

R U 2 4 6 9 1 2 7 C 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) 2 469 127<sup>(13)</sup> C2

(51) МПК  
C23C 26/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2008116111/02, 23.04.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.04.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
04.05.2007 US 11/744,506

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2009 Бюл. № 30

(45) Опубликовано: 10.12.2012 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 1110243 A1, 30.05.1986. SU 1680799  
A1, 30.09.1991. RU 27090 U1, 10.01.2003. JP 10-  
267135 A, 09.10.1998. EP 1431416 A1,  
23.06.2004. JP 2006089796 A, 06.04.2006.

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пov. А.В.Мицу, рег.№ 364

(72) Автор(ы):

ГХАСРИПУР Фаршад (US),  
ФОРТЕ МЛ. Гвидо Феличе (US),  
УЭЛЧ Дэвид Эрнест (US),  
ПОТДАР Йогеш Кесринатх (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)

(54) ИЗНОСОСТОЙКОЕ ИЗДЕЛИЕ С ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

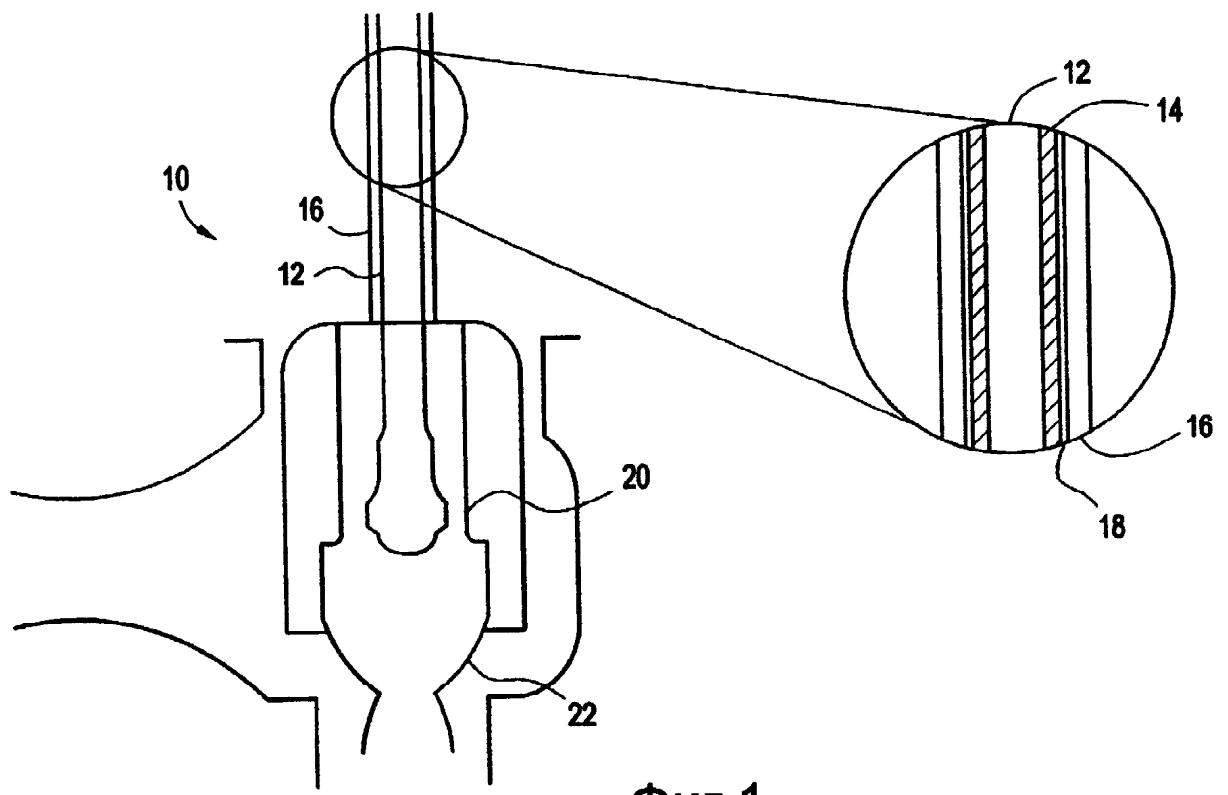
(57) Реферат:

