря. Таким образом, винт и якорь образуют монолитную деталь.

Во время работы якорь 202 находится и перемещается внутри камеры 101.

5 Предпочтительно индуктор 113 расположен снаружи картера 100, что позволяет устранить проблему герметичности.

В частности, индуктор 113 и якорь 202 расположены с двух сторон от стенки, образующей камеру 101, внутри которой протекает текучая среда. Таким образом, согласно варианту выполнения, устройство управления представляет собой  
10 электрический двигатель.

Как правило, по меньшей мере на уровне индуктора 113 наружная сторона 106 стенки является цилиндрической, и индуктор 113 окружает эту стенку. Предпочтительно внутренняя сторона 107 стенки тоже является цилиндрической и охватывает якорь 202 с небольшим рабочим зазором, что позволяет якорю 202 вращаться внутри стенки,  
15 образующей камеру 101. Таким образом, устройство управления, обеспечивающее перемещение затвора 201, является исключительно компактным. Оно не требует наличия сложной системы крепления. Кроме того, оно значительно уменьшает вынос массы и даже не имеет совсем массы, удаленной по отношению к трубопроводу. Следовательно, изобретение позволяет значительно упростить вентиль 1 и повысить его надежность,  
20 а также безопасность в случае сильного удара или землетрясения.

В непоказанном предпочтительном варианте выполнения якорь 202 установлен на подвижном органе 200 и закрыт кожухом, который отделяет якорь 202 от текучей среды. Предпочтительно подвижный орган 202 содержит гнездо 207, выполненное с  
25 возможностью размещения якоря 202, и кожух позволяет ограничить замкнутый и герметичный объем внутри гнезда 207. Эта герметичность является статичной, так как во время работы кожух неподвижно соединен с подвижным органом 200. Таким образом, герметичность якоря 202 можно обеспечить просто и эффективно.

В другом варианте выполнения якорь 202 покрыт защитным слоем. Этот защитный слой изолирует его от текучей среды. Предпочтительно этот защитный слой представляет  
30 собой пленку из стали, обычно называемую на английском языке "liner".

В другом варианте выполнения, показанном на фиг. 1 и 2, якорь 202 расположен непосредственно напротив внутренней стороны 107 стенки картера 100. Чтобы защитить этот якорь, его можно покрыть защитным слоем, как и в предыдущем варианте. В альтернативном варианте между подвижным органом 200 и внутренней стенкой 107  
35 картера 100 можно расположить прокладки, распределив их с двух сторон от якоря 202 вдоль оси поступательного движения винта 203. Предпочтительно прокладки установлены в полостях 209.

Предпочтительно подвижный орган 200 содержит внутренний канал для протекания текучей среды. Таким образом, винт 203 является полым. Предпочтительно через этот  
40 канал протекает вся текучая среда. Согласно предпочтительному варианту выполнения, подвижный орган 200 имеет по существу цилиндрическую форму по меньшей мере на одном продольном участке. Этот участок содержит наружную резьбу 204 винта 203 и якорь 202. Этот участок является полым и имеет внутреннюю сторону 206, которая ограничивает на продольном участке вентиля 1 проточный отсек.

45 Следует отметить, что, даже если часть текучей среды сможет пройти между внутренней стороной 107 стенки картера 100 и наружной стороной 213 подвижного органа 200, это не приведет к утечке текучей среды из картера 100.

Согласно предпочтительному варианту выполнения, подвижный орган 200 образует

единую деталь вместе с винтом 203.

Согласно предпочтительному варианту выполнения, внутренняя стенка винта 203 на уровне его резьбы 204 для взаимодействия с гайкой 105 ограничивает проходное сечение для текучей среды. Предпочтительно вся текучая среда проходит через это сечение. Предпочтительно отношение диаметра внутренней стенки винта 203 к диаметру внутренней стороны 107 стенки картера 100 на уровне взаимодействия между винтом 203 и гайкой 105, в частности на уровне резьбы 204 винта 203 превышает 0,6, предпочтительно превышает 0,7 и еще предпочтительнее превышает 0,85. Как правило, оно находится в пределах от 0,7 до 0,9. Это обеспечивает увеличенный расход при ограниченном габарите. Предпочтительно это позволяет ограничить потери напора.

