



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C23C 14/24 (2022.05); C23C 14/165 (2022.05); C23C 14/022 (2022.05); C23C 14/025 (2022.05); C23C 14/06 (2022.05); C23C 14/3407 (2022.05); C23C 14/345 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2022108746, 01.04.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.04.2022

Дата регистрации:
21.10.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.04.2022

(45) Опубликовано: 21.10.2022 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

450008, Рес. Башкортостан, г.Уфа, ул.К.Маркса,
12, УГАТУ, ОИС, Ефремова Вера Павловна

(72) Автор(ы):

Назаров Алмаз Юнирович (RU),
Мухамадеев Венер Рифкатович (RU),
Варданян Эдуард Леонидович (RU),
Маслов Алексей Андреевич (RU),
Рамазанов Камиль Нуруллаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Уфимский государственный
авиационный технический университет" (RU)

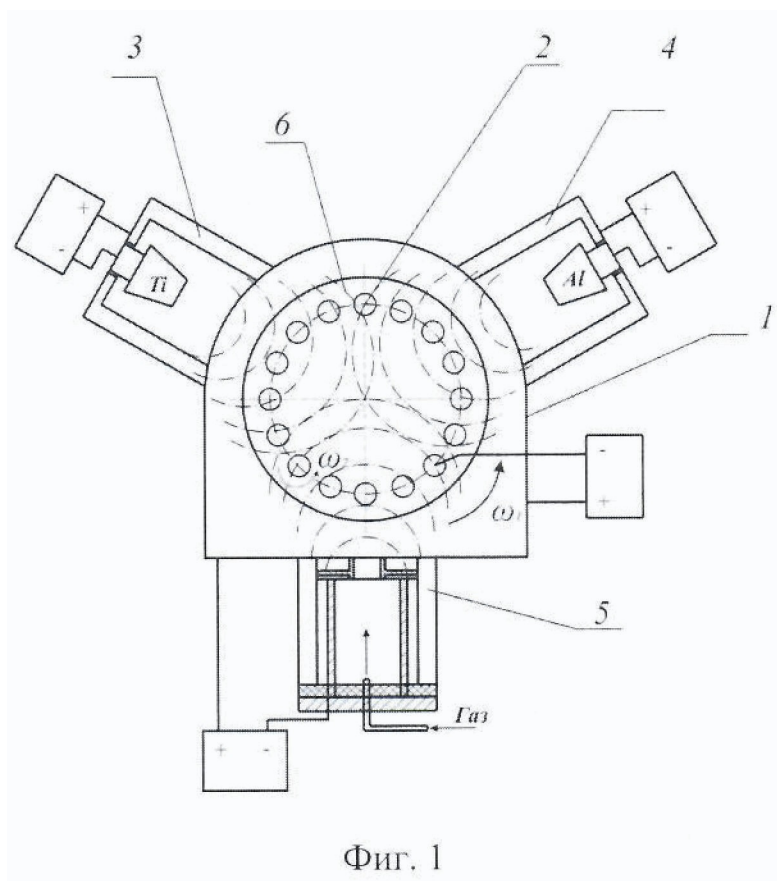
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2689474 C1, 28.05.2019. RU
2769142 C1, 28.03.2022. RU 2677043 C1,
15.01.2019. UA 19443 A, 25.12.1997. US 7655299
B2, 02.02.2010.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Ti-Al, СИНТЕЗИРОВАННОГО В СРЕДЕ АЗОТА И АЦЕТИЛЕНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в инструментальном производстве для поверхностного упрочнения металлорежущего инструмента. Покрытие на основе системы Ti-Al получают путем его нанесения на деталь 2 вакуумно-дуговым осаждением с двух электродуговых испарителей из однокомпонентных катодов из титана 3 и алюминия 4, при этом предварительно обезжиривают поверхность детали 2, помещают обрабатываемую деталь 2 в вакуумную камеру 1, создают в камере рабочее давление $8 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ Па, проводят ионную очистку, нагрев и активацию поверхности в два этапа, причем ее нагрев на первом этапе осуществляют до

температуры 300-350°C с использованием сильноточного плазменного источника с полым катодом 5 в среде инертного газа аргона, на втором этапе поверхность детали 2 нагревают до температуры 400-450°C электродуговыми испарителями в среде инертного газа аргона, после этого наносят первый слой титана в среде инертного газа аргона, после чего наносят покрытие на основе системы Ti-Al в среде смеси газов азота и ацетилена с образованием фаз TiN, AlN, TiAl, Ti₃Al, TiAl₃, TiC, TiAlC при ассистировании процесса сильноточным плазменным источником также с использованием полого катода. Технический результат заключается в повышении качества, стойкости и однородности покрытия. 2 ил., 1 табл.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C23C 14/24 (2006.01)

