



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F16J 15/43 (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2016143625, 07.11.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.11.2016

Дата регистрации:
29.06.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.11.2016

(43) Дата публикации заявки: 07.05.2018 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 29.06.2018 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

630022, г. Новосибирск, Бронный 16-й пер., 90,
ООО "ИнТек Техно", директору, Маслову П.П.

(72) Автор(ы):

Маслов Павел Павлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"ИнТек Техно" (ООО "ИнТек Техно") (RU)

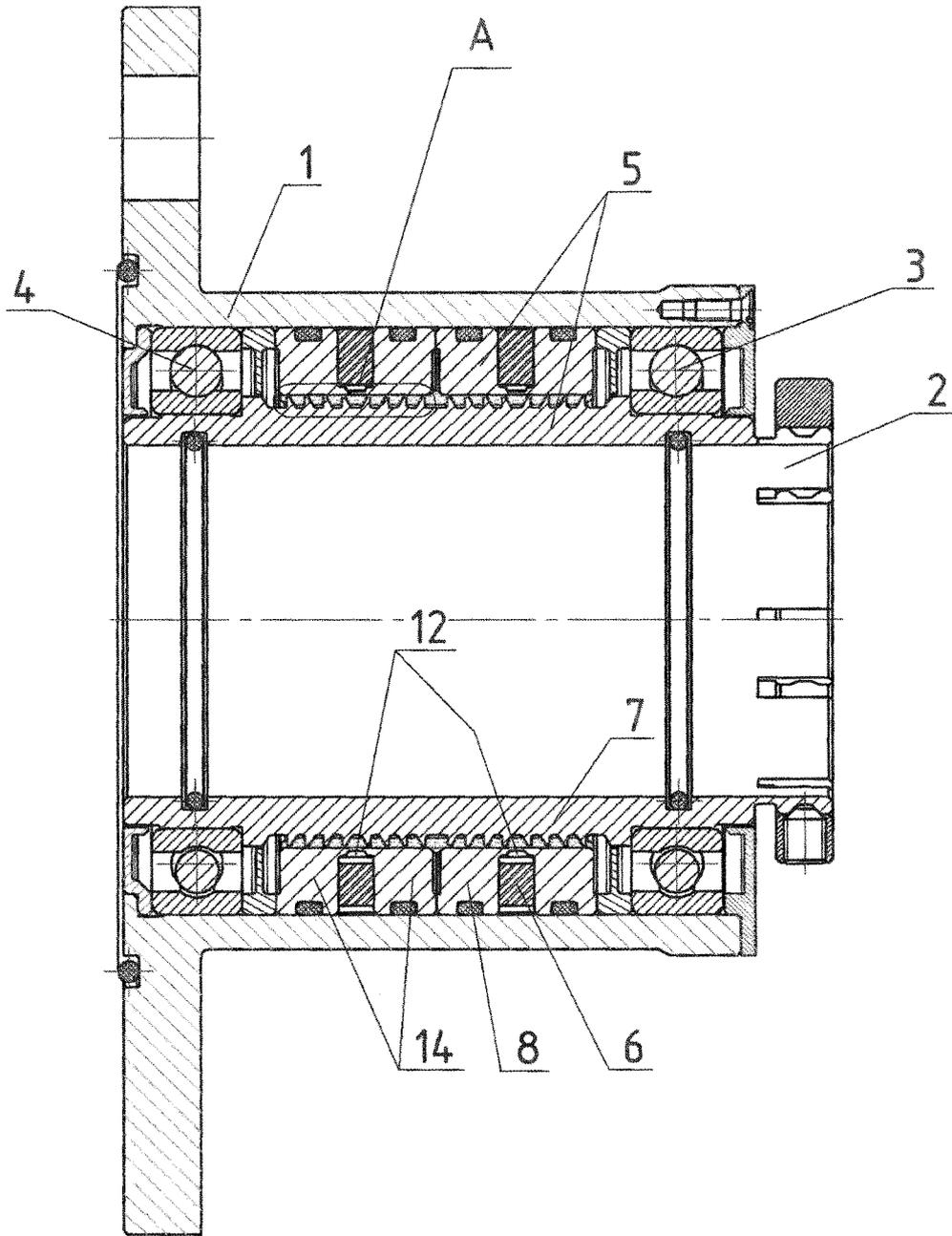
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 5826885 А, 27.10.1998. RU
2219400 С2, 20.12.2003. RU 2407936 С2,
27.12.2010. SU 1651000 А1, 23.05.1991. US
4605233 А1, 12.08.1986.

