



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013149860/06, 26.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.03.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
08.04.2011 DE 10 2011 007 071.0

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2015 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: DE 102009012038 A1, 16.09.2010. EP
0781948 A1, 02.07.1997. DE 4225642 C1,
29.07.1998. RU 2004867 C1, 15.12.1993. US
6109617 A1, 29.08.2000.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 08.11.2013(86) Заявка РСТ:
EP 2012/055273 (26.03.2012)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/136496 (11.10.2012)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

МАТЕМАН Гезинус (NL)

(73) Патентообладатель(и):

СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛШАФТ (DE)

(54) ВСТАВКА УПЛОТНЕНИЯ ВАЛА

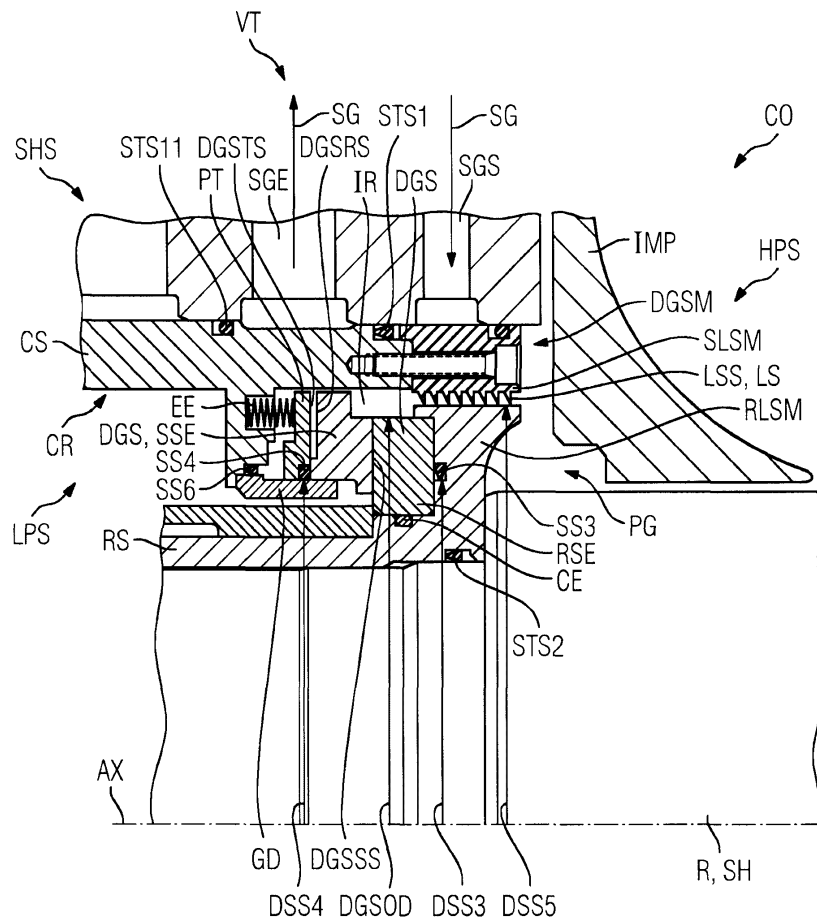
(57) Реферат:

Изобретение касается вставки (DGSM) уплотнения для уплотнения (SHS) вала турбомшины (CO), которое распространяется в осевом направлении по оси (AX) вращения, включающей в себя роторную часть (RS), которая выполнена таким образом, что она может устанавливаться на валу (SH) распространяющегося по оси (AX) вращения ротора (R), статорную часть (CS), которая выполнена таким образом, что она может вставляться в выемку (CR) статора, включающей в себя по меньшей мере одно сухое газовое уплотнение (DGS), которое имеет установленный

на роторной части (RS) вращающийся уплотнительный элемент (RSE) и установленный на статорной части (CS) неподвижный уплотнительный элемент (SSE) для уплотнения промежуточного пространства (IR). Неподвижный уплотнительный элемент (SSE) и вращающийся уплотнительный элемент (RSE) расположены на распространяющейся радиально и в окружном направлении уплотнительной поверхности напротив друг друга, при этом вставка (DGSM) уплотнения вала на одном осевом конце имеет сторону (HPS) высокого давления, а на другом осевом конце - сторону

(LPS) низкого давления. Предлагается, чтобы на стороне (HPS) высокого давления было предусмотрено лабиринтное уплотнение (LS) для уплотнения промежуточного пространства (IR), расположенное последовательно с сухим газовым уплотнением (DGS), включающее в себя неподвижную часть (SLSM) лабиринтного уплотнения и вращающуюся часть (RLSM) лабиринтного уплотнения. Неподвижная часть

(SLSM) лабиринтного уплотнения является частью статорной части (CS) или жестко установлена на ней, и при этом вращающаяся часть (RLSM) лабиринтного уплотнения является частью роторной части (RS) или неподвижно установлена на ней. Изобретение упрощает конструкцию уплотнения турбомашины. 7 з.п. ф-лы, 2 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013149860/06, 26.03.2012**