Изобретение относится к стойкому к износу  
и наволакиванию изделию и, более конкретно,  
к защитному покрытию для такого изделия.  
Износостойкое изделие содержит первую  
поверхность и вторую поверхность, связанную  
при работе с первой поверхностью для  
контактирования с первой поверхностью.  
Первая поверхность и вторая поверхность  
каждая содержат материалы, выбранные из  
группы, состоящей из никеля, никелевых  
сплавов, суперсплавов на основе никеля,  
кобальта, сплавов на основе кобальта и  
никеля, сталей и их сочетаний, и первое  
защитное покрытие на по меньшей мере части  
первой поверхности. Первое защитное  
покрытие содержит первый слой покрытия и  
второй слой покрытия. Первый слой покрытия

имеет твердость в диапазоне от примерно 1500  
единиц по Виккерсу до примерно 3500 единиц  
по Виккерсу и содержит первый компонент и  
второй компонент. Первый компонент  
содержит бор, титан или хром, а второй  
компонент содержит азот или углерод. Второй  
слой покрытия имеет твердость в диапазоне от  
примерно 300 единиц по Виккерсу до  
примерно 1500 единиц по Виккерсу. По  
меньшей мере часть первого защитного  
покрытия входит в контакт со второй  
поверхностью, когда вторая поверхность  
входит в контакт с первой поверхностью.  
Получается стойкое к износу и наволакиванию  
изделие для использования в условиях  
высокого давления и высоких термических  
нагрузок. 16 з.п. ф-лы, 1 ил.

R U 2 4 6 9 1 2 7 C 2

R U 2 4 6 9 1 2 7 C 2



ФИГ. 1

R U 2 4 6 9 1 2 7 C 2

R U 2 4 6 9 1 2 7 C 2

RUSSIAN FEDERATION

(19) RU (11) 2 469 127<sup>(13)</sup> C2



(51) Int. Cl.  
C23C 26/00 (2006.01)

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2008116111/02, 23.04.2008

(24) Effective date for property rights:  
23.04.2008

Priority:

(30) Convention priority:  
04.05.2007 US 11/744,506

(43) Application published: 27.10.2009 Bull. 30

(45) Date of publication: 10.12.2012 Bull. 34

Mail address:

129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364

(72) Inventor(s):  
GKhASRIPUR Farshad (US),  
FORTE ML. Gvido Feliche (US),  
UEhLCh Dehvid Ehnest (US),  
POTDAR Jogesh Kesrinatk (US)  
(73) Proprietor(s):  
DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

R U 2 4 6 9 1 2 7 C 2

(54) WEAR-RESISTANT ARTICLE WITH PROTECTIVE COATING

(57) Abstract:

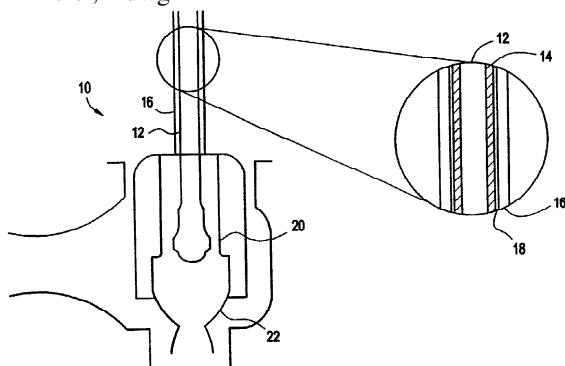
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: wear-resistant coating has a first surface and a second surface linked to the first surface to provide contact with the first surface during operation. Each of the first surface and the second surface contains materials selected from a group consisting of nickel, nickel alloys, superalloys based on nickel, cobalt, alloys based on cobalt and nickel, steels and combinations thereof, and a first protective coating on at least part of the first surface. The first protective coating has a first coating layer and a second coating layer. The first coating layer has hardness ranging from about 1500 Vickers units to about 3500 Vickers units and contains a first component and a second component. The first component contains boron, titanium or chromium, and the second component contains nitrogen or carbon. The second coating layer has hardness ranging from about 300 Vickers units to

about 1500 Vickers units. At least part of the first protective coating gets into contact with the second surface when the second surface gets into contact with the first surface.

