



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009147651/02, 21.12.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.12.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.12.2009

(43) Дата публикации заявки: 27.06.2011 Бюл. № 18

(45) Опубликовано: 20.12.2011 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2039631 C1, 20.07.1995. RU 2346068 C2, 10.02.2009. RU 2342222 C2, 27.12.2008. US 4291089 A, 22.09.1981. US 3879831 A, 29.04.1975.

Адрес для переписки:

450081, г.Уфа, а/я 20, ООО "НПП
Вакууммаш"

(72) Автор(ы):

Смыслов Анатолий Михайлович (RU),
Смыслов Алексей Анатольевич (RU),
Смыслова Марина Константиновна (RU),
Мингажев Аскар Джамилевич (RU),
Лисянский Александр Степанович (RU),
Бердин Валерий Кузьмич (RU)

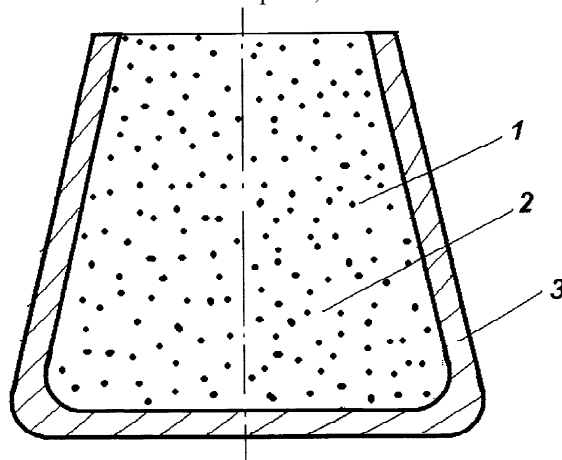
(73) Патентообладатель(и):

Общество с Ограниченной
Ответственностью "Научно-
производственное предприятие
"Вакууммаш" (RU)**(54) СОСТАВНОЙ ЭЛЕМЕНТ ПРИРАБАТЫВАЕМОГО УПЛОТНЕНИЯ ТУРБИНЫ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности к уплотнениям зазоров проточной части турбомашин. Элемент прирабатываемого уплотнения турбины включает несущую часть и прирабатываемую часть, выполненную из частиц порошкового материала, адгезионно соединенных между собой и с несущей частью, составляющей основание элемента уплотнения. Несущая часть выполнена в поперечном сечении в виде U-образного металлического элемента и охватывает прирабатываемую часть, с обеспечением доступа ответной детали к прирабатываемой части уплотнения без контакта ответной детали с несущей частью уплотнения. Прирабатываемая часть получена из механической смеси порошкового сплава состава: Cr - от 10,0 до 18,0%, Mo - от 0,8 до 3,7%, Fe, или Ti, или Cu, или их комбинации - остальное и порошкового

гексагонального нитрида бора в количестве от 0,5% до 10,0% от смеси. Технический результат - повышение прирабатываемости, механической прочности и износостойкости уплотнения, снижение трудоемкости изготовления. 21 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B22F 7/02 (2006.01)
F01D 11/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009147651/02, 21.12.2009**

(24) Effective date for property rights:
21.12.2009

Priority:

(22) Date of filing: **21.12.2009**

(43) Application published: **27.06.2011 Bull. 18**

(45) Date of publication: **20.12.2011 Bull. 35**

Mail address:

450081, g.Ufa, a/ja 20, OOO "NPP Vakuummash"

(72) Inventor(s):

**Smyslov Anatolij Mikhajlovich (RU),
Smyslov Aleksej Anatol'evich (RU),
Smyslova Marina Konstantinovna (RU),
Mingazhev Askar Dzhamilevich (RU),
Lisjanskij Aleksandr Stepanovich (RU),
Berdin Valerij Kuz'mich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s Ogranichennoj Otvetstvennost'ju
"Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie
"Vakuummash" (RU)**

(54) COMPOSITE ELEMENT OF WORN-IN TURBINE SEAL

(57) Abstract:

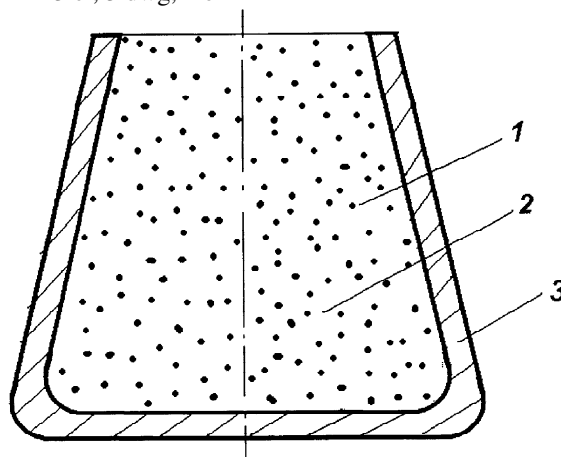
FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention is related to machine-building, in particular, to sealing gaps in turbomachine flow paths. An element of a worn-in turbine seal comprises a bearing part and a worn-in part made of powder material particles that are adhesively connected to each other and to the bearing part that makes up the sealing element base. The bearing part is made in its cross section as a U-shaped metal element and covers the worn-in part, with provision of access of a response part to the worn-in part of the seal without contact of the response part with the bearing part of the seal. The worn-in part is produced from a mechanical mixture of a powder alloy with the following composition: Cr - from 10.0 to 18.0%, Mo - from 0.8 to 3.7%, Fe or Ti or Cu, or their combinations - balance, and powder hexagonal boron nitride in amount from 0.5%

to 10.0% of the mixture.

EFFECT: higher wear-in, mechanical strength and wear resistance of a deal, reduced labour intensiveness of manufacturing.

23 cl, 3 dwg, 1 ex



Фиг.1

Изобретение относится к машиностроению, в частности к уплотнениям зазоров проточной части турбомашин, длительно работающих в условиях повышенных температур и высокочастотных вибраций.

5 Эффективность работы газотурбинных двигателей и установок, а также паровых турбин зависит от герметичности уплотнения между вращающимися лопатками и внутренней поверхностью корпуса в вентиляторе, компрессоре и турбине. Одним из основных видов подобных уплотнений являются истираемые уплотнения, герметичность которых обеспечивается за счет прорезания выступами на торцах
10 лопаток канавок в истираемом уплотнительном материале. Уплотнения турбин выполняют, например, используя плетеные металлические волокна, соты [патент США N 5080934, МПК F01D 11/08, 427/271, 1991] или спеченные металлические частицы. Приработка этих уплотнений происходит за счет его высокой пористости и его низкой прочности. Последнее обуславливает невысокую эрозионную стойкость
15 уплотнительных материалов, что приводит к быстрому износу уплотнения. В качестве прирабатываемых уплотнений в современных двигателях и установках используют также газотермические покрытия, имеющие, по сравнению с вышеописанными материалами, меньшую трудоемкость изготовления.

20 Известно прирабатываемое уплотнение турбомашин [патент США №4291089], получаемое методом газотермического напыления порошкового материала. При этом уплотнение формируется в виде покрытия, которое наносится непосредственно на кольцевой элемент корпуса турбомашин в зону уплотнения между корпусом и лопаткой.

25 Недостатком известного уплотнения является невозможность одновременного обеспечения высокой прирабатываемости и износостойкости покрытия.

Известно также прирабатываемое уплотнение турбомашин [патент США №4936745], выполненное в виде высокопористого керамического слоя с пористостью
30 от 20 до 35 объемных %.

Недостатком известного уплотнения является низкая эрозионная стойкость и прочность.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому является составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины,
35 включающий несущую часть и прирабатываемую часть, выполненную из частиц порошкового материала, адгезионно соединенных между собой и составляющей его основание несущей частью [патент РФ №2039631, МПК B22F 3/10. Способ изготовления истираемого материала, 1995]. При этом уплотнение включает
40 порошковый наполнитель, составляющий основу материала уплотнения, и добавки. Порошковый материал заполнен в сотовые ячейки и спечен в вакууме или защитной среде. В качестве гранулированного порошкового материала использован материал состава Cr-Fe-Nb-C-Ni.