(54) МАГНИТОЖИДКОСТНОЕ УПЛОТНЕНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к уплотнительной технике и может использоваться для уплотнения вводов вращения в замкнутые объемы. В магнитоожидкостном уплотнении (МЖУ), содержащем корпус 1, подшипники 3, 4, подвижный вал 2 и магнитную систему 5 с подвижным 7 и неподвижным 8 магнитопроводами и с постоянными магнитами 6. По крайней мере, один из магнитопроводов имеет кольцевые пазы 12, в которые установлены постоянные магниты, пазы разделяют магнитопроводы на зоны полюсных наконечников 14 и зоны герметично связывающих между собой полюсные наконечники тонких перемычек. Обращенные друг к другу поверхности подвижного и неподвижного магнитопроводов отстоят друг от друга на некоторых расстояниях - зазорах. По крайней мере, на одной из поверхностей магнитопроводов выполнены кольцевые зубцы для концентрации

магнитного поля, вершины кольцевых зубцов расположены в зоне полюсных наконечников, при этом минимальные расстояния между вершинами зубцов и расположенной напротив поверхностью или вершинами кольцевых зубцов другого магнитопровода образуют рабочий зазор δ_z . На кольцевых зубцах размещена магнитная жидкость в виде кольцевых жидкостных пробок. Указанные перемычки имеют по своей длине переменную толщину, под перемычки введены дополнительные кольцевые зубцы, вершины которых отстоят на расстоянии δ_{pz} от расположенной напротив поверхности перемычки, и на указанных дополнительных кольцевых зубцах также размещена магнитная жидкость, образующая дополнительные кольцевые пробки. Технический результат: увеличение удерживаемого давления при уменьшении момента трения и момента трогания. 5 ил.



Фuz.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F16J 15/43 (2017.08)

(21)(22) Application: **2016143625, 07.11.2016**

(24) Effective date for property rights:
07.11.2016

Registration date:
29.06.2018

Priority:

(22) Date of filing: **07.11.2016**

(43) Application published: **07.05.2018** Bull. № 13

(45) Date of publication: **29.06.2018** Bull. № 19

Mail address:

**630022, g. Novosibirsk, Bronnyj 16-j per., 90, OOO
"InTek Tekhno", direktoru, Maslovu P.P.**

(72) Inventor(s):

Maslov Pavel Pavlovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"InTek Tekhno" (OOO "InTek Tekhno") (RU)**

(54) **MAGNETIC FLUID SEAL**

(57) Abstract:

