

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
23 января 2020 (23.01.2020)

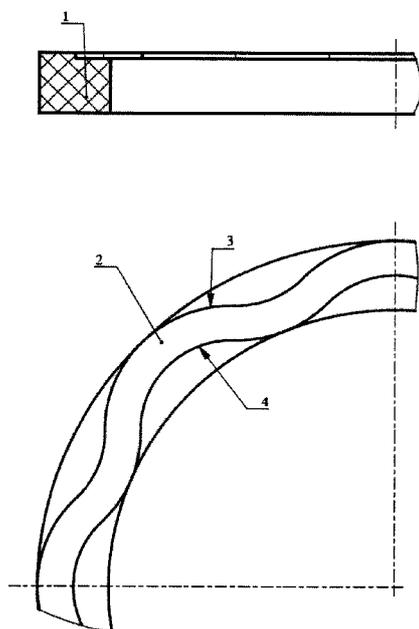


(10) Номер международной публикации
WO 2020/018001 A2

- (51) Международная патентная классификация :
Неклассифицировано
- (21) Номер международной заявки : PCT/RU2019/000596
- (22) Дата международной подачи :
26 августа 2019 (26.08.2019)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (30) Данные о приоритете :
2018123425 27 июня 2018 (27.06.2018) RU
- (71) Заявитель : АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЦЕН -
ТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО МА -
ШИНОСТРОЕНИЯ " (JOINT STOCK COMPANY
"CENTRAL DESIGN BUREAU OF MACHINE
BUILDING") [RU/RU]; Наб . Обводного канала , 138, к .
1, лиг . Б Санкт -Петербург , 190020, St.Petersburg (RU).
- (72) Изобретатели : ШУЦКИЙ , Сергей Юрьевич
(SHUTSKIY, Sergey Yur'evich); Серебристый бул .,
22, к . 1, кв . 316 Санкт -Петербург , 197227,
St.Petersburg (RU). ПЛАКИДИН , Александр Нико -
лаевич (PLAKIDIN, Aleksandr Nikolaevich); ул . Ре -
пищева , 19, к . 2, кв . 64 Санкт -Петербург , 197375,
St.Petersburg (RU). КАЗАНЦЕВ , Родион Петрович
(KAZANTSEV, Rodion Petrovich); пр . Луначарско -
го , 38, кв . 289 Санкт -Петербург , 194356, St.Petersburg
(RU). БЫКОВ , Александр Николаевич (BYKOV,
Aleksandr Nikolaevich); ул . Варшавская , 124, кв . 36
Санкт -Петербург , 196240, Saint-Petersburg (RU). ГО -
РОНКОВ , Андрей Владимирович (GORONKOV,
Andrey Vladimirovich); Сиреневый бул ., 8, к . 1, кв .

(54) Title: ELEMENT OF A FRICTION PAIR OF A FACE SEAL

(54) Название изобретения : ЭЛЕМЕНТ ПАРЫ ТРЕНИЯ ТОРЦОВОГО УПЛОТНЕНИЯ



Фиг. 1

(57) Abstract: The invention relates to the field of mechanical engineering, and more particularly to face seals for rotary shafts. Elements of friction pairs are applicable in face seals of centrifugal pumps for nuclear power stations, preferably primary circulation pumps, and also electric feed pumps and auxiliary feed pumps. A non-rotating sealing ring is provided with a closed contacting band having a profile of constant width and variable radius. The width of the contacting band is equal to half the width of the contact region of the sealing rings, and the axially symmetric profile of the contacting band takes the form of adjacent undulating lines situated between concentric circles which delimit the contact region of the sealing rings. The profile is configured under the condition of the equality of the respective radii of the circles that form two adjoining arcs of the parallel undulating lines in each sector of the axially symmetric profile of the contacting band, where the centres of the wave-forming circles lie on lines delimiting the sector and passing through the centre of the non-rotating sealing ring outside the region delimited by the concentric circles. The ratio of the outside and inside diameters of the concentric circles is 1.25. The technical effect is a decrease in the embrittlement index of a contacting band on an element of a friction pair, and an increase in the wear resistance of said band.