Известное прирабатываемое уплотнение турбомашин [патент РФ №2039631,
45 МПК B22F 3/10. Способ изготовления истираемого материала, 1995] используется для уплотнения, которое выполнено в виде жестко соединенного со статором слоя сотовой структуры. При соприкосновении выступов на торце лопатки с сотовой структурой острые кромки гребешков притупляются, что приводит к снижению
50 эффективности уплотнения. При этом слой сотовой структуры может быть закреплен на элементе турбомашин методом сварки или пайки [например, патент РФ №2277637, МПК F01D 11/08, 2006 г.].

Процесс изготовления и прикрепления сотовой структуры достаточно сложен,

трудоемок, а также связан с большими временными затратами. При этом сотовая структура может быть соединена как с кольцевым элементом турбомашин, так и с отдельными, образующими кольцо элементами-вставками [например, патент РФ 2287063, МПК F01D 11/08, 2006 г.].

5 Недостатками прототипа являются невозможность одновременного обеспечения высокой прирабатываемости, механической прочности и износостойкости материала уплотнения, а также необходимость использования сотовых ячеек.

10 В этой связи использование уплотнения, не содержащего слоя сотовой структуры, а выполненного из монолитного материала, допускающего врезание в него выступов лопатки и снижающего их износ в процессе эксплуатации, привело бы к дальнейшему повышению эффективности работы турбомашин.

15 Техническим результатом заявляемого изобретения является одновременное обеспечение высокой прирабатываемости, механической прочности и износостойкости уплотнения, а также снижения трудоемкости его изготовления.

20 Технический результат достигается тем, что составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины, включающий несущую часть и прирабатываемую часть, выполненную из частиц порошкового материала, причем частицы порошкового материала прирабатываемой части адгезионно соединены между собой и несущей частью, составляющей основание элемента уплотнения, в отличие от прототипа несущая часть выполнена в поперечном сечении в виде U-образного металлического элемента и охватывает прирабатываемую часть с обеспечением доступа ответной детали к прирабатываемой части уплотнения без контакта ответной детали с несущей частью уплотнения, а прирабатываемая часть получена из механической смеси порошкового сплава состава: Cr - от 10,0 до 18,0%, Mo - от 0,8 до 3,7%, Fe, или Ti, или Cu, или их комбинации - остальное и порошкового гексагонального нитрида бора в количестве от 0,5% до 10,0% от смеси, а прирабатываемая часть выполнена из механической порошковой смеси с размерами частиц порошка от 15 мкм до 180 мкм.

25 Технический результат достигается также тем, что в составном элементе прирабатываемого уплотнения турбины U-образный элемент несущей части может быть выполнен в виде U-образной трапеции, а стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции и преломляющиеся относительно их плоскости на угол от 5° до 45°, или стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции, а в качестве материала дополнительных стенок использован прирабатываемый материал.

40 Технический результат достигается также тем, что в составном элементе прирабатываемого уплотнения турбины размеры частиц порошка гексагонального нитрида бора составляют менее 1 мкм, а материал прирабатываемой части дополнительно содержит: от 0,4% до 3% BaSO₄ и/или от 0,4% до 3% углерода.

45 Технический результат достигается также тем, что составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины выполнен спеканием в вакууме или защитной среде при температуре от 950°C до 1250°C, при этом в качестве защитной среды использован: CO и/или CO₂ и/или спекание осуществлено в вакууме не хуже 10⁻² мм рт.ст. или адгезионное соединение между собой частиц порошкового материала получено его газотермическим нанесением на внутреннюю часть U-образного элемента.