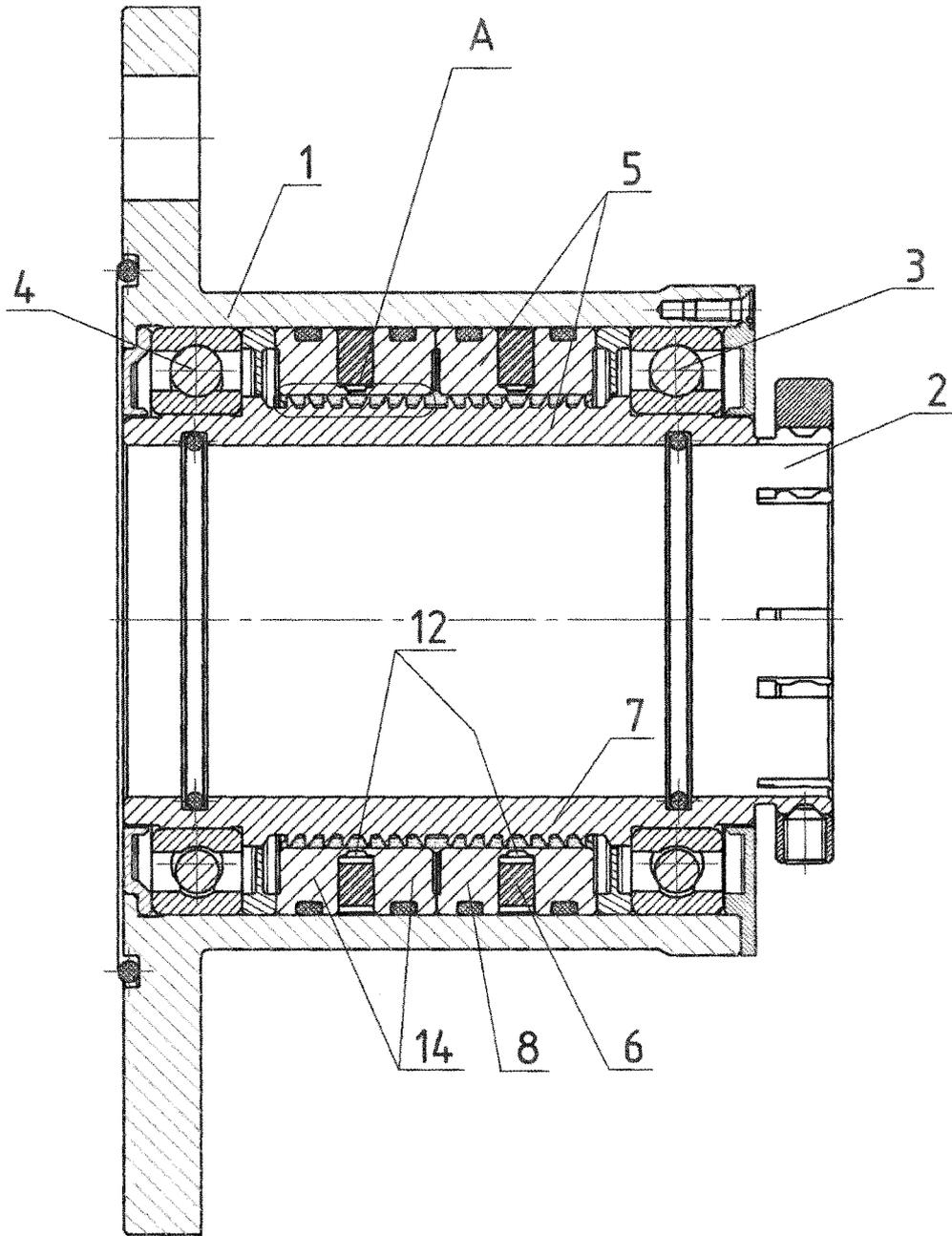
FIELD: machine engineering.

SUBSTANCE: magnetic fluid seal comprises a body 1, bearings 3, 4, a movable shaft 2 and a magnetic system 5 with movable 7 and stationary 8 magnetic cores and with permanent magnets 6. At least one of the magnetic cores has ring grooves 12, in which the permanent magnets are installed, slots divide magnetic circuits into areas of pole shoes 14 and areas of tightly interconnected pole tips of thin jumpers. The mutually facing surfaces of the movable and stationary magnetic cores are spaced from each other at certain distances - gaps. Circular teeth for concentration of magnetic field are made on at least one of the surfaces of the magnetic cores, the vertices of the circular teeth are in the area

of pole faces. The minimum distances between the vertices of the teeth and the opposite surface or vertices of the circular teeth of another magnetic core form a working gap δ_z . On the circular teeth, there is a magnetic liquid in the form of circular liquid plugs. Said jumpers have variable thickness at their length. Additional circular teeth are introduced under the jumpers, the vertices of which are spaced at a distance δ_{pz} from the jumper surface located opposite, magnetic fluid forming additional circular plugs is also placed on said additional circular teeth.

EFFECT: increase of retained pressure with reduction of friction torque and start-up moment.

5 dwg



Фuz.1

Предлагаемое изобретение относится к уплотнительной технике и может быть использовано в машиностроении для уплотнения ферромагнитных и неферромагнитных металлических и неметаллических вводов вращения (валов) в замкнутые объемы с отличным от внешнего внутренним давлением.