(57) Реферат: Изобретение относится к области машиностроения, а именно к торцовым уплотнениям для вращающихся валов. Элементы пар трения применяются в торцовых уплотнениях центробежных насосов для АЭС, преимущественно главного циркуляционного насосного агрегата (ГЦНА), а также питательного и вспомогательного питательного электрических насосов (ПЭН, ВПЭН). На невращающемся уплотнительном кольце выполнен замкнутый контактный пояс с постоянным по ширине с переменным по радиусу профилем. Причем ширина контактного пояса равна половине ширины зоны контакта уплотнительных колец, а осесимметричный профиль контактного пояса представляет собой сопряженные волнистые



WO 2020/018001 A2

179 Санкт -Петербург , 194352, St.Petersburg (RU). **ВО-**
РОНОВ, Тимур Дмитриевич (VORONOV, Timur
Dmitrievich); Полевая ул., 11 Ленинградская обл., дер.
Мистолово , 188660, Leningradskaya obi., der. Mistolovo
(RU).

(74) Агент : **ЧЕРНЫХ** , Илья Владимирович
(CHERNYKH, Ilya Vladimirovich); Госкорпорация
"Росатом ". Блок по управлению инновациями , ул. Боль -
шая Ордынка , 24 Москва , 119017, Moscow (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе , для
каждого вида национальной охраны) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе , для
каждого вида региональной охраны) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована :

- без отчёта о международном поиске и с повторной публикацией по получении отчёта (правило 48.2(g))
- с информацией о просьбе восстановления прав на прторитет в отношении одного или более чем одного притязания на приорттет (правила 26bis.3 и 48.2(b) (vii))

линии , размещенные менаду концентричными окружностями , ограничивающими зону контакта уплотнительных колец . Профиль выполнен при условии равенства соответствующих радиусов окружностей , образующих две сопряженные дуги параллельных волнистых линий в каждом секторе осесимметричного профиля контактного пояска , где центры волнообразующих окружностей расположены на линиях , ограничивающих сектор и проходящих через центр невращающегося уплотнительного кольца , вне зоны , ограниченной концентрическими окружностями . Соотношение наружного и внутреннего диаметров концентрических окружностей составляет 1.25. Технический результат заключается в снижении показателей охрупчивания контактного пояска на элементе пары трения и в увеличении его износостойкости .

Элемент пары трения торцового уплотнения

5

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к торцовым уплотнениям для вращающихся валов. Элементы пары трения применяются в торцовых уплотнениях центробежных насосов для АЭС, преимущественно главного циркуляционного насосного агрегата (ГЦНА), а также питательного и вспомогательного питательного электрических насосов (ПЭН, ВПЭН).

10

Известна конструкция элемента пары трения в «Торцовом уплотнении» (Патент 2056559, F16J15/34, опубл. 20.03.1996) – неврещающее кольцо пары трения, где на его торцевой поверхности выполнен рабочий поясok в виде осевого выступа осесимметричной формы, причем внутренняя и внешняя боковые поверхности осевого выступа образованы двумя дугами одинакового радиуса, центры которых расположены на двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через ось неврещающегося кольца трения симметрично относительно последней, и при этом центры радиусов дуг, которые образуют внутреннюю боковую поверхность, смещены от оси кольца трения к этой поверхности, а другие центры – наоборот. Причем все центры радиусов дуг расположены на окружности, диаметр которой не меньше максимальной ширины выступа.

15

20

25

Недостатком этой конструкции является сложность выполнения геометрии формы пояска, образованной двумя дугами, центры которых расположены на двух взаимно перпендикулярных плоскостях. При этом сама форма пояска получается неравномерной ширины и сложной конфигурации, а надежность торцового уплотнения значительно зависит от равномерно выполненной ширины контактной поверхности колец пары трения и профиля пояска.

- Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому техническому решению является конструкция элемента пары трения «Торцового уплотнения для главного циркуляционного насоса атомных энергетических станций» (Патент SU N« 1162279, F16J 15/34, опубл. 15.06.1993), –
- 5 невращающееся уплотнительное кольцо, установленное в неподвижном корпусе, поджимаемое пружинами к вращающемуся уплотнительному кольцу подвижного корпуса. Невращающееся уплотнительное кольцо выполнено с постоянным по ширине и с переменным по радиусу осесимметричным профилем замкнутого пояска, торец которого контактирует с поверхностью противоположного кольца.
- 10 Ширина пояска задана равной половине ширины зоны его контакта с поверхностью противоположного кольца, а профиль пояска ограничен сопряженными волнистыми линиями, образующими осесимметричный профиль, размещенный между концентричными окружностями, ограничивающими зону контакта колец.
- 15 В виду того, что геометрия формы пояска описана волнистыми образующими, ограниченными только наружным и внутренним диаметрами кольца, поэтому недостаток заключается в том, что заданные ограничения не являются достаточными для выполнения оптимальной формы пояска. К тому же выполнение профиля пояска недостаточно плавным приводит к концентрации на
- 20 кромке пояска локальных напряжений из-за нелинейного распределения давления в зазоре, что соответственно приведет к неравномерности удельного нагружения по ширине контактной поверхности и охрупчиванию пояска.