Как правило, в рамках натриевого контура для ядерного реактора на уровне резьбы 108, выполненной на гайке 105, диаметр внутренней стороны 107 стенки картера 100 может превышать несколько десятков сантиметров, и диаметр внутренней стенки тоже может превышать несколько десятков сантиметров. Скорость натрия может достигать максимума в 10 м/с.

Предпочтительно направление вращения подвижного органа 200 в картере 100 обеспечивается только парой винт 203 - гайка 105. Таким образом, вентиль 1 не требует наличия шарикоподшипника внутри картера 100. Это представляет интерес в применении для ядерной промышленности, так как присутствие натрия вместе с шарикоподшипниками могло бы значительно усложнить вентиль 1.

Предпочтительно направление вращения подвижного органа 200 в картере 100 обеспечивается только за счет взаимодействия между гайкой 105 и винтом 203. В случае необходимости, для улучшения направления вращения можно предусмотреть соответственно подогнанные опорные поверхности.

Размеры соединения при помощи шарикового винта предусматривают таким образом, чтобы оно было не реверсивным. Таким образом, изобретение обеспечивает пассивное удержание затвора 201 прижатым к седлу 104, что значительно повышает надежность вентиля 1 даже в случае неисправности устройства управления. Например, при промежуточном диаметре внутренней резьбы 204 и наружной резьбы 108, равном 98 мм, и при шаге винта 15 мм, угол спирали выбирают равным 2,8.

Предпочтительно выход 103 и/или вход 102 препятствуют любому задержанию текучей среды в камере 101. Например, как показано на фиг. 1 и 2, выход 103 смещен относительно оси поступательного движения. Смещение показано на фигурах позицией 3. Предпочтительно выход 103 образует нижнюю точку для вентиля 1, когда его продольное направление 2 расположено горизонтально. Это представляет интерес в случае опорожнения вентиля 1. Это преимущество проявляется еще больше, если текучей средой является натрий и затвердевание в задерживающих полостях могло бы привести к образованию соды.

Как показано на фиг. 2, внутренняя сторона 107 стенки картера 100 содержит цилиндрический центральный участок 100 предпочтительно постоянного диаметра, а также два концевых участка 111, 112. Первый концевой участок 111 имеет форму усеченного конуса и соединяет центральный участок 110 с фланцем, центрованным по оси вращения винта 203. Другой концевой участок 112 частично имеет форму усеченного конуса и соединяет центральный участок 110 с фланцем, который смещен относительно оси вращения винта 203.

Согласно другому варианту выполнения, комбинированному с предыдущим или альтернативному, вход 203 смещен и образует нижнюю точку, чтобы избежать образования полостей задержания.

Согласно еще одному варианту выполнения, вход 102 и выход 103 выполнены коаксиально между собой и расположены коаксиально с осью поступательного движения.

Предпочтительно винт 203 представляет собой монолитную деталь, которая содержит по меньшей мере одну внутреннюю резьбу 204 и зону размещения якоря 202. Согласно предпочтительному варианту выполнения, винт 203 неподвижно соединен с кронштейном 208 затвора 201, который закреплен, например, сваркой на винте 203 или который образует с этим винтом монолитную деталь.

Кронштейн 208 затвора 201 содержит нервюры, соединяющие винт 203 с затвором 201, и отверстия для прохождения текучей среды. Седло 104 и затвор 201 центрованы по оси вращения винта 203. Предпочтительно затвор 201 имеет сферический участок, выполненный с возможностью опоры на седло 104, которое имеет кольцевой или усеченный конусный участок, чтобы закрывание вентиля 1 происходило за счет кольцевого контакта.

Согласно предпочтительному варианту выполнения, затвор 201 установлен с возможностью свободного вращения по отношению к винту 203 по меньшей мере вокруг оси вращения винта 203. Это позволяет устранить трение между затвором 201 и седлом 104 за счет передачи движения вращения между затвором 201 и винтом 203, что позволяет ограничить износ седла 104 и затвора 201. Предпочтительно кронштейн 208 затвора 201 неподвижно соединен с винтом 203, и затвор 201 установлен на нем при помощи простой поворотной связи вокруг оси вращения винта 203.