EFFECT: obtaining a wear- and galling-resistant article for use in conditions with high pressure and high temperature loads.

17 cl, 1 dwg



ФИГ.1

## Область техники

Настоящее изобретение относится к стойкому к износу и наволакиванию изделию и, более конкретно, к защитному покрытию для такого изделия.

### Предпосылки изобретения

В тех областях применения, где устройства и механические детали подвергаются воздействию экстремальных условий, таких как высокое давление водяного пара и высокие термические нагрузки, износ и наволакивание изделия могут неблагоприятно повлиять на надежность и срок службы деталей устройства. Клапаны паровой турбины являются лишь одним из примеров деталей, которые имеют увеличенную вероятность наволакивания или значительного износа на их поверхностях скольжения и контакта вследствие экстремальных условий работы в паровой турбине. Детали клапанов имеют часто повторяющиеся циклы открытия и закрытия, высокие ударные нагрузки, а также значительное давление водяного пара во время холодного, теплого или горячего запуска паровой турбины. Данные повторяющиеся нагрузки усиливают износ и наволакивание клапанов паровой турбины. Чувствительные к этому поверхности включают в себя, но не ограничиваясь этим, тарелки клапанов, седла клапанов, штоки клапанов, стаканы клапанов и компенсационные камеры.

Результатами наволакивания и износа клапанов паровой турбины могут быть утечки, невозможность открыть клапан, приводящая к нарушению производства и подачи электроэнергии в сеть, невозможность изолировать паровой тракт и чрезвычайно ухудшенная изоляция парового тракта в клапане, что может привести к превышению допустимой скорости турбины во время режима аварийного выключения. Другие примеры изделий, которые могут быть подвержены износу и наволакиванию, включают в себя, но не ограничиваясь этим, облопачивание, сопла и турбины летательных аппаратов.

Раньше на изделия для предотвращения износа и наволакивания наносили нитриды или термически распыляемые карбиды. Однако азотированные поверхности/слоистые покрытия могут быть нанесены только на определенные классы материалов, и сплавы на основе никеля не могут быть азотированы традиционными способами в газе, плазме или ванне. Дополнительно, данные нитридные покрытия обеспечивают твердость в примерно 1000 единиц по Виккерсу, что не приводит к надлежащей стойкости к износу и наволакиванию. Кроме того, образование нитридов в случае с неподходящими (т.е. непригодными для азотирования) сплавами может значительно снизить коррозионную стойкость некоторых из этих сплавов. Азотирование может также быть обратимым при температурах выше примерно 1100°F, что ведет к потере поверхностной твердости. Соответственно, имеется потребность в простом и экономически выгодном, стойком к износу и наволакиванию изделии для использования в различных условиях, таких как условия высокого давления и высоких термических нагрузок.

### Сущность изобретения

Настоящее изобретение предлагает изделие, имеющее первую поверхность и вторую поверхность, приспособленную входить в контакт с первой поверхностью, и первое защитное покрытие на по меньшей мере части первой поверхности. Первое защитное покрытие содержит первый слой покрытия, имеющий первый компонент и второй компонент. Первый компонент содержит бор, титан или хром, а второй компонент содержит азот или углерод. По меньшей мере часть первого защитного покрытия входит в контакт со второй поверхностью, когда вторая поверхность входит в контакт с первой поверхностью.

Дополнительно, настоящее изобретение также охватывает способ уменьшения износа и наволакивания первой поверхности изделия. Способ включает в себя нанесение покрытия на первую поверхность изделия. Покрытие содержит первый компонент, содержащий бор, титан или хром, и второй компонент, содержащий азот или углерод. Изделие дополнительно содержит вторую поверхность, приспособленную входить в контакт с по меньшей мере частью покрытия на первой поверхности изделия.

Кроме того, настоящее изобретение раскрывает способ нанесения защитного покрытия на клапан для уменьшения износа и наволакивания по меньшей мере части этого клапана. Способ включает в себя осаждение на по меньшей мере часть клапана первого покрытия, имеющего первый компонент, содержащий бор, титан или хром, и второй компонент, содержащий азот или углерод.

Другие задачи, признаки и преимущества настоящего изобретения станут очевидны из последующего подробного описания, чертежей и формулы изобретения.