Задачей, положенной в основу изобретения, является дальнейшее

25 усовершенствование формы элемента пары трения уплотняющего устройства при одновременном повышении надежности пары трения торцового уплотнения и увеличении ресурсных показателей ее работы.

Для решения поставленной задачи с целью оптимизации предлагается выполнение волнистых линий, образующих контур профиля контактного пояска элемента известной конструкции пары трения торцового уплотнения, дополнить конструктивными ограничениями.

- 5 Согласно известной конструкции пары трения на невращающемся уплотнительном кольце (ответной части пары трения) изготовлен замкнутый контактный поясок, торец которого предназначен для контакта с поверхностью противоположного уплотнительного кольца. Контактный поясок выполнен с постоянным по ширине и с переменным по радиусу осесимметричным профилем.
- 10 Профиль контактного пояска образован сопряжением волнистых линий, размещенных между концентрическими окружностями, ограничивающими зону контакта уплотнительных колец. Причем ширина контактного пояска задана равной половине ширины зоны, ограниченной этими концентрическими окружностями.
- 15 Первое предлагаемое конструктивное ограничение – условие равенства соответствующих радиусов окружностей, образующих две сопряженные дуги параллельных волнистых линий в каждом секторе осесимметричного профиля контактного пояска, где центры волнообразующих окружностей расположены на линиях, ограничивающих этот сектор и проходящих через центр невращающегося
- 20 уплотнительного кольца, вне зоны, ограниченной концентрическими окружностями. При этом гребень волнистого профиля должен касаться внешней концентрической окружности зоны контакта уплотнительных колец, а подошва волнистого профиля – внутренней концентрической окружности.

- Второе конструктивное ограничение – соотношение диаметров
- 25 концентрических окружностей, ограничивающих зону контакта уплотнительных колец в торцовом уплотнении, то есть соотношение наружного D и внутреннего d диаметров как $D/d = 1,25$.

Предлагаемое выполнение контура профиля контактного пояска с дополнительными конструктивными ограничениями на элементе пары трения торцевого уплотнения, исходя из экспериментальных исследований, является оптимальным.

5

Технический результат заключается в снижении показателей охрупчивания контактного пояска на невращающемся уплотнительном кольце (элементе пары трения) и в увеличении его износостойкости.

Технический результат достигается за счет выполнения контура профиля контактного пояска оптимальной формы, что делает профиль оптимально плавным и тем самым снижаются концентрации локальных напряжений на кромке контактного пояска.

При использовании настоящего изобретения одновременно достигаются повышение надежности пары трения торцевого уплотнения и увеличение ресурсных показателей ее работы.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежами, представленными на фиг. 1-2:

фиг. 1 – элемент пары трения (невращающееся уплотнительное кольцо) с предлагаемой формой осесимметричного контактного пояска;

20

фиг. 2 – сектор невращающегося уплотнительного кольца.

Элемент пары трения торцевого уплотнения (фиг. 1), выполненный в виде невращающегося уплотнительного кольца 1 с выступом – контактным пояском 2 с волнистым профилем. Внешняя 3 и внутренняя 4 боковые поверхности контактного пояска 2 (параллельные волнистые линии) образованы сопряженными между собой дугами (фиг. 2) с радиусами R_1 и r_2 и соответственно

25

R_1 и R_2 ; В каждом секторе осесимметричного профиля. При этом центры приложения этих радиусов M и N расположены на линиях, ограничивающих сектор и проходящих через центр невращающегося уплотнительного кольца 1 (O), вне зоны контакта уплотнительных колец в паре трения. Зона контакта ограничена внешней и внутренней концентрическими окружностями с наружным D и внутренним d диаметрами соответственно. Соотношение наружного D и внутреннего d диаметров концентрических окружностей равно 1,25. При этом контактный поясok 2 изготовлен постоянным по ширине и равным половине ширины зоны, ограниченной этими концентрическими окружностями.