(24) Effective date for property rights:
26.03.2012

Priority:

(30) Convention priority:
08.04.2011 DE 10 2011 007 071.0

(43) Application published: **20.05.2015** Bull. № 14

(45) Date of publication: **10.07.2016** Bull. № 19

(85) Commencement of national phase: **08.11.2013**

(86) PCT application:
EP 2012/055273 (26.03.2012)

(87) PCT publication:
WO 2012/136496 (11.10.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "JURidicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

MATEMAN Gezinus (NL)

(73) Proprietor(s):

SIMENS AKTSIENGEZELLSHAFT (DE)

(54) **SHAFT SEALING INSERT**

(57) Abstract:

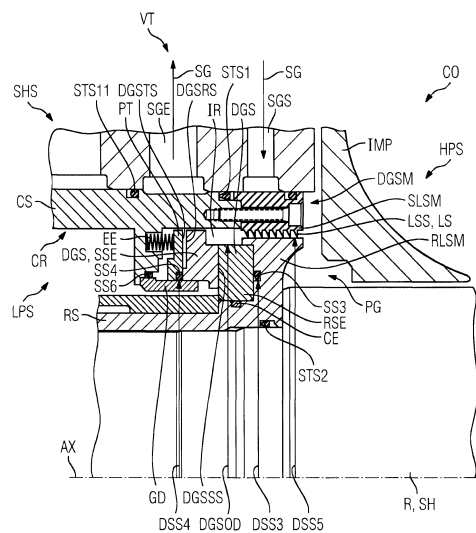
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to a shaft seal insert (DGSM) for a shaft seal (SHS) of a turbomachine (CO), which extends in an axial direction along an axis of rotation (AX), comprising a rotor part (RS) which is configured such that it can be mounted on a shaft (SH) of a rotor (R) which extends along axis of rotation (AX), a stator part (CS) which is configured such that it can be inserted into a stator recess (CR), at least one dry gas seal (DGS) having a rotating sealing element (RSE) mounted on rotor part (RS) and a static sealing element (SSE) mounted on stator part (CS) in order to seal an intermediate space (IR). Static sealing element (SSE) and rotating sealing element (RSE) are arranged facing each other on a sealing surface which extends radially and in circumferential direction, wherein shaft seal insert (DGSM) has a high-pressure side (HPS) at one axial end and a low-pressure side (LPS) at other axial end. It is proposed that labyrinth seal (LS) for sealing intermediate space (IR) is provided on high-pressure

side (HPS) in a serial arrangement with dry gas seal (DGS), including a static labyrinth seal part (SLSM) and a rotating labyrinth seal part (RLSM). Static labyrinth seal part (SLSM) is either part of, or is securely mounted on, stator part (CS), and wherein rotating labyrinth seal part (RLSM) is either part of, or is securely mounted on, rotor part (RS).

EFFECT: invention simplifies design of seal of turbomachine.

8 cl, 2 dwg



ФИГ. 1

Изобретение касается вставки уплотнения вала для уплотнения вала турбомашин, которое распространяется в осевом направлении по оси вращения, включающей в себя:

- роторную часть, которая выполнена таким образом, что она может устанавливаться на валу распространяющегося по оси вращения ротора,

- статорную часть, которая выполнена таким образом, что она может вставляться в выемку статора,

- по меньшей мере одно сухое газовое уплотнение, которое имеет установленный на роторной части вращающийся уплотнительный элемент и установленный на статорной части неподвижный уплотнительный элемент для уплотнения промежуточного

пространства между вращающимся уплотнительным элементом и неподвижным

уплотнительным элементом, при этом неподвижный уплотнительный элемент и

вращающийся уплотнительный элемент расположены на распространяющейся

радиально и в окружном направлении уплотнительной поверхности напротив друг

друга, при этом вставка уплотнения вала на одном осевом конце имеет сторону высокого

давления, а на другом осевом конце - сторону низкого давления.

Сухие газовые уплотнения все более популярны в качестве уплотнений валов в

турбомашинах, например, в турбокомпрессорах. Сухие газовые уплотнения в смысле изобретения представляют собой уплотнения валов, которые имеют по меньшей мере

два распространяющихся вокруг вала в окружном направлении (относительно оси

вращения) уплотнительных элемента, каждый из которых включает в себя по меньшей мере одну направленную к противоположному уплотнительному элементу

уплотнительную поверхность, посредством которой сухое газовое уплотнение уплотняет промежуточное пространство между стационарной частью, например корпусом, и

вращающейся частью, в частности валом. Один из уплотнительных элементов вращается

с вращающейся частью, а другой уплотнительный элемент неподвижен относительно корпуса. По меньшей мере одна из обращенных друг к другу уплотнительных

поверхностей имеет выступы и/или выемки, которые при взаимодействии с

уплотнительным газом обеспечивают создание газовой пленки между двумя

уплотнительными элементами на уплотнительных поверхностях, так что сухое газовое

уплотнение во время предусмотренного вращения бесконтактно работает между

вращающимся уплотнительным элементом и неподвижным уплотнительным элементом.