50 Технический результат достигается также тем, что в составном элементе прирабатываемого уплотнения турбины материал прирабатываемой части

дополнительно содержит: Са в пределах от 0,01 до 0,2% и/или СаF₂ в количестве от 4 до 11%.

Технический результат достигается также тем, что составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины выполнен в виде брусков, размерами и формой обеспечивающих при их соединении формирование полного торцевого уплотнения турбомашин, при этом размеры элемента могут составлять: длина от 20 мм до 700 мм, ширина от 10 мм до 70 мм, высота от 5 мм до 50 мм и радиус кривизны по длине элемента по его притираемой поверхности от 200 мм до 2000 мм, а отношение площади прирабатываемой части к несущей части элемента по его поперечному сечению может составлять: от 1:20 до 10:1.

Исследованиями авторов было установлено, что в определенных условиях возможно создание материала для уплотнений, обладающего, с одной стороны, достаточно высокими механической прочностью и износостойкостью, позволяющими изготавливать из него элементы уплотнений, не разрушающиеся в условиях эксплуатации, а с другой - обладать высокой прирабатываемостью. Совмещение высокой механической прочности и прирабатываемости в разработанном уплотнении объясняется, в частности, тем, что адгезионная прочность частиц наполнителя, образующего материал, весьма высока, тогда как в результате мгновенного ударно-теплового воздействия в условиях эксплуатации уплотнения на отдельную частицу наполнителя кинетическая энергия удара переходит в тепловую энергию. Поэтому адгезионная прочность на границе рассматриваемой частицы резко снижается, и в результате удара происходит его отрыв. В целом же процесс прирабатываемости уплотнения складывается из совокупности единичных процессов отрыва частиц наполнителя в результате снижения адгезионной прочности на границе каждой частицы. Кроме того, отрыв и унос частицы приводит к отводу излишней теплоты из зоны приработки и не позволяет нагреваться основной массе материала. При этом функциональное разделение прирабатываемого элемента на прирабатываемую и несущую части существенно увеличивает прочностные его характеристики. Кроме того, использование порошкового материала для получения как прирабатываемой, так и несущей частей уплотнения позволяет за счет применения только одного из видов спекания порошковых материалов в значительной степени (например, в отличие от использования сотовых структур) снизить трудоемкость изготовления уплотнений.

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг.1-3 показаны варианты выполнения составного элемента прирабатываемого уплотнения турбины в поперечном сечении. На фиг.1 показан U-образный элемент несущей части, выполненный из легированной стали в виде U-образной трапеции. На фиг.2 показан элемент, в котором стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции и преломляющиеся относительно их плоскости на угол α от 5° до 45°. На фиг.3 показан элемент, в котором стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции, а в качестве материала дополнительных стенок использован прирабатываемый материал. Фигуры 1-3 содержат: 1 - составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины; 2 - прирабатываемая часть; 3 - несущая часть (U-образный элемент несущей части, в виде U-образной трапеции); 4 - дополнительные стенки; 5 - дополнительные стенки из прирабатываемого материала; α - угол преломления при переходе от верхней части стенки U-образной трапеции к дополнительной стенке (α от 5° до 45°).

Пример. В качестве материалов для получения элемента прирабатываемого уплотнения использовался металлический порошок следующих составов.

Для прирабатываемой части: 1) Cr - 10,0%, Mo - от 0,8%, Fe - остальное; 2) Cr - 14,3%, Mo - 2,6%, Fe - остальное; 3) Cr - 16,0%, Mo - 3,7%, Fe - остальное. Размеры частиц составляли величины: 15 мкм; 30 мкм; 63 мкм; 100 мкм; 160 мкм; 180 мкм. Исходный порошковый материал дополнительно содержал гексагональный нитрид бора (BN) размерами частиц порошка менее 1 мкм в количестве: 0,5%; 1,0%; 5,0%; 7,0%; 10,0%. Кроме того, были использованы порошковые материалы вышеуказанных составов с дополнительными добавками следующих компонентов: 1) BaSO₄: 0,4%; 1,2%; 3%; 2) углерод: 0,4%; 0,8%; 2,1%; 3%; 3) дополнительный углерод: 0,01%; 0,05%; 0,1%; 0,2%; 4) CaF₂: 4%; 6%; 8%; 11%.