10 В силу того, что контактный поясok 2 является осесимметричным, на фиг. 2 представлен ограниченный углом γ один из секторов, на которые равно поделен контактный поясok 2. В секторе та часть внешней 3 боковой поверхности контактного пояска 2, которая является гребнем волны, выполнена прилегающей к окружности с наружным D диаметром, а та часть внутренней 4 боковой поверхности контактного пояска 2, которая является подошвой волны, выполнена прилегающей к окружности с внутренним d диаметром. Таким образом, угол γ является центральным углом каждого повторяющегося сектора волнистого профиля контактного пояска 2 и равен

$$\gamma = 360 / p,$$

20 где p – радиальный шаг перемены радиусов профиля контактного пояска 2, равный количеству равных между собой по площади секторов контактного пояска 2 и является четным числом из соблюдения условия осесимметричности.

Целесообразно, чтобы значение p было выбрано из оптимального ряда чисел: 6, 10, 12, 18 с учетом условия осесимметричности и здравого смысла.

25 Центры построения окружностей, образующих две сопряженные дуги каждой волнистой линии профиля контактного пояска 2 в одном секторе,

расположены вне зоны, ограниченной концентрическими окружностями с наружным D и внутренним d диаметрами.

В связи с тем что, изготовление элемента пары трения торцевого уплотнения выполняется на токарно-фрезерном обрабатывающем станке с числовым программным управлением, то выбор и расчет основных параметров для построения контура профиля элемента пары трения торцевого уплотнения, необходимый для программирования траектории движения инструментов станка, выполняются в следующей последовательности:

Предварительно уже рассчитана номинальная площадь контакта уплотнительных колец в паре трения торцевого уплотнения, которая является площадью контактного пояска 2 с волнистым профилем. Ее определяют расчетным путем исходя из условий работы торцевого уплотнения, таких как: давление рабочей среды, частота вращения, материалы пары трения, и т. д. В основе определения площади лежит требование к обеспечению достаточности площади контактной поверхности для предотвращения протечек с одной стороны, и необходимость обеспечения минимального трения с другой.

Исходя из конструктивных особенностей насосного агрегата, в частности диаметра вала насоса, наружный D и внутренний d диаметр невращающегося уплотнительного кольца 1, а соответственно концентрических окружностей, ограничивающих зону контакта, были заданы при проектировании. При этом окружность с наружным D диаметром ограничивает внешнюю 3 боковую поверхность контактного пояска 2, а окружность с внутренним d диаметром ограничивает внутреннюю 4 боковую поверхность контактного пояска 2. Причем с точки зрения проектирования торцевого уплотнения одним из первых параметров был определен внутренний d диаметр, так как он напрямую зависит от размеров вала насоса.

Задается соотношение диаметров концентрических окружностей , ограничивающих зону контакта уплотнительных колец в торцовом уплотнении . Экспериментально было установлено , что целесообразно использовать соотношение наружного D и внутреннего d диаметров как $D/d = 1,25$.

- 5 Соотношение диаметров подобрано исходя из принципа сохранения площади контактного пояска при любом исполнении невращающегося уплотнительного кольца . Увеличение значения соотношения приводит к увеличению значения площади контактного пояска 2 и уменьшению радиального шага перемены радиусов профиля контактного пояска 2. В связи с этим увеличивается
- 10 площадь неконтактных зон на невращающемся уплотнительном кольце 1. В случае , когда значение соотношения меньше 1,25, то площадь контактного пояска 2 уменьшается , вследствие чего , для сохранения заданной номинальной площади контакта уплотнительных колец необходимо увеличить внутренний d диаметр или
- 15 увеличить радиальный шаг перемены радиусов профиля контактного пояска. Увеличение значения внутреннего d диаметра приводит к вынужденному переразмериванию невращающегося уплотнительного кольца 1, а
- увеличение количества секторов контактного пояска 2 приводит к уменьшению площади неконтактных зон , фактически устремляя волнистый профиль контактного пояска 2 к окружности . Таким образом , значение соотношения 1,25
- 20 является оптимальным с точки зрения соотношения высоты волнистости профиля контактного пояска 2, количества повторяющихся секторов и размеров невращающегося уплотнительного кольца 1, при котором достигается еще и оптимальный расход материала пары трения .

- Обязательным является условие равенства соответствующих радиусов
- 25 окружностей , образующих две сопряженные дуги параллельных волнистых линий в каждом секторе осесимметричного профиля контактного пояска 2.