C23C 14/16 (2006.01)

C23C 14/02 (2006.01)

C23C 14/06 (2006.01)

C23C 14/34 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C23C 14/24 (2022.05); C23C 14/165 (2022.05); C23C 14/022 (2022.05); C23C 14/025 (2022.05); C23C 14/06 (2022.05); C23C 14/3407 (2022.05); C23C 14/345 (2022.05)

(21)(22) Application: 2022108746, 01.04.2022

(24) Effective date for property rights:
01.04.2022

Registration date:
21.10.2022

Priority:

(22) Date of filing: 01.04.2022

(45) Date of publication: 21.10.2022 Bull. № 30

Mail address:

450008, Res. Bashkortostan, g.Ufa, ul.K.Marksa,
12, UGATU, OIS, Efremova Vera Pavlovna

(72) Inventor(s):

Nazarov Almaz Iunirovich (RU),
Mukhamadeev Vener Rifkatovich (RU),
Vardanian Eduard Leonidovich (RU),
Maslov Aleksei Andreevich (RU),
Ramazanov Kamil Nurullaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Ufimskii gosudarstvennyi
aviatsionnyi tekhnicheskii universitet» (RU)

(54) METHOD FOR OBTAINING COATING BASED ON Ti-Al SYSTEM SYNTHESIZED IN NITROGEN AND ACETYLENE ENVIRONMENT

(57) Abstract:

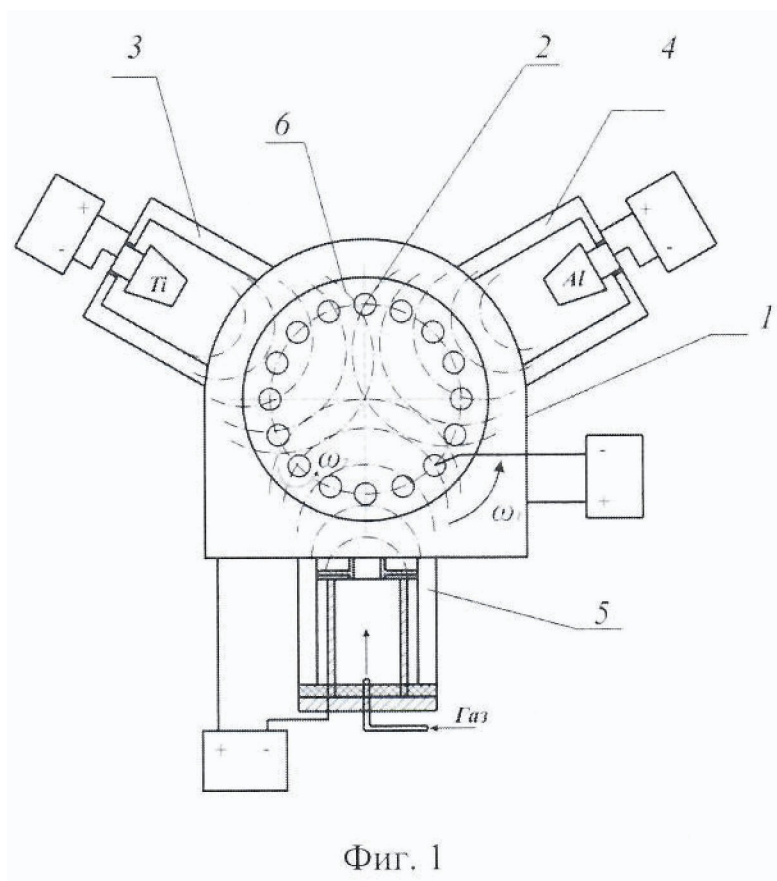
FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of mechanical engineering and can be used in tool production for surface hardening of metal-cutting tools. A coating based on the Ti-Al system is obtained by applying it to a workpiece 2 by vacuum-arc deposition from two electric arc evaporators from single-component cathodes made of titanium 3 and aluminum 4; in the chamber, the working pressure is $8 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ Pa, ion cleaning, heating and surface activation are carried out in two stages, and its heating at the first stage is carried out to a temperature of 300-350°C using a high-current plasma source with a hollow cathode 5

in an inert argon gas environment, at the second stage, the surface of part 2 is heated to a temperature of 400-450°C by electric arc evaporators in an inert argon gas environment, after which the first layer of titanium is applied in an argon inert gas environment, after which a coating is applied based on the Ti system -Al in a mixture of nitrogen and acetylene gases with the formation of phases TiN, AlN, TiAl, Ti₃Al, TiAl₃, TiC, TiAlC while assisting the process with a high-current plasma m source also using a hollow cathode.