#### Краткое описание чертежей

Фиг.1 - вид сбоку в разрезе клапана паровой турбины, изготовленного в соответствии с одним вариантом воплощения.

#### Подробное описание вариантов воплощения

Как было кратко изложено выше, настоящее изобретение охватывает изделие, способ уменьшения износа и наволакивания первой поверхности изделия и способ нанесения защитного покрытия на клапан. Варианты воплощения изделия, варианты воплощения способа улучшения стойкости изделия к износу и наволакиванию и варианты воплощения способа нанесения защитного покрытия на клапан описаны ниже и проиллюстрированы на фиг.1.

Фиг.1 иллюстрирует изделие 10, имеющее первую поверхность 12 и содержащее первое защитное покрытие 14 на по меньшей мере части первой поверхности. В данном варианте воплощения изделие 10 содержит клапан паровой турбины, имеющий шток, соответствующий первой поверхности 12. Изделие 10 дополнительно содержит вторую поверхность 16, которая представляет собой втулку штока, имеющую второе защитное покрытие 18. Клапан 10 дополнительно включает в себя тарелку 20 клапана и седло 22 клапана. Вторая поверхность 16 приспособлена входить в контакт с первой поверхностью 12 таким образом, что первое защитное покрытие 14 входит в контакт с по меньшей мере частью второй поверхности. В иллюстрируемом варианте воплощения первое защитное покрытие 14 входит в контакт с частью второй поверхности 16, которая имеет второе защитное покрытие 18. За счет наличия первого защитного покрытия 14, контактирующего со второй поверхностью 16, износ и наволакивание первой поверхности 12 уменьшаются.

Необходимо понимать, однако, что в других вариантах воплощения изделие может содержать любое изделие или устройство, которому требуется защитное покрытие. Например, изделие может содержать другие типы клапанов и деталей клапанов.

Первая поверхность 12 может содержать любой материал, способный выдерживать минимальную рабочую температуру, соответствующую тому применению, по которому должно использоваться это изделие. Например, клапан паровой турбины должен быть способен выдерживать температуры по меньшей мере примерно 1000°F. В некоторых вариантах воплощения первая поверхность может быть способна выдерживать температуры между 850°F и 1100°F. Примеры материала, пригодного для использования в качестве первой поверхности 12 в вариантах воплощения настоящего изобретения, включают в себя никель, никелевые сплавы, суперсплавы

(жаропрочные и жаростойкие сплавы) на основе никеля, кобальт, сплавы на основе кобальта и никеля, стали и их сочетания.

Первое защитное покрытие 14 содержит первый слой покрытия. Первый слой покрытия содержит первый компонент и второй компонент. Примеры подходящих первых компонентов для вариантов воплощения настоящего изобретения включают в себя, но не ограничиваясь этим, бор, титан или хром. Второй компонент может содержать, например, но не ограничиваясь этим, азот или углерод. Таким образом, в тех вариантах воплощения, где первый компонент содержит титан, первый слой покрытия может содержать нитрид титана (который имеет максимальную рабочую температуру примерно 1050°F) или карбид титана. В других вариантах воплощения, где первый компонент содержит хром, первый слой покрытия может содержать нитрид хрома или карбид хрома. В других вариантах воплощения, где первый компонент содержит бор, первый слой покрытия может содержать нитрид бора или карбид бора.

В еще одних вариантах воплощения первый слой покрытия может содержать третий компонент. Примеры подходящих третьих компонентов для вариантов воплощения настоящего изобретения включают в себя, но не ограничиваясь этим, алюминий или углерод. Таким образом, в конкретных вариантах воплощения первый слой покрытия может содержать нитрид титана-алюминия.

Варианты воплощения первого защитного покрытия 14 улучшают стойкость к износу и наволакиванию клапана 10 паровой турбины за счет обеспечения твердости в диапазоне от примерно 1500 единиц по Виккерсу до примерно 3500 единиц по Виккерсу. Так как первое защитное покрытие 14 имеет высокую твердость, оно обеспечивает хорошую стойкость к истиранию и стойкость к эрозии. Дополнительно, первое защитное покрытие 14 в целом обеспечивает хорошую стойкость к износу от трения скольжения, стойкость к окислению и имеет низкий коэффициент трения.