Соответственно радиус R_n построения для контактного пояска 2, образующего дугу, являющуюся гребнем волнистой линии профиля контактного пояска 2, равен :

$$R_n = R_1 = R_2, \quad (1)$$

5, а радиус r_n построения, образующий дугу, являющуюся впадиной волнистой линии профиля контактного пояска 2, равен :

$$r_n = r_1 = r_2.$$

$$\text{Причем} \quad r_n = R_n - b, \quad (2)$$

где b - ширина контактного пояска 2.

10 Радиус R_n построения для контактного пояска 2 - это основной параметр для расчета координат точки -адреса (координат траектории опорных точек по заданным параметрам) контура профиля контактного пояска 2 системой числового программного управления станка.

Зная значения наружного D и внутреннего d диаметров невращающегося
15 уплотнительного кольца 1, находят величину радиуса R_n построения для контактного пояска 2. Для этого рассматривают сектор невращающегося уплотнительного кольца 1 и треугольник OMN (фиг. 2), образованный центром невращающегося уплотнительного кольца 1 (O), а также центрами построения окружностей, образующих две сопряженные дуги каждой волнистой линии -
20 контура профиля контактного пояска 2 (M и N).

Принимают следующие обозначения :

- сторона OM (A) - прямая, соединяющая центр невращающегося
уплотнительного кольца 1 и центр радиусов, образующих в секторе часть кольца
волнистого профиля контактного пояска 2, примыкающего к внешнему D
25 диаметру невращающегося уплотнительного кольца 1;

- сторона ON (B) - прямая, соединяющая центр невращающегося
уплотнительного кольца 1 и центр радиусов, образующих в секторе часть кольца

волнистого) профиля (контактного) пояса . 2, примыкающего , к: внутреннему . d) диаметру невращающегося (уплотнительного) кольца . 1;

- γ – угол (между прямыми (OM и ON, где: $\gamma = 360^\circ/n$;

- сторона . MN (C) равна . сумме . радиусов . R_n и r_n ,

- 5 Из условия , что ширина . b контактного . 2, пояса . 2, равна . половине . ширины . зоны . контакта , следует :

$$b = (D - d)/4,$$

где: D и d – соответственно . наружный . D и внутренний . d диаметры

концентрических . окружностей , ограничивающие . зону . контакта .

- 10 По теореме косинусов :

$$c^2 = b^2 + a^2 - 2ba \cos \gamma , \quad (3)$$

и учитывая , что

$$a = D/2 - R_n,$$

$$b = d/2 + R_n,$$

- 15
$$c = R_n + (R_n - (D - d)/4) = 2 R_n - (D - d)/4,$$

тогда

$$(2 R_n - (D - d)/4)^2 = (D/2 - R_n)^2 + (d/2 + R_n)^2 - 2(D/2 - R_n)(d/2 + R_n) \cos \gamma . \quad (4)$$

Обозначая $\cos \gamma$ через k, получают квадратное уравнение

- 20
$$2(1 - k) R_n^2 + k (D - d)R_n + (0,5k - 0,125)Dd - 0,1875(D^2 + d^2) = 0. \quad (5)$$

Теперь задают значение первого n.

Например , n = 18. Соответственно $\gamma = 20^\circ$ и $\cos 20^\circ = k = 0,9397$.

Так как значения наружного . D и внутреннего . d диаметров нам известны и задано их соотношение $D=1,25d$, то значение величины радиуса R_n находят как

- 25 корень квадратного уравнения :

$$R_{\Pi} = \frac{-k \frac{0,25d}{2} \pm \sqrt{\left(k \frac{0,25d}{2}\right)^2 - 2(1-k)(0,5k - 0,125) \cdot 0,25d^2 - 0,1875(2,5625c/3^2)}}{2(1-k)} \quad (6)$$

Потом вычисляют R_{Π} по формуле (2).