EFFECT: improving the quality, durability and uniformity of the coating.

1 cl, 2 dwg, 1 tbl



Фиг. 1

Изобретение относится к области машиностроения, и может быть использовано в инструментальном производстве для поверхностного упрочнения металлорежущего инструмента.

Стойкость и износостойкость являются основными характеристиками надежности инструмента. Около 90% случаев выхода инструмента из строя связана с воздействием на него сжимающих, изгибающих, ударно-импульсивных и знакопеременных нагрузок внешних усилий и нагрузок в процессе резания. В результате на контактные площадки инструмента воздействуют абразивные, адгезионно-усталостные, коррозионно-окислительные и диффузионные процессы. В связи с этим на сегодняшний день применяют новые инструментальные материалы или применяют дополнительные методы упрочнения контактных площадок режущего инструмента. Одним из экономически и технически эффективных методов, предлагаемых и используемых при решении задачи повышения износостойкости режущего инструмента, является метод вакуумно-дугового осаждения покрытий.

Известен способ получения многослойного покрытия для режущего инструмента, включающий вакуумно-плазменное нанесение многослойного покрытия, при котором наносят нижний слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, алюминия и кремния при их соотношении, мас. %: титан 87,7-91,9, алюминий 7,0-11,0, кремний 1,1-1,3, промежуточный - из нитрида или карбонитрида соединения титана, алюминия и кремния при их соотношении, мас. %: титан 93,7-94,9, алюминий 4,0-6,0, кремний 1,1-1,3, верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 91,5-94,5, алюминий 5,5-8,5, а нанесение слоев покрытия осуществляют расположенными горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и алюминия и располагают противоположно друг другу, а третий изготавливают из сплава титана и кремния и располагают между ними, причем нижний слой наносят с использованием первого и третьего катодов, промежуточный слой - с использованием второго и третьего катодов, верхний слой - с использованием первого и второго катодов (патент РФ 2464341, МПК C23C 14/26, 14/24, 27/14, 20.10.2012, Бюл. №29).

Недостатками данного способа является то, что используются составные катоды, которые не обеспечивают однородности по химическому составу покрытия по всей поверхности режущего инструмента, а также сложность изготовления таких катодов, ведущих к удорожанию реализации способа.

Известен способ получения многослойного покрытия для режущего инструмента, включающий вакуумно-плазменное нанесение многослойного покрытия, при котором наносят нижний слой из нитрида или карбонитрида соединения титана и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 85,0-90,0, алюминий 10,0-15,0; промежуточный - из нитрида или карбонитрида соединения титана, алюминия и хрома при их соотношении, мас. %: титан 80,5-87,5, алюминий 6,0-10,0, хром 6,5-9,5; верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана, алюминия и хрома при их соотношении, мас. %: титан 70,5-79,5, алюминий 14,0-20,0, хром 6,5-9,5, а нанесение слоев покрытия осуществляют расположенными горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и алюминия и располагают противоположно друг другу, а третий изготавливают составным из титана и хрома и располагают между ними, причем нижний слой наносят с использованием первого и второго катодов, промежуточный слой - с использованием первого и третьего катодов, верхний слой - с использованием второго и третьего катодов (патент РФ 2428514, МПК C23C 14/06, 14/24, 10.09.2011, Бюл. № 25)

Недостатком данного способа является то, что используются составные катоды, не обеспечивающие однородности по химическому составу покрытия.