Предпочтительно подвижный орган 200, состоящий из винта 203 и кронштейна 208 затвора 201, полностью выполнен из металла. Он может быть монолитным или может быть образован соединенными сваркой деталями. Предпочтительно затвор 201 тоже выполнен из металла.

В частном варианте выполнения затвор 201 является неподвижным относительно винта 203 и образует с ним и с кронштейном 208 затвора 201 монолитную деталь.

Предпочтительно стенка картера 100, образующая камеру 101, представляет собой одну деталь. Предпочтительно она выполнена из металла. Предпочтительно ее получают путем соединения сваркой нескольких деталей. Предпочтительно узел картера 100, возможно, за исключением индуктора 113 и устройства его электрического питания в случае, когда индуктор 113 не является постоянным магнитом, полностью выполнен из металла.

Таким образом, вентиль 1 можно выполнить полностью из металла. Поэтому он адаптирован к агрессивным химическим жидкостям и/или жидкостям, нагретым до очень высокой температуры, например, таким как натриевый теплоноситель, используемый в ядерных реакторах 4-го поколения. Согласно предпочтительному варианту выполнения, заявленный вентиль 1 не содержит уплотнительных прокладок 300. Предпочтительно картер 100 и соответственно винт 203 выполнены полностью сварными, что еще больше повышает прочность и надежность узла.

Согласно предпочтительному варианту выполнения, приведение во вращение винта 203 устройством управления происходит при помощи постоянных магнитов. Это позволяет уменьшить габаритный размер вентиля 1.

Согласно альтернативному варианту выполнения, устройство управления содержит двигатель, оснащенный катушками. Преимуществом этого альтернативного варианта является меньшая стоимость по сравнению с постоянными магнитами.

На фиг. 3 представлен другой вариант выполнения, содержащий магниты и катушки. В этом варианте выполнения винт 203 окружает текучую среду. Якорь 202, образующий

ротор 210, вращает винт 203. Он содержит магниты 211 и магнитное ярмо 212. Стенка картера 100 образует трубопровод 115, окружающий ротор 210 и отстоящий от него на величину зазора J1. Индуктор 113 образует статор 114 и окружает трубопровод 115. Статор содержит катушки 116 и магнитное ярмо 117. Предпочтительно статор 114 и трубопровод 115 разделены зазором, обозначенным J2.

Предпочтительно можно предусмотреть устройство ручного привода индуктора 113 и/или приводимый вручную дополнительный индуктор для обеспечения ручного перемещения винта 203. Это позволяет контролировать положение затвора 201 даже в случае неисправности индуктора 113.

Вентиль 1 в соответствии с изобретением представляет особый интерес для применения в области ядерных реакторов, в частности, в натриевом контуре реактора на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением.

Из всего вышеизложенного понятно, что вентиль 1 в соответствии с изобретением имеет повышенную прочность и значительно улучшенную герметичность по сравнению с существующими вентилями 1. Кроме того, он позволяет ограничить потери напора и получать повышенный расход при сохранении небольших габаритных размеров. Его конструкция позволяет осуществлять изготовление полностью из металла, что еще больше повышает его прочность и надежность. Кроме того, он облегчает опорожнение и уменьшает риски задержания текучей среды. Он имеет относительно низкую стоимость.

Хотя вентиль в соответствии с изобретением представляет интерес прежде всего для контроля жидкого натрия, его применение не ограничивается регулированием жидкого металла или регулированием жидкости, нагретой до температур сверх 300°C.