В некоторых вариантах воплощения первое защитное покрытие 14 может содержать первый слой покрытия и второй слой покрытия, осажденный на первый слой покрытия. Первый слой покрытия имеет первую твердость, а второй слой покрытия имеет вторую твердость, меньшую, чем первая твердость, или наоборот. В других вариантах воплощения в защитном покрытии может быть предусмотрено более чем два слоя покрытия, каждый из которых имеет различную твердость. При таких защитных покрытиях нанесение более чем одного слоя покрытия обеспечивает более пластичные защитные покрытия за счет минимизации остаточных напряжений в покрытиях, при этом еще и обеспечивая требуемую общую толщину покрытия.

Второй слой покрытия может содержать любой компонент, который может быть включен в состав первого слоя покрытия. Например, в конкретных вариантах воплощения второй слой покрытия может содержать титан, хром или нитрид титана-алюминия. В других вариантах воплощения второй слой покрытия может содержать нитрид титана, карбид титана, нитрид хрома, карбид хрома, нитрид бора или карбид бора. Второй слой покрытия минимизирует напряжения в первом защитном покрытии 14, и поэтому получают защитные покрытия, имеющие большие общие толщины, чем защитные покрытия из чистых нитридов или карбидов металлов. Например, в конкретных вариантах воплощения первый слой покрытия может содержать нитрид титана-алюминия, тогда как второй слой покрытия содержит титан, или же первый слой покрытия может содержать нитрид хрома, а второй слой покрытия может содержать хром.

Согласно тем конкретным вариантам воплощения изобретения, в которых первый

слой покрытия содержит третий компонент, этот третий компонент присутствует в первом слое покрытия в количестве, находящемся в диапазоне от примерно 20 атомных % от первого слоя покрытия до примерно 30 атомных % от первого слоя покрытия. В тех конкретных вариантах воплощения, в которых первый слой покрытия содержит нитрид титана-алюминия, данное количество третьего компонента, алюминия, обеспечивает достаточную твердость и высокую температуру окисления. Таким образом, в одном варианте воплощения, где первый слой покрытия содержит нитрид титана-алюминия, массовое отношение титана к алюминию 5 составляет примерно 74 к 26. В других вариантах воплощения твердость первого слоя покрытия увеличена, и массовое отношение титана к алюминию составляет менее чем 70 к 30. В другом варианте воплощения верхний слой может содержать твердый слой со сложной структурой, такой как TiAlN, имеющей долю алюминия в 20-30 атомных %. При доле алюминия в 26 атомных % TiAlN-ое покрытие обеспечивает 10 высокую твердость в сочетании с высокой температурой окисления. При этом 15 увеличение содержания алюминия будет улучшать стойкость к окислению и уменьшать твердость.

В некоторых вариантах воплощения первый слой покрытия имеет толщину от 20 примерно 1 микрона до примерно 5 микрон. В тех вариантах воплощения, где защитное покрытие 14 содержит несколько слоев покрытия, каждый слой может иметь толщину от примерно 1 микрона до примерно 5 микрон. В некоторых вариантах воплощения защитное покрытие 14 имеет общую толщину от примерно 1 микрона до примерно 50 микрон.

25 Варианты воплощения второй поверхности 16 могут содержать материалы, подобные описанным выше материалам первой поверхности 12. Второе защитное покрытие 18 может содержать слой покрытия, подобный первому слою покрытия описанного выше первого защитного покрытия 14. В конкретных вариантах 30 воплощения второе защитное покрытие 18 может содержать множество слоев покрытия, подобных слоям покрытия описанного выше первого защитного покрытия 14.

Первое защитное покрытие 14 может быть нанесено на изделие, такое как 35 клапан 10 паровой турбины, путем осаждения первого слоя покрытия на первую поверхность 12 изделия. Первый слой покрытия содержит первый компонент и второй компонент. Первый компонент может содержать бор, титан или хром. Второй компонент может содержать углерод или азот. В конкретных вариантах воплощения осаждение первого слоя покрытия может включать в себя катодное электродуговое 40 напыление или электронно-лучевое напыление.