Известен способ получения многослойного покрытия для режущего инструмента, включающий вакуумно-плазменное нанесение трехслойного покрытия в среде ацетилена, при котором в качестве нижнего слоя при давлении ацетилена в камере установки $7,5 \cdot 10^{-4}$ Па и температуре 600°C наносят карбонитрид титана и алюминия, в качестве промежуточного слоя при давлении ацетилена в камере установки $7,5 \cdot 10^{-4}$ Па и температуре 550°C наносят такой же карбонитрид, легированный кремнием, а в качестве верхнего слоя при давлении ацетилена в камере установки $4,3 \cdot 10^{-3}$ Па и температуре 500°C наносят карбонитрид титана и кремния. В процессе осуществления указанного способа нижний слой составляет толщину 40-50% от общей толщины покрытия, а общая толщина покрытия составляет 5-8 мкм (патент РФ 2424353, МПК C23C 14/06, 14/24, 20.07.2011, Бюл. №20)

Недостатком данного способа является то, что используются составные катоды, не обеспечивающие однородности по химическому составу покрытия.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по совокупности существенных признаков является способ получения покрытия на основе системы Ti-Al путем нанесения покрытия вакуумно-дуговым осаждением с двух электродуговых испарителей из однокомпонентных катодов из титана и алюминия в среде газа азота, включающий предварительное обезжиривание поверхности детали, помещение обрабатываемой детали в вакуумную камеру, создание в камере рабочего давления $8 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ Па, ионную очистку, нагрев и активацию поверхности детали в два этапа, причем на первом этапе ее нагрев осуществляют сильноточным плазменным источником с катодом до температуры 350 - 400°C в среде инертного газа аргона, на втором этапе поверхность детали нагревают до температуры 400 - 450°C электродуговыми испарителями в среде инертного газа аргона, после этого наносят первый слой титана в среде инертного газа аргона, после чего наносят покрытие на основе системы Ti-Al, при этом нанесение покрытия осуществляют при ассистировании процессу сильноточным плазменным источником с катодом с образованием фаз TiN, AlN, TiAl, Ti_3Al , TiAl₃ (патент РФ C1 МПК C23C 14/24, 14/02, 14/06, 28.05.2019, Бюл. №16).

Недостатком данного способа является то, что в качестве износостойкого покрытия используют соединения на основе азота, которые не всегда обеспечивают необходимые свойства покрытия.

Технический результат заключается в повышении качества, стойкости и однородности покрытия.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе получения покрытия на основе системы Ti-Al путем нанесения покрытия вакуумно-дуговым осаждением с двух электродуговых испарителей из однокомпонентных катодов из титана и алюминия в газовой среде, содержащей азот, включающем предварительное обезжиривание поверхности детали, помещение обрабатываемой детали в вакуумную камеру, создание в камере рабочего давления $8 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ Па, ионную очистку, нагрев и активацию поверхности в два этапа, причем на первом этапе ее нагрев осуществляют сильноточным плазменным источником с катодом в среде инертного газа аргона, на втором этапе поверхность детали нагревают до температуры 400 - 450°C электродуговыми испарителями в среде инертного газа аргона, после этого наносят первый слой титана в среде инертного газа аргона, после чего наносят покрытие на основе системы Ti-Al

при ассистировании процессу сильноточным плазменным источником с катодом, в отличие от прототипа, нагрев на первом этапе осуществляют до температуры 300-350°C с использованием полого катода, а покрытие на основе системы Ti-Al наносят в среде смеси газов азота и ацетилена с образованием фаз TiN, AlN, TiAl, Ti₃Al, TiAl₃, TiC, TiAlC

при ассистировании процессу также с использованием полого катода.

Существо изобретения поясняется чертежом Фиг. 1, на котором изображена принципиальная схема устройства в примере конкретной реализации способа получения покрытия согласно изобретению, на Фиг. 2 представлена диаграмма зависимости износа от пути резания.

Пример конкретной реализации способа.

Устройство Фиг. 1 содержит: вакуумную камеру 1, обрабатываемую деталь 2, электродуговой испаритель (катод) 3 из титана, электродуговой испаритель (катод) 4 из алюминия, плазменный источник с полым катодом 5, стол для установки образцов 6.

Способ осуществляется следующим образом:

В вакуумной камере 1 на столе 6 устанавливают обрабатываемую деталь, например, металлорежущий инструмент. Затем в камере создают рабочее давление, равное $8 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ Па. Далее проводят ионную очистку нагрев и активацию поверхности детали двумя этапами. На первом этапе проводят ионную чистку сильноточным плазменным источником с полым катодом в среде инертного газа аргона, при этом деталь нагревают до температуры 300-350°C. Далее на втором этапе проводят ионную очистку электродуговыми испарителями в среде инертного газа аргона при нагреве поверхности до температуры 400-450°C. Далее в среде инертного газа аргона при том же давлении наносят первый слой из Ti дуговым испарителем с титановым катодом для лучшей адгезии. Следующий слой на основе карбонитридов системы TiAl наносят дуговыми испарителями из титанового катода 3 и алюминиевого катода 4 в среде смеси реакционных газов азота и ацетилена при давлении $9 \cdot 10^{-2}$ - $3 \cdot 10^{-2}$ Па. Формирование покрытия системы Ti-Al-C-N происходит при одновременном распылении двух дуговых испарителей с титановым 3 и алюминиевым катодами 4, расположенными в одной плоскости противоположно друг другу.