Изобретение не ограничивается описанными выше вариантами выполнения и охватывает все варианты выполнения в объеме формулы изобретения.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ

	1. Вентиль	
	2. Продольное направление	
	3. Смещение	
30	100. Картер	200. Подвижный орган
	101. Герметичная камера	201. Затвор
	102. Вход	202. Якорь
	103. Выход	203. Винт
	104. Седло	204. Внутренняя резьба
	105. Гайка	205. Наружная сторона винта
35	106. Наружная сторона	206. Внутренняя сторона
	107. Внутренняя сторона	207. Гнездо
	108. Наружная резьба	208. Кронштейн затвора
	109. Шарик	209. Полости
	110. Цилиндрический участок	210. Ротор
40	111. Усеченный конусный участок	211. Магнит
	112. Частично усеченная конусная стенка	212. Ярмо
	113. Индуктор	213. Внутренняя сторона подвижного органа
	114. Статор	
	115. Трубопровод	
	116. Катушки	
45	117. Ярмо	

### (57) Формула изобретения

1. Вентиль, содержащий:

- картер, образующий камеру, внутри которой проходит текучая среда и которая

имеет по меньшей мере один вход и по меньшей мере один выход текучей среды,

- затвор, выполненный с возможностью взаимодействия с седлом, выполненным заодно с картером, для закрывания по меньшей мере одного входа и по меньшей мере одного выхода текучей среды,

5 - устройство управления положением затвора относительно седла, отличающийся тем, что

- устройство управления содержит по меньшей мере один индуктор и по меньшей мере один якорь, связанные друг с другом через магнитное поле и выполненные таким образом, чтобы индуктор приводил во вращение якорь, заставляя затвор селективно  
10 приближаться или отдаляться относительно седла,

- якорь находится внутри камеры и является неподвижным относительно винта, на котором установлен затвор, при этом винт выполнен с возможностью взаимодействия с гайкой, неподвижно соединенной с картером таким образом, чтобы преобразовывать вращение якоря в поступательное движение затвора,

15 - винт является полым, а клапан выполнен таким образом, чтобы текучая среда по меньшей мере частично протекала внутри винта.

2. Клапан по п.1, выполненный таким образом, чтобы основной поток текучей среды проходил внутри винта.

3. Клапан по п.1, выполненный таким образом, чтобы вся текучая среда протекала  
20 внутри винта.

4. Клапан по п.1, в котором картер имеет стенку, образующую камеру (101), в которой индуктор и якорь расположены с двух сторон от стенки и в которой гайка выполнена на внутренней стороне стенки.

5. Клапан по п.1, в котором стенка картера имеет внутреннюю сторону по меньшей  
25 мере один участок которой является цилиндрическим, а винт имеет внутреннюю стенку по меньшей мере один участок которой является цилиндрическим, и в котором отношение диаметра внутренней стенки винта к диаметру внутренней стороны стенки картера на уровне взаимодействия между винтом и гайкой превышает 0,6 и предпочтительно превышает 0,85.

30 6. Клапан по п.1, в котором взаимодействие между винтом и гайкой образует соединение типа шарикового винта.

7. Клапан по п.1, в котором шариковый винт выполнен не реверсивным таким образом, чтобы толкающее усилие, действующее на затвор по меньшей мере в направлении удаления затвора от седла, не позволяло приводить винт во вращение.

35 8. Клапан по п.1, в котором картер является монолитной деталью.

9. Клапан по п.1, в котором картер состоит только из сваренных между собой деталей.

10. Клапан по п.1, в котором картер и винт выполнены из металла.

40 11. Клапан по любому из пп.1-10, в котором затвор шарнирно соединен с винтом с возможностью свободного вращения по меньшей мере вокруг оси поступательного движения винта.

12. Клапан по п.1, в котором механическая связь, с одной стороны, между картером и, с другой стороны, винтом обеспечивается только за счет взаимодействия между винтом и гайкой.

45 13. Клапан по п.1, содержащий кожух, неподвижно соединенный с винтом и взаимодействующий с винтом, образуя герметичное гнездо для размещения якоря.

14. Клапан по п.1, в котором якорь и винт образуют монолитную деталь.

15. Клапан по п.1, в котором камера в основном расположена в продольном

направлении, соответствующем направлению поступательного движения винта, и по меньшей мере вход или выход выполнены таким образом, что образуют нижнюю точку камеры по меньшей мере при одном положении вентиля, в котором его продольное направление проходит горизонтально.

5 16. Вентиль по п.1, в котором картер расположен в основном в продольном направлении, соответствующем направлению поступательного движения винта, и по меньшей мере вход или выход смещен относительно направления поступательного движения винта.