Сухое газовое уплотнение требует чистого уплотнительного газа, который, по существу, не содержит жидких компонентов, чтобы осуществлять уплотнение без повреждений

или соответственно бесконтактно. Выемки или соответственно выступы могут иметь

разные формы и предпочтительно предусмотрены только на одной уплотнительной

поверхности, предпочтительно на уплотнительной поверхности вращающегося

уплотнительного элемента. Выемки могут быть выполнены U-образными или в виде

елки или Т-образными или в виде спирали, чтобы происходило образование стабильной

уплотнительной пленки уплотнительного газа между двумя уплотнительными

поверхностями. Решающие преимущества обеспечиваются при применении сухих

газовых уплотнений, например, в компрессорах, благодаря тому, что утечка

сравнительно невелика и не требуется смазочное масло, как, например, у уплотнений, которые работают с жидкостями или по сравнению с лабиринтным уплотнением. Как

правило, на сухие газовые уплотнения на стороне высокого давления подается

уплотнительный газ, при этом небольшая утечка этого уплотнительного газа проходит

через сухое газовое уплотнение со стороны высокого давления к стороне с более низким давлением, стороне низкого давления, где, как правило, происходит отвод этой утечки

в так называемый вентиляционный канал. Также для снижения расхода специально

подготовленного уплотнительного газа сухое газовое уплотнение, как правило, охвачено другим уплотнением вала, в частности, на стороне высокого давления находится, как правило, лабиринтное уплотнение, которое со стороны высокого давления уменьшает вытекание уплотнительного газа к отвернутой от сухого газового уплотнения стороне.

5 Главной причиной последовательного дополнительного уплотнения, в частности лабиринтного уплотнения, является эффект уплотнения при отказе сухого газового уплотнения. Также сухие газовые уплотнения, которые имеют снабжение уплотнительным газом в виде центрального подводящего канала уплотнительных поверхностей, как правило, защищены от загрязнения посредством последовательного
10 дополнительного уплотнения, в частности лабиринтного уплотнения. На стороне высокого давления сухого газового уплотнения, как правило, находится технологический газ, который в случае турбокомпрессора находится под рабочим давлением. Уплотнительный газ должен иметь избыточное давление по сравнению с технологическим газом, чтобы изолировать потенциально загрязненный
15 технологический газ от чувствительного сухого газового уплотнения.

Из DE 10 2009 012 038 A1, DE 42 25 642 C1 и EP 0 781 948 A1 соответственно уже известна система, включающая в себя сухое газовое уплотнение и лабиринтное уплотнение, у которой, однако, имеет место повышенная трудоемкость монтажа вследствие модульного отделения лабиринтного уплотнения от сухого газового
20 уплотнения. Изготовление и монтаж этих двух модулей требует повышенной точности, потому что требования к современным коэффициентам полезного действия машин предполагают узкие радиальные зазоры лабиринтного уплотнения и точное расположение сухого газового уплотнения.

Исходя из описанного уровня техники, изобретение поставило перед собой задачу, уменьшить сложность турбомашины, которая имеет вставку уплотнения вала
25 описанного выше рода, упростить монтаж такого рода турбомашины и сократить пространство, занимаемое вставкой уплотнения вала.

Решение этой задачи изобретение обеспечивает с помощью вставки уплотнения вала определенного выше рода с дополнительными признаками отличительной части п.1
30 формулы изобретения. Зависимые пункты формулы изобретения содержат предпочтительные усовершенствования изобретения.

В терминологии изобретения ось вращения представляет собой центральную ось вставки уплотнения вала, которая названа осью вращения, так как сухое газовое уплотнение вставки уплотнения вала представляет собой уплотнение вала, которое
35 естественным образом охватывает вращающийся при эксплуатации вал. Все данные, без дополнительного пояснения относящиеся к терминологии кругового движения, например осевое, радиальное, окружное направление, диаметр, относятся к оси вращения как центра кругового движения.

Терминология отличается также двумя принципиально разными типами уплотнения, а именно уплотнением вала, которое уплотняет два конструктивных элемента,
40 находящихся в относительном движении относительно друг друга, и стационарное уплотнение, которое уплотняет два конструктивных элемента, находящихся в покое относительно друг друга.

Со ссылкой на предлагаемое изобретением уплотнение вала используются термины
45 сторона высокого давления и сторона низкого давления, что означает, что уплотнение вала от разности давлений препятствует перетеканию текучей среды со стороны более высокого давления на сторону более низкого давления и соответственно этому поддерживает разность давлений.