5 Известно магнитожидкостное уплотнение (МЖУ) немагнитного вала [патент Российской Федерации 2407936, F16J 15/53], содержащее магнитную систему в виде магнитомягкой втулки (магнитопровода), в наружный кольцевой паз в которой помещены постоянные магниты простой формы в виде дисков или кольца. Магниты в пазах имеют аксиальную намагниченность относительно втулки и создают магнитный
10 поток, входящий и выходящий из торцевых стенок указанного кольцевого паза. Торцевые стенки не являются полюсными наконечниками, так как не формируют рабочий поток, направляемый в зазор между подвижным и неподвижным магнитопроводами. Более того, магнитная система принципиально содержит лишь один магнитопровод, поэтому магнитный поток от постоянных магнитов проходит
15 через указанные торцевые стенки и замыкается через перемычку с кольцевыми пазами и зубцами, выполненными на поверхности втулки, обращенной к немагнитному валу и обращенные к зазору между втулкой и валом. Пазаы могут иметь различную форму, оставляя между дном указанных кольцевых пазов тонкие перемычки толщиной до долей миллиметра. Толщина перемычек может изменяться по длине вдоль оси вращения
20 вала. Ввиду немагнитности вала он не может иметь зубцов как концентраторов магнитного поля, т.е. выполнен гладким без зубцов и под втулкам и под перемычками. Требуемое неоднородное магнитное поле вдоль вала создается за счет наличия неравномерного зазора между обращенными друг к другу стенками канавок, образующими концентраторы магнитного поля непосредственно у зазора, где магнитное
25 поле имеет большую интенсивность. В районах с большей интенсивностью образуются герметичные кольцевые пробки из магнитной жидкости. Таким образом, конструкция содержит лишь один магнитопровод (как правило, на неподвижной части). В этом случае подвижная часть принципиально должна быть немагнитной, даже если вал имеет в этой области насаженные на него втулки.

30 Недостатком данного устройства является низкая эффективность использования рабочего объема за счет сравнительно низких значений уровня магнитного поля, магнитный поток которого от одного кольцевого паза для магнитов в магнитопроводе замыкается через ряд последовательных перемычек под указанным пазом. Магнитодвижущая сила постоянного магнита при насыщенных перемычках вынуждена
35 преодолевать ряд последовательно расположенных зазоров (насыщенных перемычек). Более того, магнитная цепь через последовательно расположенные и чередующиеся стенки зубцов - зазоры проходит в непосредственной близости от магнита, что приводит к увеличению рассеяния магнитного потока без прохождения зоны их концентрации. Кроме того, рассматриваемая конструкция нетехнологична, так как требует выполнения
40 внутренних кольцевых пазов, имеющих полузакрытый характер, например, типа ласточкина хвоста, с раскрытиями порядка миллиметра и менее.

Известно аксиальное магнитожидкостное уплотнение [патент Российской Федерации 2219400, F16J 15/43], содержащее вал на двух подшипниках, полюсные приставки (магнитопроводы), выполненные в виде втулки с двумя или более кольцевыми
45 проточками (пазами) на внешней поверхности. Дно пазов является герметичными перемычками между полюсными приставками. В кольцевые проточки установлены постоянные магниты, состоящие из магнитов простой формы (диск, трапеция, кольцо) и размещенные равномерно по окружности. Поверхности вала и полюсные приставки,

обращенные друг к другу, образуют рабочий зазор, заполненный магнитной жидкостью. По крайней мере, на одной из поверхностей рабочего зазора в зоне полюсных наконечников выполнены кольцевые зубцы для концентрации магнитного поля. На зубцах расположена магнитная жидкость, образующая кольцевые пробки.

5 Известно МЖУ [патент США 5826885, F16J 15/43], содержащее магнитопровод, вал на подшипнике с перекрестными роликами, жестко закрепленном в магнитопроводе и на валу. Возможна установка вала и на двух подшипниках. Магнитопровод содержит полюсные наконечники с кольцевыми пазами для установки постоянных магнитов. Полюсные наконечники объединены в единое целое герметичными перемычками,
10 исключая необходимость уплотнения отдельных полюсных наконечников. Для предотвращения перегрева МЖУ от уплотняемого устройства рабочий зазор уплотнения отделен от фланца длинным тонкостенным цилиндром, а для лучшего теплоотвода магнитопровод окружен алюминиевым корпусом с максимально возможным контактом. В рабочем зазоре в зоне полюсных наконечников, по крайней мере, на одной
15 поверхности выполнены кольцевые зубцы для концентрации магнитного потока. Магнитный поток от постоянных магнитов проходит через полюсные наконечники, образуя наружный поток рассеяния и поток в область зубцов. Здесь, в свою очередь, магнитный поток разделяется на рабочий поток через зубцы и поток рассеяния через перемычку под кольцевым пазом. На зубцы нанесена магнитная жидкость, образующая
20 кольцевые жидкостные уплотняющие пробки. Данное техническое решение принято в качестве прототипа.