Для несущей части: 1) Cr - 10,0%, Mo - от 0,8%, Fe - остальное; 2) Cr - 14,3%, Mo - 2,6%, Fe - остальное; 3) Cr - 16,0%, Mo - 3,7%, Fe - остальное. Размеры частиц составляли величины: 15 мкм; 30 мкм; 63 мкм; 100 мкм; 160 мкм; 180 мкм.

Размеры элемента уплотнения составляли: длина: 20 мм; 50 мм; 100 мм; 250 мм; 500 мм; 700 мм; ширина: 10 мм; 15 мм; 22 мм; 40 мм; 70 мм; высота: 5 мм; 11 мм; 23 мм; 30 мм; 50 мм; радиус кривизны по длине элемента, по его притираемой поверхности: 50 мм; 200 мм; 600 мм; 1200 мм; 2000 мм; 4000 мм; 8000 мм.

Элемент прирабатываемого уплотнения был изготовлен спеканием в вакууме и защитной среде. Спекание одной части заготовок проводили при температуре 1200±100°C в вакуумной электропечи ОКБ 8086 при остаточном давлении в камере не хуже 10⁻² мм рт.ст., а другой части - при той же температуре в среде газа: 1) СО; 2) СО₂; 3) смеси газов СО и СО₂ в соотношениях объемных процентов: 10%: 90%; 25%: 75%; 10%: 90%; 50%: 50%; 75%: 25%; 90%: 10%. Давление прессования при изготовлении заготовок прирабатываемого уплотнения для всех вариантов было равным: 40 кгс/мм²; 50 кгс/мм²; 60 кгс/мм²; 70 кгс/мм². Механические свойства полученного материала составили: твердость НВ от 137 до 146; σ_в=27,6...36,6 кгс/мм²; σ_т=17,4...24,4 кгс/мм²; КС=1,18...1,58 кгм/см². U-образный элемент был изготовлен из легированной стали Х6.

Результаты испытаний образцов уплотнений из разработанного материала в условиях эксплуатации показали сочетание высоких прочностных характеристик уплотнений с хорошей прирабатываемостью.

Таким образом, составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины, включающий следующие признаки: включающий несущую часть и прирабатываемую часть, выполненную из частиц порошкового материала, причем частицы порошкового материала прирабатываемой части адгезионно соединены между собой и несущей частью, составляющей основание элемента уплотнения; несущая часть выполнена в поперечном сечении в виде U-образного металлического элемента и охватывает прирабатываемую часть с обеспечением доступа ответной детали к прирабатываемой части уплотнения без контакта ответной детали с несущей частью уплотнения; прирабатываемая часть получена из механической смеси порошкового сплава состава: Cr - от 10,0 до 18,0%, Mo - от 0,8 до 3,7%, Fe, или Ti, или Cu, или их комбинации - остальное и порошкового гексагонального нитрида бора в количестве от 0,5% до 10,0% от смеси; U-образный элемент несущей части выполнен из легированной стали в виде U-образной трапеции; прирабатываемая часть выполнена из механической порошковой смеси с размерами частиц порошка от 15 мкм до 180 мкм; стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки,

выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции и преломляющиеся относительно их плоскости на угол от 5° до 45°; стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции, а в качестве материала дополнительных стенок использован прирабатываемый материал; размеры частиц порошка гексагонального нитрида бора составляют менее 1 мкм; материал прирабатываемой части дополнительно содержит от 0,4% до 3% BaSO₄; материал прирабатываемой части дополнительно содержит от 0,4% до 3% углерода; элемент выполнен спеканием в вакууме или защитной среде при температуре от 950°С до 1250°С; в качестве защитной среды использован СО и/или СО₂; спекание осуществлено в вакууме не хуже 10⁻² мм рт.ст.; адгезионное соединение между собой частиц порошкового материала получено его газотермическим нанесением на внутреннюю часть U-образного элемента; материал прирабатываемой части дополнительно содержит углерод в пределах от 0,01 до 0,2%; материал прирабатываемой части дополнительно содержит CaF₂ в количестве от 4 до 11%; элемент выполнен в виде брусков, размерами и формой обеспечивающих при их соединении формирование полного торцевого уплотнения турбомашин; размеры элемента составляют: длина от 20 мм до 700 мм, ширина от 10 мм до 70 мм, высота от 5 мм до 50 мм и радиус кривизны по длине элемента по его притираемой поверхности от 200 мм до 2000 мм или размеры элемента составляют: длина от 50 мм до 250 мм, ширина от 15 мм до 22 мм, высота от 11 мм до 23 мм и радиус кривизны по длине элемента по его притираемой поверхности от 50 мм до 8000 мм; отношение площади прирабатываемой части к несущей части элемента по его поперечному сечению составляет: от 1:20 до 10:1, позволяет достичь поставленного в заявляемом изобретении технического результата - одновременное обеспечение высокой прирабатываемости, механической прочности и износостойкости уплотнения, а также снижения трудоемкости его изготовления.

Формула изобретения

1. Составной элемент прирабатываемого уплотнения турбины, включающий несущую часть и прирабатываемую часть, выполненную из частиц порошкового материала, причем частицы порошкового материала прирабатываемой части адгезионно соединены между собой и с несущей частью, составляющей основание элемента уплотнения, отличающийся тем, что несущая часть выполнена в поперечном сечении в виде U-образного металлического элемента и охватывает прирабатываемую часть с обеспечением доступа ответной детали к прирабатываемой части уплотнения без контакта ответной детали с несущей частью уплотнения, а прирабатываемая часть получена из механической смеси порошкового сплава состава: Cr - от 10,0 до 18,0%, Mo - от 0,8 до 3,7%, Fe или Ti, или Cu, или их комбинации - остальное и порошкового гексагонального нитрида бора в количестве от 0,5% до 10,0% от смеси.

2. Элемент по п.1, отличающийся тем, что U-образный элемент несущей части выполнен из легированной стали в виде U-образной трапеции.

3. Элемент по п.1, отличающийся тем, что прирабатываемая часть выполнена из механической порошковой смеси с размерами частиц порошка от 15 мкм до 180 мкм.

4. Элемент по п.2, отличающийся тем, что прирабатываемая часть выполнена из механической порошковой смеси с размерами частиц порошка от 15 мкм до 180 мкм.

5. Элемент по п.2, отличающийся тем, что стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних

стенок U-образной трапеции и преломляющиеся относительно их плоскости на угол от 5° до 45°.

5 6. Элемент по п.2, отличающийся тем, что стенки U-образной трапеции в верхней части имеют дополнительные стенки, выполненные как продолжение верхних стенок U-образной трапеции, а в качестве материала дополнительных стенок использован прирабатываемый материал.

7. Элемент по любому из пп.3-6, отличающийся тем, что размеры частиц порошка гексагонального нитрида бора составляют менее 1 мкм.

10 8. Элемент по любому из пп.3-6, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит от 0,4% до 3% BaSO₄.

9. Элемент по любому из пп.3-6, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит от 0,4% до 3% углерода.

15 10. Элемент по п.8, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит от 0,4% до 3% углерода

11. Элемент по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что выполнен спеканием в вакууме или защитной среде при температуре от 950°C до 1250°C.

20 12. Элемент по п.11, отличающийся тем, что в качестве защитной среды использован СО и/или СО₂.

13. Элемент по п.11, отличающийся тем, что спекание осуществлено в вакууме не хуже 10⁻² мм рт.ст.

25 14. Элемент по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что адгезионное соединение между собой частиц порошкового материала получено его газотермическим нанесением на внутреннюю часть U-образного элемента.