Далее находят значение величины центрального угла α_2 части кольца волнистого профиля контактного пояска 2, касающегося внутреннего диаметра d невращающегося уплотнительного кольца 1 в секторе, которое можно найти по теореме косинусов:

$$A^2 = B^2 + C^2 - 2BC \cos \alpha_2$$

Учитывая, что значение центрального угла α_1 другой части кольца волнистого профиля контактного пояска 2, касающегося наружного диаметра D невращающегося уплотнительного кольца 1 в секторе, можно найти из системы уравнений:

$$\begin{cases} \omega = 180^\circ - \alpha_2 - \gamma \\ \alpha_1 = 180^\circ - \omega \end{cases} \quad (7)$$

отсюда

$$\alpha_1 = \alpha_2 + \gamma$$

Затем для первого n вычисляют площадь контактного пояска 2 по формуле:

$$S = n \cdot \pi \cdot \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{360^\circ} \cdot \left(2R_{\Pi} - \frac{D-d}{4}\right) \cdot \left(\frac{D-d}{4}\right), \quad (8)$$

тогда

$$\begin{aligned} S &= n \cdot \pi \cdot \frac{2\alpha_2 + \gamma}{360^\circ} \cdot \left(2R_{\Pi} - \frac{D-d}{4}\right) \cdot \left(\frac{D-d}{4}\right) = \\ &= n \cdot \pi \cdot \frac{2\alpha_2 + \gamma}{360^\circ} \cdot \left(2R_{\Pi} - \frac{0,25d}{4}\right) \cdot \left(\frac{0,25d}{4}\right). \end{aligned} \quad (9)$$

Полученное значение площади контактного пояска 2 для первого p сравнивают с заданным значением номинальной площади контактного пояска 2, определяя насколько максимально близко оно к нему .

Повторяют вышеописанный расчет для следующего p , выбирая p в большую или меньшую сторону , до тех пор , пока максимально не совпадут значения площадей , что позволит определиться с необходимым количеством секторов .
Путем приближения рассчитанной площади к номинальной будет определен оптимальный p - радиальный шаг перемены радиусов профиля контактного пояска , для которого радиусы построения волнистых линий R_n и r_n уже
10 вычислены .

Выполненный с такими конструктивными ограничениями контур профиля контактного пояска на невращающемся уплотнительном кольце делает форму элемента пары трения торцового уплотнения оптимальной , что позволяет
15 существенно снизить показатели охрупчивания элемента пары трения и увеличить износостойкость , а соответственно , повысить надежность , эффективность и ресурс наработки торцового уплотнения .

Формула изобретения

1. Элемент пары трения торцового уплотнения, выполненный в виде невращающегося уплотнительного кольца с постоянным по ширине с переменным по радиусу осесимметричным профилем замкнутым контактным пояском, предназначенным для контакта с поверхностью противоположного уплотнительного кольца, причем ширина контактного пояска равна половине ширины зоны контакта, ограниченной концентрическими окружностями, а осесимметричный профиль контактного пояска образован сопряженными волнистыми линиями, размещенными между этими концентрическими окружностями, ограничивающими зону контакта уплотнительных колец, и отличающийся тем, что

волнистые линии, образующие контур профиля контактного пояска, выполнены с условием равенства соответствующих радиусов окружностей, образующих две сопряженные дуги параллельных волнистых линий в каждом секторе осесимметричного профиля контактного пояска, причем центры волнообразующих окружностей расположены на линиях, ограничивающих каждый сектор и проходящих через центр невращающегося уплотнительного кольца, вне зоны, ограниченной концентрическими окружностями, и где каждый гребень волнистого профиля выполнен касающимся внешней концентрической окружности зоны контакта уплотнительных колец, а каждая подошва волнистого профиля – внутренней концентрической окружности, а также при соотношении наружного и внутреннего диаметров концентрических окружностей, ограничивающих зону контакта уплотнительных колец в торцовом уплотнении, равном 1,25,

при этом основной параметр для построения контура профиля контактного пояска вычислен по формуле

$$\tilde{R}_{\Pi} = \frac{-k \frac{0,25d}{2} \pm \sqrt{\left(k \frac{0,25d}{2}\right)^2 - 2(1-k)(0,5k - 0,125)1,25d^2 - 0,1875(2,5625;d^2)}}{2(1-k)}$$

, а площадь контакта торцового уплотнения (по формуле)

$$S = \pi \cdot \pi \cdot \frac{2\alpha(\gamma) + \gamma}{360^\circ} \cdot \left(2R_{\Pi} - \frac{0,25d}{4}\right) \cdot \left(\frac{0,25d}{4}\right)$$

5 , где \tilde{R}_{Π} = радиус построения для контактного пояса, образующего дугу, являющуюся гребнем волнистой линии профиля контактного пояса;

$$k = \cos(\gamma);$$

d = диаметр концентрической окружности, ограничивающей зону контакта уплотнительных колец в паре трения с внутренней стороны, являющийся