Недостатками последнего аналога и прототипа являются низкий уровень использования рабочего объема МЖУ, так как кольцевые зубцы расположены лишь под полюсными наконечниками магнитопроводов в рабочих зазорах. Перемычки,
25 являясь герметичными связующими элементами, занимают определенную длину вдоль рабочего зазора, тем самым увеличивают длину магнитопровода и МЖУ, в целом. Тонкая перемычка насыщается при сравнительно малом магнитном потоке (порядка 15% от магнитного потока, проходящего через рабочий зазор). Это приводит к увеличению индукции в рабочем зазоре и, как следствие, к увеличению момента трения
30 и трогания уплотнения.

Задачей предлагаемого изобретения является увеличение уровня использования рабочего объема МЖУ, при снижении интенсивности магнитного поля в рабочем зазоре и уменьшении момента трения и момента трогания.

Технический результат достигается за счет того, что в МЖУ, содержащем корпус,
35 подшипники, подвижный вал и магнитную систему с подвижным и неподвижным магнитопроводами, по крайней мере, один из магнитопроводов имеет кольцевые пазы, в которые установлены постоянные магниты, пазы разделяют магнитопроводы на зоны полюсных наконечников и зоны герметично связывающих между собой полюсные наконечники тонких перемычек, при этом обращенные друг к другу поверхности
40 подвижного и неподвижного магнитопроводов в зонах полюсных наконечников отстоят друг от друга на некоторых расстояниях - зазорах, по крайней мере, на одной из поверхностей магнитопроводов, обращенных к зазору, в зоне полюсных наконечников выполнены кольцевые зубцы для концентрации магнитного поля, при этом минимальные расстояния между вершинами зубцов и расположенной напротив поверхностью или
45 вершинами кольцевых зубцов другого магнитопровода образуют рабочий зазор δ_p , на кольцевых зубцах размещена магнитная жидкость в виде кольцевых жидкостных пробок, причем указанные перемычки имеют по своей длине от одной стенки паза к другой переменную толщину, меняющуюся ступенчато или по гладкой кривой, при этом их

утолщенные части, как правило, примыкают к полюсным наконечникам, под перемычки вдоль указанной длины на другом магнитопроводе выполнены дополнительные кольцевые зубцы, вершины которых отстоят с зазором δ_{pz} от расположенной напротив поверхности перемычки и на указанных дополнительных кольцевых зубцах также размещена магнитная жидкость, образующая дополнительные кольцевые пробки. Кроме того, изменение толщины перемычек может быть выполнено симметричным относительно ее длины, а зазоры под зубцами - равными друг другу, т.е. $\delta_p = \delta_{pz}$.

Последнее позволяет также упростить технологию изготовления рабочей зоны.

Сущность изобретения поясняется чертежами:

на фиг. 1 показан продольный разрез МЖУ;

на фиг. 2, 3 показаны варианты исполнения зоны рабочего зазора;

на фиг. 4, 5 представлены картины распределения магнитного поля прототипа и при наличии дополнительных зубцов под перемычками.

МЖУ (см. фиг. 1) выполнено аксиальным и состоит из неподвижного корпуса 1, подвижного вала 2, установленного в корпусе на двух подшипниках 3, 4, и магнитной системы 5. Магнитная система содержит постоянные магниты 6, подвижный 7 и неподвижный 8 магнитопроводы. В приведенном варианте вал выполнен из магнитомягкого материала и выполняет функции подвижного магнитопровода. В случае немагнитного вала на него может быть герметично установлена ферромагнитная втулка (не показано).

Каждый из указанных магнитопроводов может быть выполнен как единое целое (в данном случае магнитопровод представляет собой часть вала), так и в виде отдельных частей (неподвижный магнитопровод выполнен из двух частей, герметично установленных в корпус). Число частей магнитопроводов определяется из конструктивных и технологических соображений.

Поверхности магнитопроводов, обращенные друг к другу, образуют рабочие зазоры, минимальные значения которых под вершинами зубцов под полюсными наконечниками и перемычками δ_z и δ_{pz} соответственно (см. фиг. 2, 3). МЖУ на фиг. 2 имеет одинаковый рабочий зазор δ_z под всеми зубцами 9. На фиг. 3 зазоры под полюсными наконечниками и перемычками отличаются друг от друга. Выбор разных зазоров усложняет технологию изготовления, но позволяет манипулировать функциональностью зубцов, используя их наряду с прямой функцией - удержания некоторого давления, функцией аккумуляирования дополнительного объема магнитной жидкости за счет больших градиентов магнитного поля.