Уже упомянутая выше статорная часть должна пониматься как неподвижный конструктивный элемент, который является держателем конструктивных элементов по меньшей мере сухого газового уплотнения вставки уплотнения вала. Статорная часть выполнена таким образом, что она может вставляться в выемку статора, причем этот статор предпочтительно выполнен в виде корпуса турбомашин. При этом речь может также идти о соединенных с корпусом конструктивных элементах, так чтобы было предусмотрено опосредствованное соединение статорной части с корпусом турбомашин. В любом случае статорная часть пригодна для того, чтобы объединять конструктивные элементы вставки уплотнения вала в одном узле, так чтобы вставка уплотнения вала представляла собой отдельный подвижный модуль, который в рамках монтажа может, как единое целое, устанавливаться на валу ротора. Предпочтительно предлагаемая изобретением вставка уплотнения вала сначала устанавливается на валу, а затем вместе с валом закладывается, например, в горшкообразный корпус или закладывается в нижнюю половину корпуса и крепится в корпусе.

Предлагаемое изобретением исполнение неподвижной части лабиринтного уплотнения и вращающейся части лабиринтного уплотнения как частей статорной части или соответственно роторной части следует понимать таким образом, что сюда включено также по меньшей мере частично цельное исполнение этих соответственно двух конструктивных элементов. Под неподвижной в соответствии с изобретением установкой частей лабиринтного уплотнения на втулках следует понимать разъемное крепление, которое, в частности, может предусматриваться альтернативно по меньшей мере частично цельному исполнению.

Особые преимущества обеспечиваются предлагаемой изобретением вставкой уплотнения вала благодаря уменьшению сложности вследствие сокращения количества деталей турбомашин, так как лабиринтное уплотнение, граничащее с сухим газовым уплотнением вставки уплотнения вала, теперь уже является составной частью вставки уплотнения вала.

Особенно предпочтительно изобретение для монтажа горшкообразного компрессора (Barrel-Type-Casing), потому что там уплотнения с валом вместе вводятся в корпус.

Преимущество упрощения значительно также в рамках монтажа, так как сложные работы по выравниванию ротора относительно вставки уплотнения вала и традиционно расположенной отдельно от нее вставки лабиринтного уплотнения сильно упрощаются или соответственно отпадают. В уровне техники должны были осуществляться трудные и требующие большого количества времени работы по выравниванию, в частности, конструктивных элементов ротора, сухого газового уплотнения, лабиринтного уплотнения или соответственно корпуса относительно друг друга. Благодаря комбинации лабиринтного уплотнения с сухим газовым уплотнением в предлагаемой изобретением вставке уплотнения вала, кроме того, можно в соответствии с изобретением сократить конструктивное пространство уплотнения вала турбомашин, в частности, потому что лабиринтное уплотнение больше не требует собственного крепления к корпусу, а оно со вставкой уплотнения вала закреплено непосредственно на корпусе. Эта экономия конструктивного пространства приводит, в частности, к уменьшению занимаемого осевого конструктивного пространства, и это уменьшение позволяет сократить необходимую длину вала ротора, благодаря чему обеспечиваются решающие роторно-динамические преимущества, в частности амплитуды колебаний становятся меньше и возможные резонансные частоты вследствие усиления жесткости предпочтительно повышаются. При одинаковых остальных рабочих параметрах турбомашин это позволяет уменьшить диаметр вала, так что при принятых одинаковых

потребных радиальных зазорах уплотнением вала должна уплотняться меньшая поверхность, так что возникает меньшее потенциальное количество утечек, и коэффициент полезного действия турбомашин повышается.

Целесообразно расположение лабиринтного уплотнения на стороне высокого давления в качестве крайнего в осевом направлении уплотнения вала, так чтобы 5 обеспечивалось, чтобы никакие загрязнения не могли беспрепятственно попадать со стороны высокого давления к сухому газовому уплотнению вставки уплотнения вала. Целесообразно, если вставка уплотнения вала на статорной части снабжена вторым стационарным уплотнением, так чтобы статорная часть могла с уплотнением 10 вставляться в выемку статора. Кроме того, целесообразно, если роторная часть снабжена стационарным уплотнением, так чтобы роторная часть могла с уплотнением устанавливаться на валу ротора. Предпочтительно вал ротора может быть снабжен уступом, к которому роторная часть прилегает контактной поверхностью в осевом направлении. Предпочтительно стационарные уплотнения между валом и роторной 15 частью или соответственно между выемкой статора и статорной частью являются уплотнениями с V-образным поперечным сечением, которое при разности давлений расширяется таким образом, что это способствует уплотнительному действию. Этот тип уплотнения называется «PTFE Cup seal» (манжетное уплотнение из ПТФЭ) и обладает хорошими способностями сопротивления даже гидравлическим ударам. Могут 20 также применяться другие уплотнения, например эластомерные круглые кольцевые уплотнения.

Изобретение касается не только вставки уплотнения вала, но и турбомашин, включающей в себя вставку уплотнения вала, по меньшей мере один корпус и ротор, имеющий вал, или соответственно системы вставки уплотнения вала предлагаемого 25 изобретением рода, имеющей ротор, включающий в себя вал, и статор, который по меньшей мере частично охватывает ротор.