15. Элемент по любому из пп.3-6, 10, 12, 13, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит углерод в пределах от 0,01 до 0,2%.

30 16. Элемент по п.7, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит углерод в пределах от 0,01 до 0,2%.

17. Элемент по п.8, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит углерод в пределах от 0,01 до 0,2%.

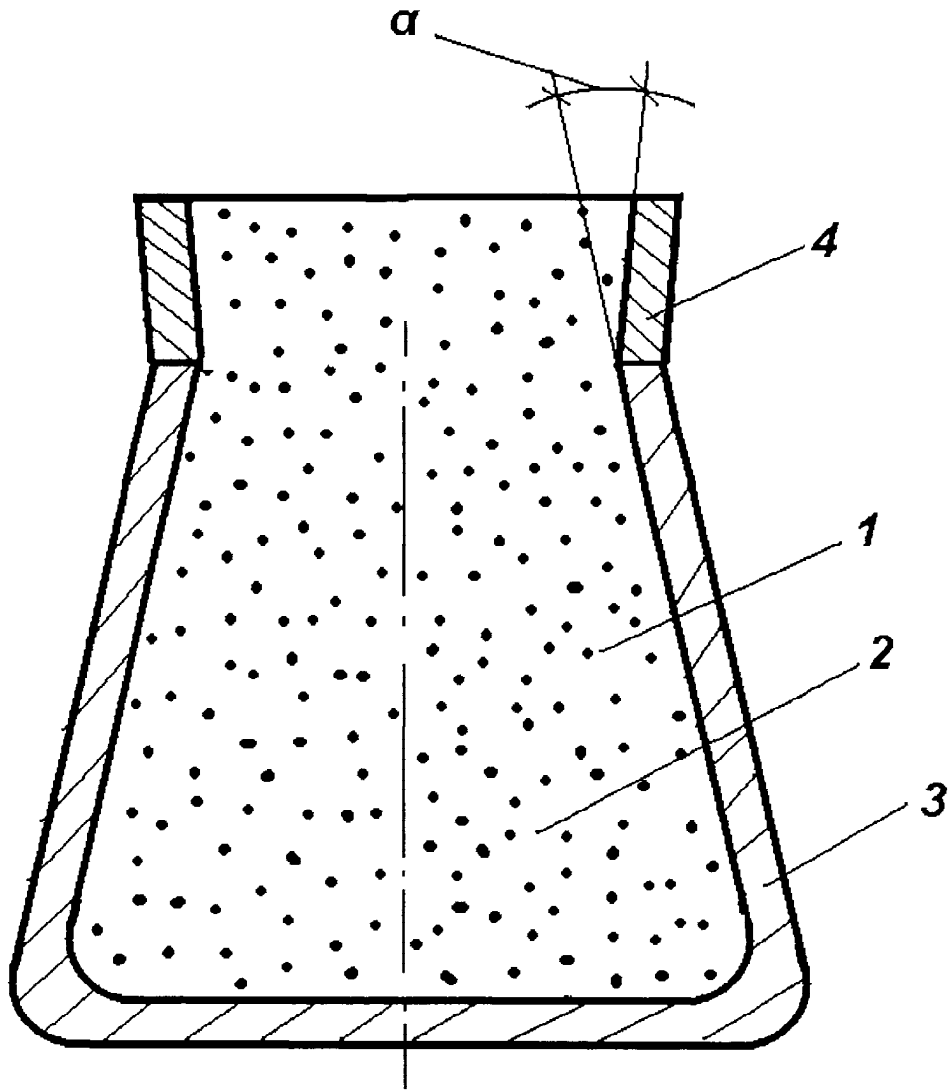
35 18. Элемент по любому из пп.3-6, 10, 12, 16, 17, отличающийся тем, что материал прирабатываемой части дополнительно содержит CaF₂ в количестве от 4 до 11%.