17. Вентиль по п.1, в котором устройство управления содержит постоянные магниты.

10 18. Вентиль по п.1, в котором устройство управления содержит катушки.

19. Вентиль по п.18, в котором индуктор является неподвижным по отношению к картеру.

15 20. Система контроля циркуляции жидкого металла, содержащая металлический трубопровод и вентиль по п.1, в котором картер и винт выполнены из металла, при этом вентиль скреплен с трубопроводом при помощи сварки.

21. Использование вентиля по п.1 для регулирования циркуляции текучей среды, имеющей температуру, превышающую или равную 350°C.

20 22. Использование вентиля (1) по п.21 для контроля циркуляции жидкого натрия, предназначенного для обеспечения теплопередачи в контуре ядерного реактора с натриевым охлаждением.

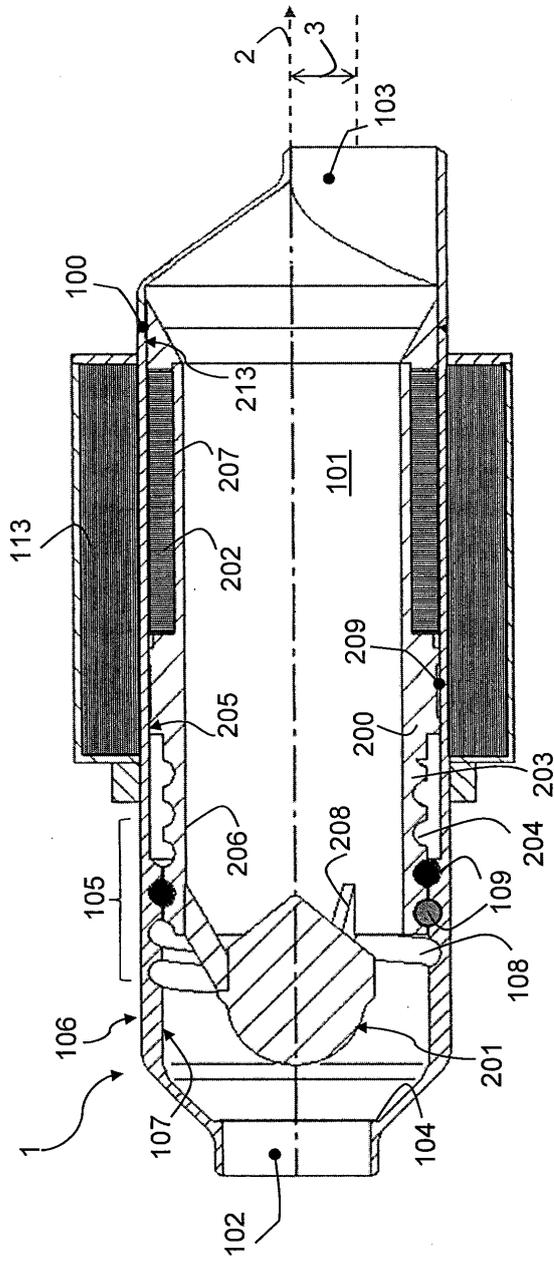
25

30

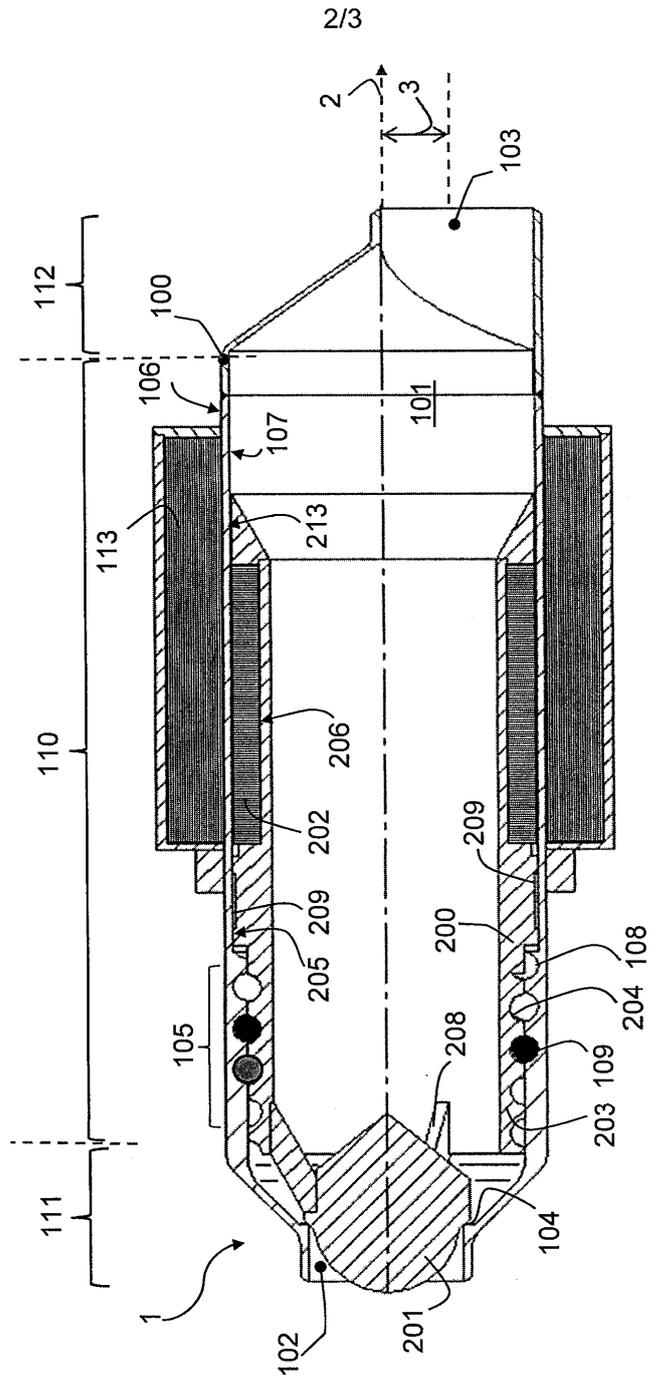
35

40

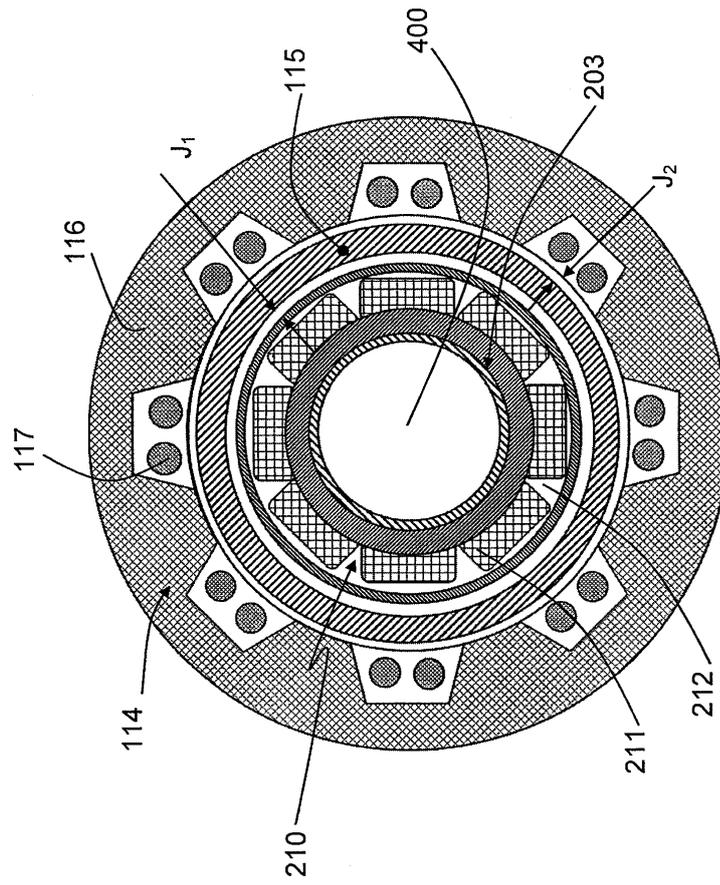
45



ФИГ.1



ФИГ.2



ФИГ.3