Особенно компактным является одно из усовершенствований предлагаемого изобретением сухого газового уплотнения, при котором распространяющаяся в 30 окружном направлении и осевом направлении уплотнительная поверхность между неподвижной частью лабиринтного уплотнения и вращающейся частью лабиринтного уплотнения расположена на пятом диаметре коаксиально оси вращения, при этом крайний наружный диаметр уплотнительных поверхностей сухого газового уплотнения меньше, чем пятый диаметр.

Такого рода усовершенствование предпочтительно применяется у турбомашин, 35 геометрия и рабочие параметры которых в ином случае, при отказе сухого газового уплотнения, вызывает еще приемлемое изменение тяги на роторе.

Альтернативно к поясненному выше предпочтительному усовершенствованию целесообразно, если распространяющаяся в окружном направлении и осевом 40 направлении уплотнительная поверхность между неподвижной частью лабиринтного уплотнения и вращающейся частью лабиринтного уплотнения на пятом диаметре коаксиально оси вращения, по существу, идентична с четвертым диаметром, на котором находится четвертое стационарное уплотнение между статорной частью и неподвижным уплотнительным элементом сухого газового уплотнения. Предпочтительно разность между четвертым диаметром и пятым диаметром меньше чем 10% пятого диаметра. 45 Таким образом, на валу турбомашин происходит только сравнительно небольшое изменение тяги, в случае дефекта сухого газового уплотнения предлагаемого изобретением вставки уплотнения вала, так как диаметры, на которых различные давления, отличающиеся разностью давлений через сухое газовое уплотнение, действуют

на ротор, при уменьшении давления посредством сухого газового уплотнения сами не отличаются, в том случае, когда разность давлений уменьшается посредством присоединенного лабиринтного уплотнения. В частности, у компрессора с заданным режимом работы, при котором сухое газовое уплотнение уменьшает разность давлений, равную, в частности, свыше 200 бар, в нормальном рабочем состоянии осевой подшипник, как правило, не способен выдерживать изменение тяги, когда сухое газовое уплотнение имеет дефект и из-за этого происходит изменение тяги на валу, если не выполняется определенный выше критерий в отношении диаметра.

Чтобы уплотнительные элементы сухого газового уплотнения вставки уплотнения вала, которые обеспечивают требуемую геометрию для создания смазочной пленки, обеспечивающей отсутствие контакта, не испытывали без необходимости высоких нагрузок, целесообразно, если второе стационарное уплотнение между роторной частью и неподвижным уплотнительным элементом расположено на третьем диаметре, и третий диаметр отличается от четвертого диаметра не более чем на 10% четвертого диаметра.

Целесообразным образом одно из предпочтительных усовершенствований изобретения имеет подводящий канал для уплотнительного газа между лабиринтным уплотнением и сухим газовым уплотнением вставки уплотнения вала в осевое промежуточное пространство, так что лабиринтное уплотнение уменьшает выход подготовленного и чистого уплотнительного газа в направлении стороны высокого давления, а на сухое газовое уплотнение подается только чистый уплотнительный газ. Целесообразным образом для этого уплотнительный газ по сравнению с технологическим газом по другую сторону лабиринтного уплотнения на стороне высокого давления имеет избыточное давление, так что никакая доля технологического газа не может достичь сухого газового уплотнения. На стороне низкого давления сухого газового уплотнения целесообразным образом предусмотрен отводящий канал уплотнения, который подает чистый уплотнительный газ при необходимости в виде смеси с находящимся на стороне низкого давления другим газом на подготовку уплотнительного газа или на сжигание.

Ниже изобретение поясняется подробнее на примерах осуществления со ссылкой на чертежи, при этом специалисту из любой комбинации пунктов формулы изобретения этих примеров осуществления открываются отличающиеся возможности осуществления изобретения.

На фиг.1 показано продольное сечение предлагаемой изобретением вставки уплотнения вала предпочтительно для разностей давления ниже 200 бар;

на фиг.2 - продольное сечение предлагаемой изобретением вставки уплотнения вала предпочтительно для разностей давления выше 200 бар.

В последующем описании идентичные конструктивные элементы или конструктивные элементы с идентичными функциями снабжены одинаковыми ссылочными обозначениями. Такие выражения, как осевой, радиальный, окружное направление, диаметр и радиус относятся к оси AX вращения, которая является центральной осью предлагаемой изобретением вставки DGSM уплотнения вала. Изображенная на фиг.1 и 2 вставка DGSM уплотнения вала включает в себя статорную часть CS и роторную часть RS, а также сухое газовое уплотнение DGS и лабиринтное уплотнение LS. Роторная часть RS вставки DGSM уплотнения вала посредством второго статического уплотнения STS2 с уплотнением установлено на валу SH ротора R. Вал SH также является несущим по меньшей мере для одного рабочего колеса турбомашин CO, которая не изображенным подробно образом выполнена в виде центробежного компрессора.