При выполнении комбинированных МЖУ (не показано), содержащих, например, торцевое и аксиальное исполнения в одном конструктиве, рабочих зазоров может быть два и более. В этом случае зазоры под вершинами зубцов могут быть цилиндрическими, как изображено на фиг. 1, плоскими или коническими (не показано).

Зубцы 9, 10 могут быть расположены на подвижном и (или) на неподвижном магнитопроводах и иметь разную геометрию (см. фиг. 3).

Магнитная жидкость 11 помещается в зоне зубцов, где градиент магнитного поля наиболее высок и образует кольцевые герметичные пробки.

Постоянные магниты 6 простой формы размещены в кольцевых пазах 12, которые выполнены, по крайней мере, в одном магнитопроводе. Дно пазов для постоянных магнитов выполнено в виде тонких перемычек 13, герметично соединяющих смежные части магнитопровода - полюсные наконечники 14.

Перемычки 13 имеют по своей длине переменную толщину. При этом утолщенные

их части образуют магнитопроводящие мостики, обеспечивающие прохождение магнитного потока до зубцов, расположенных под перемычками. На фиг. 2 показано ступенчатое изменение толщины перемычки по ее длине, под утолщенными частями которых расположены зубцы. Толщина перемычки может изменяться плавно по ее

5 длине, как показано на фиг. 3. При этом количество зубцов под перемычками выбирается из условия обеспечения экстремума заданному критерию оптимальности, например, максимума удерживаемого давления в заданных габаритах. Толщина перемычек может быть выполнена симметричной относительно стенок паза.

МЖУ работает следующим образом. Постоянные магниты 6, расположенные в

10 кольцевых пазух 12 магнитопроводов, служат для создания магнитного поля. Подвижный и неподвижный магнитопроводы 7, 8 магнитной системы 5 создают замкнутую магнитную цепь для прохождения магнитного потока через рабочие зазоры δ_z . Зубцы 9 (см. фиг. 2, 3) перераспределяют магнитный поток в рабочем зазоре, делая поле более неоднородным (см. фиг. 4). Неоднородное поле стягивает магнитную

15 жидкость в зону зубцов - концентраторов, где поле имеет максимальный градиент поля, образуя герметичные жидкостные кольцевые пробки.

При торцовом исполнении МЖУ (не показано) рабочий зазор является плоским, а пазы под постоянные магниты и постоянные магниты выполнены кольцевыми.

В общем случае удерживаемое кольцевой жидкостной пробкой давление

20 пропорционально намагниченности насыщения магнитной жидкости и разности напряженностей магнитного поля (индукций) на свободных поверхностях указанных пробок. В силу существенной нелинейности магнитных характеристик магнитопроводов и постоянных магнитов выбор оптимальной геометрии производится, как правило, на основе численных расчетов распределения магнитного поля в рабочем зазоре.

На фиг. 4 и 5 представлены эскизы геометрии части рабочей зоны МЖУ и

25 рассчитанные распределения индукции вдоль зазора в середине зазора. С учетом условий симметрии рассматриваются половины магнитопроводов. На фиг. 4 представлена геометрия прототипа с постоянной толщиной перемычки паза, а на фиг. 5 - предлагаемая конструкция с изменяющейся по длине толщиной перемычки, под которую введен

30 зубец. Численные расчеты показывают, что несмотря на меньший диаметр магнитов (уменьшенных за счет утолщения перемычки), удерживаемое давление на один магнитопровод составляет 188 кПа, в то время как прототип в том же объеме удерживает лишь 156 кПа. При этом, по сравнению с прототипом, объем магнитов уменьшен (за счет уменьшения диаметров) на 13%.

35 Увеличение количества зубцов под полюсным наконечником, в общем случае, приводит к уменьшению средней индукции под полюсным наконечником и, как следствие, к уменьшению момента трения уплотнения и уменьшению момента трогания вала.

40 Таким образом, предлагаемое уплотнение позволяет увеличить удерживаемый перепад давлений, а при заданном перепаде уменьшить габариты МЖУ.