19. Элемент по любому из пп.3-6, 10, 12, 16, 17, отличающийся тем, что элемент выполнен в виде брусков с размерами и формой, обеспечивающими при их соединении формирование полного торцевого уплотнения турбомашин.

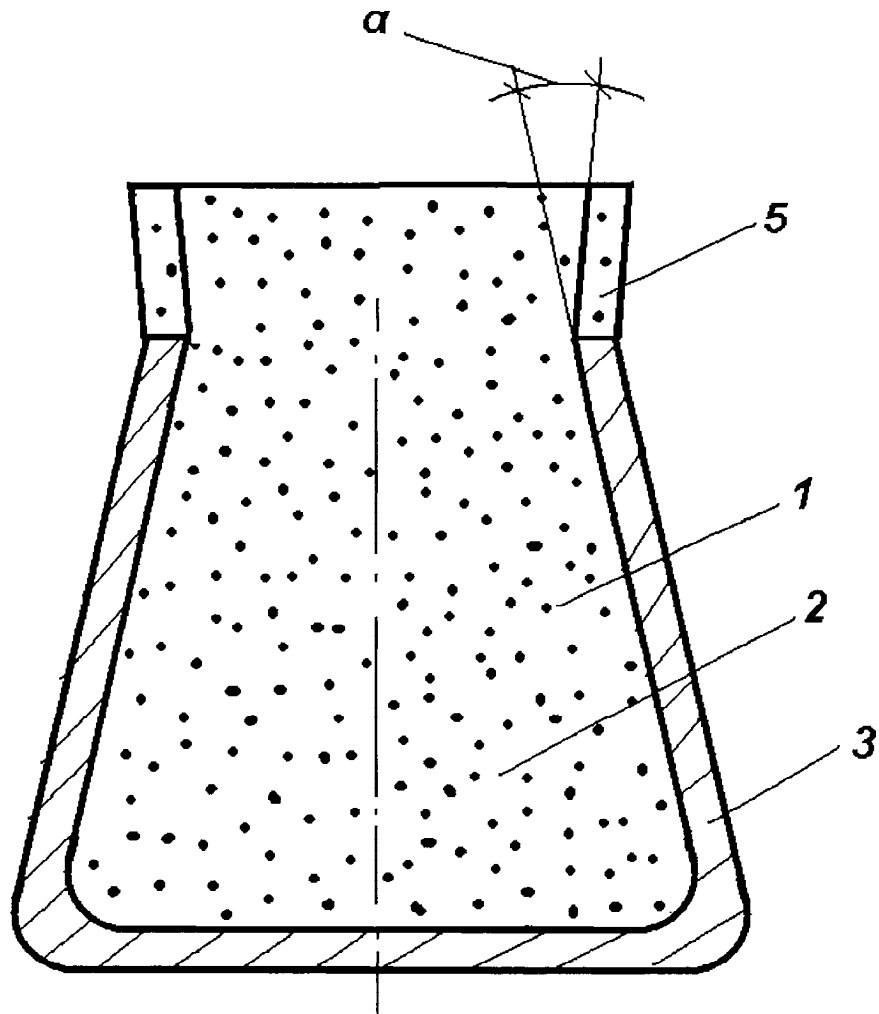
40 20. Элемент по п.19, отличающийся тем, что размеры элемента составляют: длина от 20 мм до 700 мм, ширина от 10 мм до 70 мм, высота от 5 мм до 50 мм и радиус кривизны по длине элемента, по его притираемой поверхности от 200 мм до 2000 мм.

21. Элемент по п.19, отличающийся тем, что размеры элемента составляют: длина от 50 мм до 250 мм, ширина от 15 мм до 22 мм, высота от 11 мм до 23 мм и радиус кривизны по длине элемента, по его притираемой поверхности от 50 мм до 8000 мм.

45 22. Элемент по любому из пп.1-6, 10, 12, 16, 17, 20, 21, отличающийся тем, что отношение площади прирабатываемой части к несущей части элемента по его поперечному сечению составляет: от 1:20 до 10:1.



Фиг.2



Фиг.3