Статорная часть CS посредством первого стационарного уплотнения STS1 с

уплотнением вставлена в выемку CR статора. Первое стационарное уплотнение STS1 и второе стационарное уплотнение STS2 имеют V-образный профиль, который расположен в соответствующем распространяющемся в окружном направлении уплотнительном пазу таким образом, что V-образный профиль расширяется, когда со стороны HPS высокого давления происходит подача давления на стационарное уплотнение. Вставка DGSM уплотнения вала имеет сторону HPS высокого давления и сторону LPS низкого давления, при этом сторона HPS высокого давления подвержена действию технологического газа, находящегося под избыточным давлением по сравнению со стороной LPS низкого давления. Статорная часть относительно выемки CR статора дополнительно уплотнена статическим уплотнением STS11. Вставка DGSM уплотнения вала на фиг.1 и 2 является составной частью не изображенного в целом уплотнения SHS вала.

Промежуточное пространство IR между статорной частью CS и роторной частью RS уплотнено посредством сухого газового уплотнения DGS, с одной стороны, и последовательно расположенным с ним лабиринтным уплотнением LS, с другой стороны. Сухое газовое уплотнение DGS служит при этом для уменьшения разности DGS давлений между стороной HPS высокого давления и стороной LPS низкого давления. Между сухим газовым уплотнением DGS и лабиринтным уплотнением LS предусмотрен подводящий канал SGS для особенно чистого уплотнительного газа SG. Функцией лабиринтного уплотнения LS при этом является уменьшение выхода уплотнительного газа SG в направлении стороны высокого давления или соответственно в потенциально загрязненный и агрессивный технологический газ PG. При этом на сухое газовое уплотнение DGS со стороны высокого давления подается только чистый и сухой уплотнительный газ SG, который обладает избыточным давлением по сравнению с технологическим газом PG. На стороне LPS низкого давления сухого газового уплотнения DGS предусмотрен отводящий канал SGE уплотнения для лишь небольших утечек сухого газового уплотнения DGS, который предпочтительно впадает в вентиляцию или систему сжигания.

Сухое газовое уплотнение DGS имеет вращающийся уплотнительный элемент RSE и неподвижный уплотнительный элемент SSE, которые соответствующей уплотнительной поверхностью находятся напротив друг друга на одной общей уплотнительной поверхности DGSSS сухого газового уплотнения. Вращающийся уплотнительный элемент RSE уплотнен от разности давлений относительно роторной части RS посредством третьего стационарного уплотнения SS3, которое распространяется на третьем диаметре DSS3 в окружном направлении. Статорная часть CS имеет упругий элемент EE, который посредством поршня PT притягивает неподвижный уплотнительный элемент SSE к вращающемуся уплотнительному элементу RSE. Неподвижный уплотнительный элемент SSE уплотнен от разности давлений относительно направляющего кольца GD посредством четвертого стационарного уплотнения SS4 на четвертом диаметре DSS4. В терминологии изобретения упругий элемент EE и поршень PT, а также направляющая GD относятся к статорной части CS.

Лабиринтное уплотнение LS имеет неподвижную часть SLSM лабиринтного уплотнения и вращающуюся часть RLSM лабиринтного уплотнения, которые находятся напротив друг друга на распространяющейся в осевом и окружном направлении средней поверхности LSS лабиринтного уплотнения, при этом поверхность LSS лабиринтного уплотнения в окружном направлении распространяется на пятом диаметре DSS5.

Под средней поверхностью лабиринтного уплотнения следует понимать поверхность, которая распространяется в окружном направлении вдоль пятого диаметра DSS5, при

этом пятый диаметр является результатом взвешенного по площади круга усреднения наружного диаметра со стороны высокого давления, внутреннего диаметра со стороны высокого давления, наружного диаметра со стороны низкого давления, внутреннего диаметра со стороны низкого давления отверстия лабиринтного уплотнения LS.

5 Вращающийся уплотнительный элемент RSE находится под вращающейся уплотнительной поверхностью DGSRS напротив неподвижного уплотнительного элемента SSE на поверхности DGSSS сухого газового уплотнения, которая снабжена выступами и выемками, имеющими предпочтительно клинообразную и/или спиралеобразную форму. Неподвижный уплотнительный элемент SSE имеет на
10 неподвижной уплотнительной поверхности DGSTS, которая обращена к уплотнительной поверхности DGSS сухого газового уплотнения, специально выполненную поверхность. Исполнение этой поверхности адаптировано к находящейся напротив вращающейся уплотнительной поверхности DGSRS таким образом, что обеспечивается бесконтактная эксплуатация сухого газового уплотнения DGS с образованием соответствующей
15 смазочной пленки уплотнительного газа SG.

На фиг.1 показано особенно компактное исполнение вставки DGSM уплотнения вала, у которой пятый диаметр DSS5 больше, чем крайний наружный диаметр уплотнительных поверхностей DGSOD сухого газового уплотнения DGS, так что по
20 меньшей мере частично возможно осевое перекрытие между лабиринтным уплотнением LS и конструктивными элементами сухого газового уплотнения DGS. В конкретном примере фиг.1 лабиринтное уплотнение LS пересекается в осевом направлении с вращающимся уплотнительным элементом RSE сухого газового уплотнения DGS.