(57) Формула изобретения

Магнитожидкостное уплотнение (МЖУ), содержащее корпус, подшипники, подвижный вал и магнитную систему с подвижным и неподвижным магнитопроводами

45 и с постоянными магнитами, по крайней мере, один из магнитопроводов имеет кольцевые пазы, в которые установлены постоянные магниты, пазы разделяют магнитопроводы на зоны полюсных наконечников и зоны герметично связывающих между собой полюсные наконечники тонких перемычек, при этом обращенные друг к другу

поверхности подвижного и неподвижного магнитопроводов отстоят друг от друга на некоторых расстояниях - зазорах, по крайней мере, на одной из поверхностей магнитопроводов, обращенных к зазору, выполнены кольцевые зубцы для концентрации магнитного поля, вершины кольцевых зубцов расположены в зоне полюсных
5 наконечников, при этом минимальные расстояния между вершинами зубцов и расположенной напротив поверхностью или вершинами кольцевых зубцов другого магнитопровода образуют рабочий зазор δ_z , на кольцевых зубцах размещена магнитная жидкость в виде кольцевых жидкостных пробок, отличающееся тем, что указанные
10 переключки имеют по своей длине от одной стенки паза до другой переменную толщину, меняющуюся ступенчато или по гладкой кривой, при этом их утолщенные части примыкают к полюсным наконечникам, под переключки вдоль указанной длины на другом магнитопроводе выполнены дополнительные кольцевые зубцы, вершины которых отстоят с зазором δ_{pz} от расположенной напротив поверхности переключки,
15 и на указанных дополнительных кольцевых зубцах размещена магнитная жидкость, образующая дополнительные кольцевые пробки.

20

25

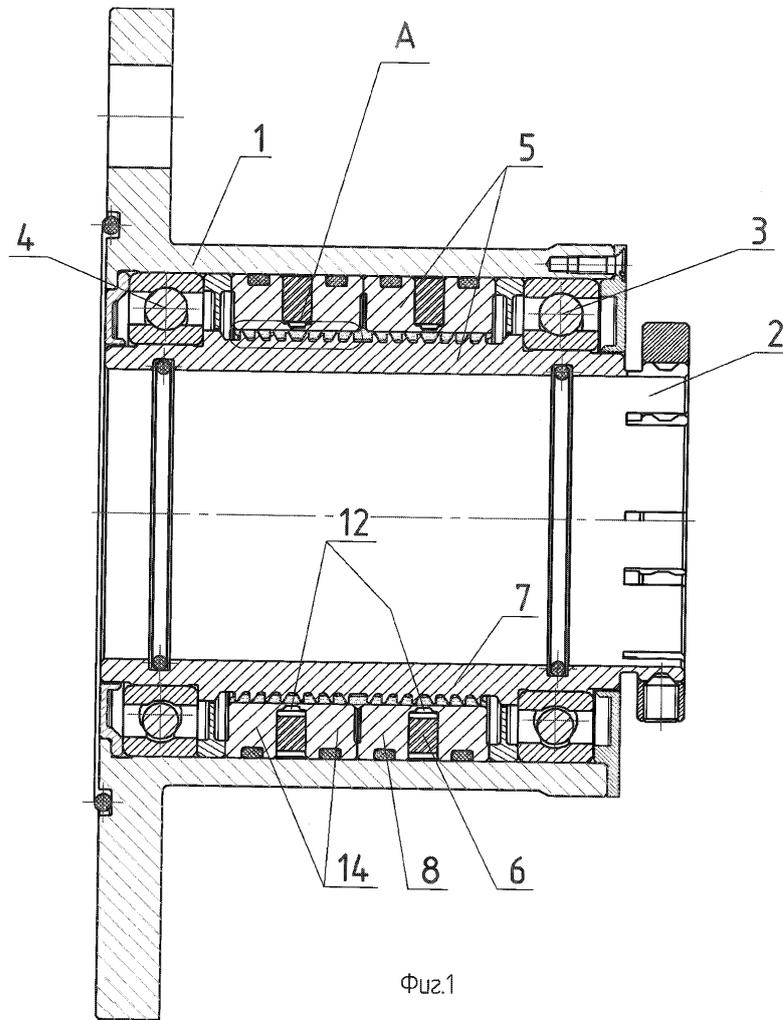
30

35

40

45

1



1

2