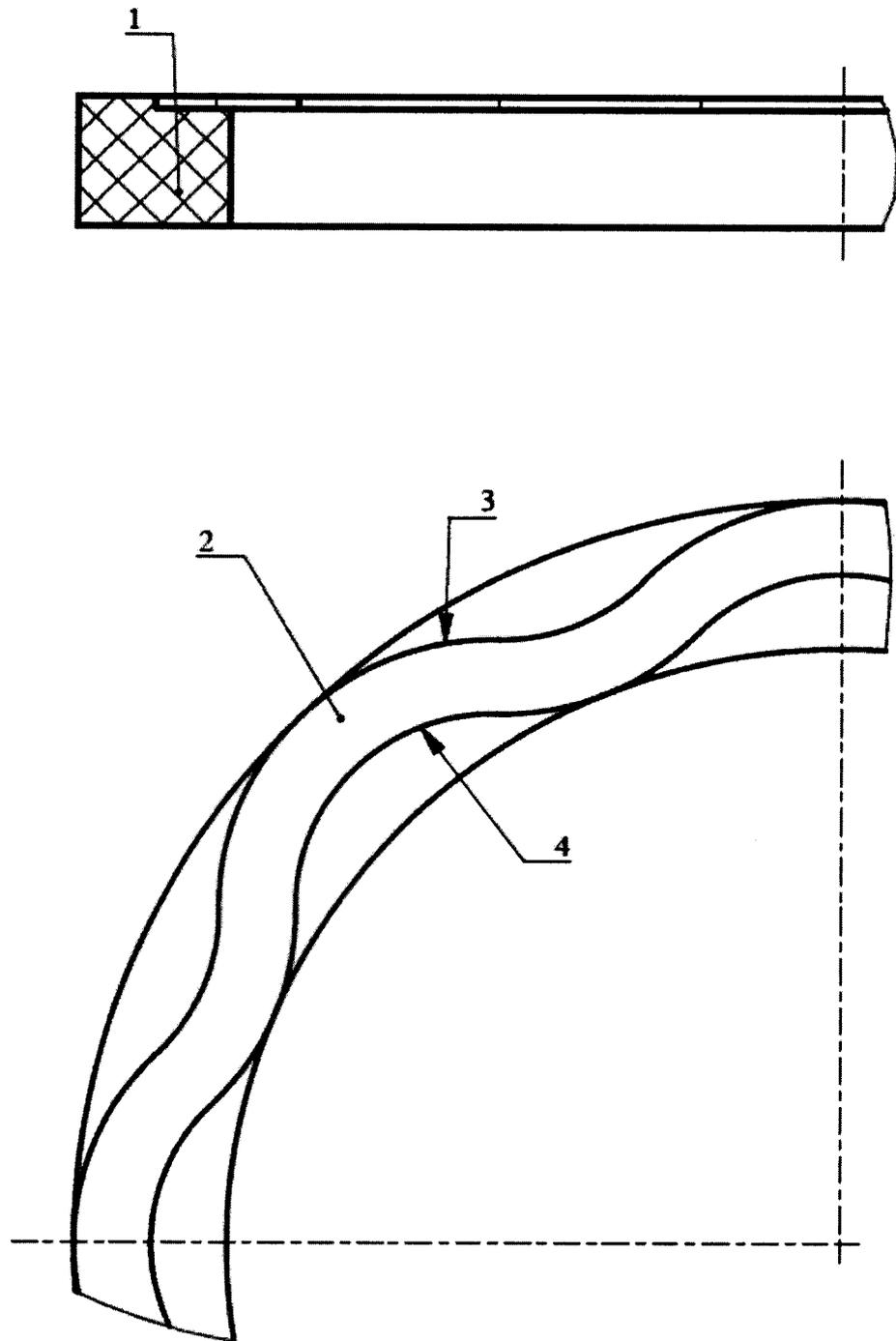
10 одновременно внутренним диаметром невращающегося уплотнительного кольца;

π = радиальный шаг перемены радиусов профиля контактного пояса, оптимальное значение которого определено подбором путем приближения соответствия значения рассчитанной площади к значению номинальной площади контактного пояса;

15 $\alpha(\gamma)$ = центральный угол части кольца волнистого профиля контактного пояса, касающегося внутреннего диаметра невращающегося уплотнительного кольца в секторе;

γ = центральный угол сектора волнистого профиля контактного пояса.

20



Фиг.1