На фиг.1 показано исполнение, которое, в частности, подходит для применения при высоком давлении при разностях давлений выше 200 бар. Здесь поверхность LSS
25 лабиринтного уплотнения находится на, по существу, идентичном диаметре, как четвертое стационарное уплотнение SS4 между роторной частью RS и вращающимся уплотнительным элементом RSE. Разность между пятым диаметром DSS5 и четвертым диаметром DSS4 меньше 10% пятого диаметра DSS5. Кроме того, для минимизации механической нагрузки на уплотнительные элементы сухого газового уплотнения DGS
30 разность между третьим диаметром DSS3 и четвертым диаметром DSS4 меньше 10% четвертого диаметра DSS4.

Формула изобретения

1. Вставка (DGSM) для уплотнения (SHS) вала турбомашин (CO), которое
35 распространяется в осевом направлении по оси (AX) вращения, содержащая:
- роторную часть (RS), которая выполнена таким образом, что она может устанавливаться на валу (SH) распространяющегося по оси (AX) вращения ротора (R),
- статорную часть (CS), которая выполнена таким образом, что она может вставляться в выемку (CR) статора,
40 - по меньшей мере одно сухое газовое уплотнение (DGS), которое имеет установленный на роторной части (RS) вращающийся уплотнительный элемент (RSE) и установленный на статорной части (CS) неподвижный уплотнительный элемент (SSE) для уплотнения промежуточного пространства (IR) между вращающимся
уплотнительным элементом (RSE) и неподвижным уплотнительным элементом (SSE),
45 причем неподвижный уплотнительный элемент (SSE) и вращающийся уплотнительный элемент (RSE) расположены на распространяющейся радиально и в окружном направлении уплотнительной поверхности напротив друг друга, причем вставка (DGSM) уплотнения вала на одном осевом конце имеет сторону (HPS) высокого давления, а на

другом осевом конце - сторону (LPS) низкого давления,

отличающаяся тем, что

на стороне (HPS) высокого давления предусмотрено лабиринтное уплотнение (LS) для уплотнения промежуточного пространства (IR), расположенное последовательно с сухим газовым уплотнением (DGS), содержащее неподвижную часть (SLSM) лабиринтного уплотнения и вращающуюся часть (RLSM) лабиринтного уплотнения, причем неподвижная часть (SLSM) лабиринтного уплотнения является частью статорной части (CS) или жестко установлена на ней, а вращающаяся часть (RLSM) лабиринтного уплотнения является частью роторной части (RS) или неподвижно установлена на ней.

2. Вставка (DGSM) уплотнения вала по п. 1, причем статорная часть (CS), снабженная первым стационарным уплотнением (STS1), выполнена на первом диаметре (DSS1) уплотнения таким образом, что статорная часть (CS) с уплотнением может вставляться в выемку (CR) статора и/или роторная часть (RS), снабженная вторым стационарным уплотнением (STS2), выполнена на втором диаметре (DSS2) уплотнения таким образом, что она может с уплотнением устанавливаться на валу (SH).

3. Вставка (DGSM) уплотнения вала по п. 1, причем лабиринтное уплотнение (LSS) является крайним наружным уплотнением вставки (DGSM) уплотнения вала на стороне (HPS) высокого давления.

4. Вставка (DGSM) уплотнения вала по п. 1 или 2, причем распространяющаяся в окружном направлении и в осевом направлении средняя поверхность (LSS) лабиринтного уплотнения расположена между неподвижной частью (SLSM) лабиринтного уплотнения и вращающейся частью (RLSM) лабиринтного уплотнения на пятом диаметре (DSS5) коаксиально оси (AX) вращения, при этом крайний наружный диаметр уплотнительных поверхностей (DGSOD) сухого газового уплотнения (DGS) меньше, чем пятый диаметр (DSS5).

5. Вставка (DGSM) уплотнения вала по п. 1 или 2, причем распространяющаяся в окружном направлении и осевом направлении средняя поверхность (LSS) лабиринтного уплотнения расположена между неподвижной частью (SLSM) лабиринтного уплотнения и вращающейся частью (RLSM) лабиринтного уплотнения на пятом диаметре (DSS5) коаксиально оси (AX) вращения, и между неподвижным уплотнительным элементом (SSE) и статорной частью (CS) расположено четвертое стационарное уплотнение (SS4) на четвертом диаметре (DSS4), отличающаяся тем, что величина разности между четвертым диаметром (DSS4) и пятым диаметром (DSS5) меньше 10% пятого диаметра (DSS5).