В тех вариантах воплощения, в которых защитное покрытие содержит несколько слоев покрытия, слои покрытия могут быть нанесены последовательно один за другим, с формированием защитного покрытия 14.

Очевидно, что все вышеизложенное относится только к предпочтительным 45 вариантам воплощения настоящего изобретения и что средним специалистом в данной области техники могут быть сделаны многочисленные изменения и модификации без отклонения от общей сущности и объема изобретения, которые определяются формулой изобретения и ее эквивалентами.

50 Список ссылочных позиций  
10 изделие  
12 первая поверхность  
14 первое защитное покрытие

- 16 вторая поверхность  
 18 второе защитное покрытие  
 20 тарелка клапана  
 22 седло клапана

5

### Формула изобретения

1. Износостойкое изделие, содержащее: первую поверхность и вторую поверхность, связанную при работе с первой поверхностью для контактирования с первой поверхностью, причем первая поверхность и вторая поверхность каждая содержит материалы, выбранные из группы, состоящей из никеля, никелевых сплавов, суперсплавов на основе никеля, кобальта, сплавов на основе кобальта и никеля, сталей и их сочетаний; и первое защитное покрытие на по меньшей мере части первой поверхности, причем первое защитное покрытие содержит первый слой покрытия и второй слой покрытия, первый слой покрытия имеет твердость в диапазоне от примерно 1500 единиц по Виккерсу до примерно 3500 единиц по Виккерсу и содержит первый компонент и второй компонент, причем первый компонент содержит бор, титан или хром, а второй компонент содержит азот или углерод, и второй слой покрытия имеет твердость в диапазоне от примерно 300 единиц по Виккерсу до примерно 1500 единиц по Виккерсу, при этом по меньшей мере часть первого защитного покрытия входит в контакт со второй поверхностью, когда вторая поверхность входит в контакт с первой поверхностью.
2. Изделие по п.1, при этом первый слой покрытия содержит нитрид титана, карбид титана, нитрид хрома, карбид хрома, нитрид бора или карбид бора.
3. Изделие по п.1, при этом первый слой покрытия дополнительно содержит третий компонент, содержащий алюминий или углерод.
4. Изделие по п.1, при этом второй слой покрытия содержит титан или нитрид титана-алюминия.
5. Изделие по п.1, при этом первое защитное покрытие имеет общую толщину от примерно 1 мкм до примерно 50 мкм.
6. Изделие по п.1, при этом первый слой покрытия имеет толщину примерно 1-5 мкм.
7. Изделие по п.1, при этом первое защитное покрытие является устойчивым к износу и наволакиванию покрытием.
8. Изделие по п.1, при этом изделие представляет собой клапан паровой турбины, и при этом первую поверхность содержит втулка штока клапана паровой турбины, шток клапана паровой турбины, тарелка клапана паровой турбины или седло клапана паровой турбины.
9. Изделие по п.1, при этом второй слой покрытия имеет толщину примерно 1-5 мкм.
10. Изделие по п.1, дополнительно содержащее второе защитное покрытие на по меньшей мере части второй поверхности, причем второе защитное покрытие содержит третий слой покрытия, содержащий третий компонент и четвертый компонент, причем третий компонент содержит бор, титан или хром, а четвертый компонент содержит азот или углерод.
11. Изделие по п.10, при этом второе защитное покрытие дополнительно содержит четвертый слой покрытия.
12. Изделие по п.11, при этом четвертый слой покрытия имеет толщину примерно 1-5 мкм.

13. Изделие по п.11, при этом четвертый слой покрытия имеет твердость в диапазоне от примерно 300 единиц по Виккерсу до примерно 1500 единиц по Виккерсу.

14. Изделие по п.10, при этом второе защитное покрытие имеет общую толщину от примерно 1 мкм до примерно 50 мкм.

<sup>5</sup> 15. Изделие по п.10, при этом второе защитное покрытие является устойчивым к износу и наволакиванию покрытием.

16. Изделие по п.10, при этом третий слой покрытия имеет толщину примерно 1-5 мкм.

<sup>10</sup> 17. Изделие по п.10, при этом третий слой покрытия имеет твердость в диапазоне от примерно 1500 единиц по Виккерсу примерно до 3500 единиц по Виккерсу.

15

20

25

30

35

40

45

50