6. Вставка (DGSM) уплотнения вала по одному из пп. 1-3, причем промежуточное пространство (IR) в осевом направлении между лабиринтным уплотнением (LS) и сухим газовым уплотнением (DGS) имеет подводящий канал (SGS) для уплотнительного газа для подвода уплотнительного газа (SG) между лабиринтным уплотнением (LS) и сухим газовым уплотнением (DGS), при этом вставка (DGSM) уплотнения вала на обращенной к стороне (LPS) низкого давления стороне сухого газового уплотнения (DGS) имеет отводящий канал (SGE) для уплотнительного газа для отвода уплотнительного газа (SG), который прошел через сухое газовое уплотнение (DGS).

7. Вставка (DGSM) уплотнения вала по п. 4, причем промежуточное пространство (IR) в осевом направлении между лабиринтным уплотнением (LS) и сухим газовым уплотнением (DGS) имеет подводящий канал (SGS) для уплотнительного газа для подвода уплотнительного газа (SG) между лабиринтным

уплотнением (LS) и сухим газовым уплотнением (DGS),

при этом вставка (DGSM) уплотнения вала на обращенной к стороне (LPS) низкого давления стороне сухого газового уплотнения (DGS) имеет отводящий канал (SGE) для уплотнительного газа для отвода уплотнительного газа (SG), который прошел через

5 сухое газовое уплотнение (DGS).

8. Вставка (DGSM) уплотнения вала по п. 5,

причем промежуточное пространство (IR) в осевом направлении между лабиринтным уплотнением (LS) и сухим газовым уплотнением (DGS) имеет подводящий канал (SGS) для уплотнительного газа для подвода уплотнительного газа (SG) между лабиринтным

10 уплотнением (LS) и сухим газовым уплотнением (DGS),

при этом вставка (DGSM) уплотнения вала на обращенной к стороне (LPS) низкого давления стороне сухого газового уплотнения (DGS) имеет отводящий канал (SGE) для уплотнительного газа для отвода уплотнительного газа (SG), который прошел через

15 сухое газовое уплотнение (DGS).

20

25

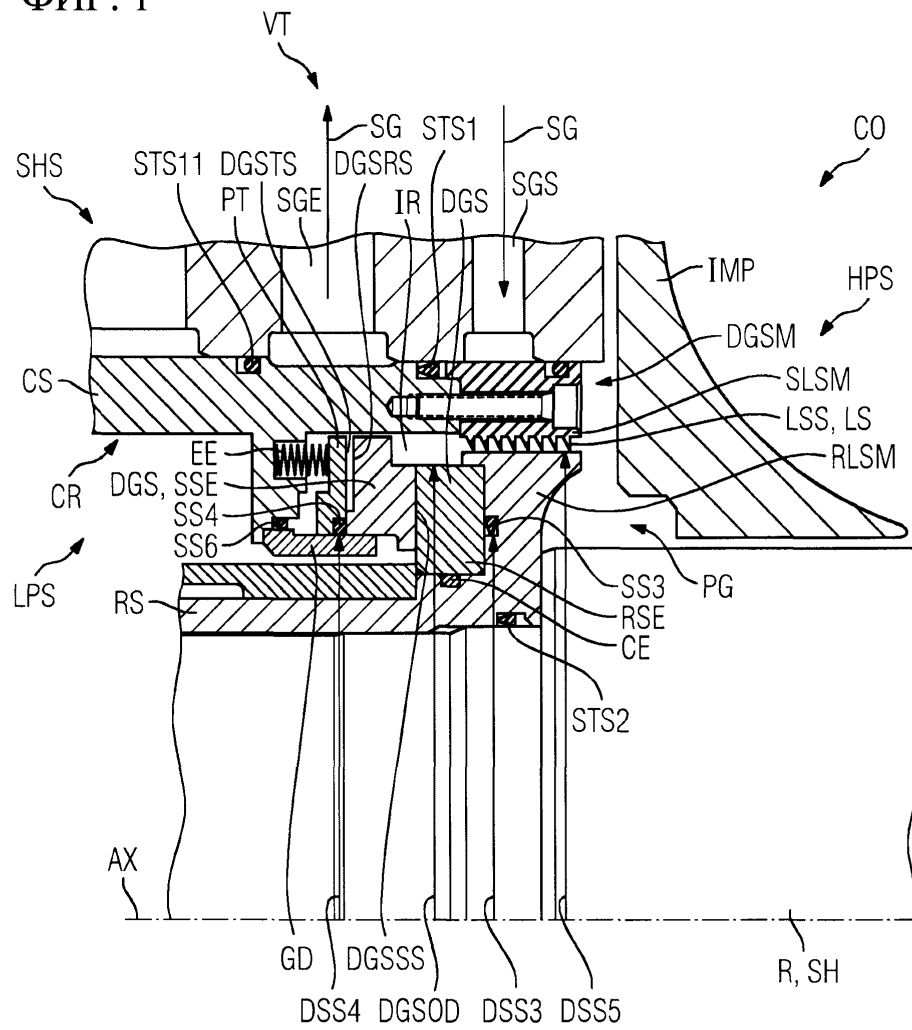
30

35

40

45

ФИГ. 1



2/2

ФИГ. 2