Для проведения сравнительных испытаний на твердосплавные пластины из материала ВК8 было нанесено покрытие системы Ti-Al-N и разработанное, согласно изобретению, покрытие Ti-Al-C-N. Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице 1 и на фиг. 2.

Таблица			
Материал инструмента	Микроотвердость HV	Путь резания, м (до $h_3=0,3$ мм)	Примечание
ВК8(без покрытия)	1600	295	
ВК8+TiAlN	2200	864	прототип
ВК8+TiAlCN	3800	3113	по изобретению

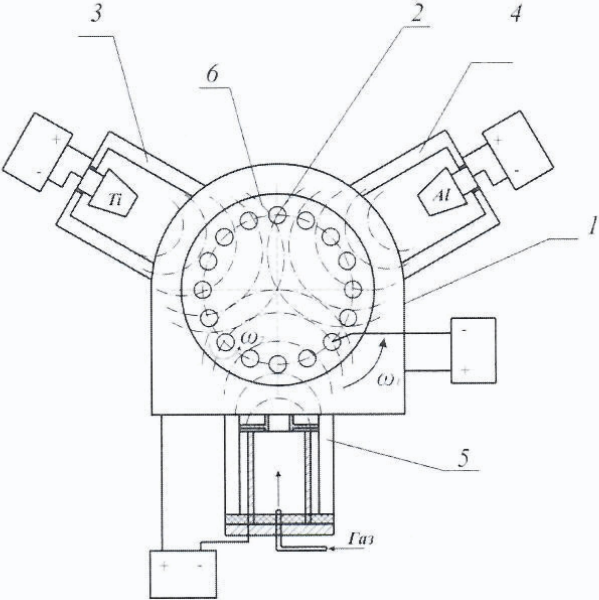
Проведенные испытания показывают, что покрытие на основе системы Ti-Al-C-N позволяет повысить износостойкость инструмента в 10 раз по сравнению с режущим инструментом без покрытия и в 3,5 раза по сравнению с инструментом с покрытием Ti-Al-N, синтезированным в среде азота (по прототипу).

Итак, заявляемое изобретение позволяет получать износостойкое покрытие на основе системы TiAl, синтезированное в среде смеси газов азота и ацетилена с образованием фаз TiN, AlN, TiAl, Ti₃Al, TiAl₃, TiC, TiAlC, которое обладает однородным составом по

всему объему за счет использования плазменного источника с полым катодом.

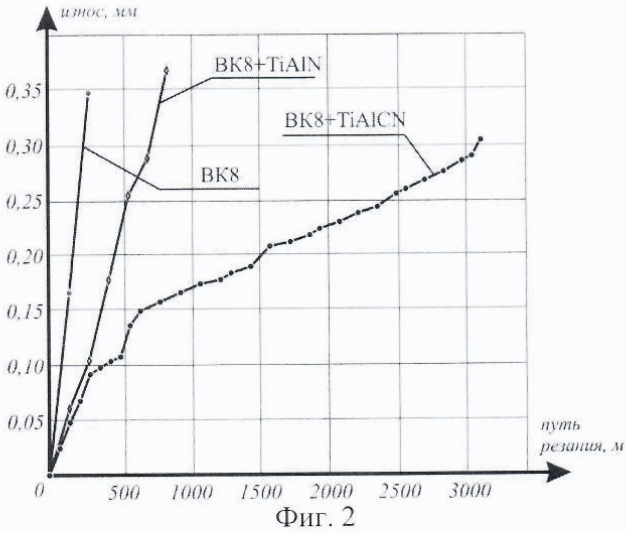
(57) Формула изобретения

Способ получения покрытия на основе системы Ti-Al путем нанесения покрытия вакуумно-дуговым осаждением с двух электродуговых испарителей из
5 однокомпонентных катодов из титана и алюминия в газовой среде, содержащей азот, включающий предварительное обезжиривание поверхности детали, помещение обрабатываемой детали в вакуумную камеру, создание в камере рабочего давления $8 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ Па, ионную очистку, нагрев и активацию поверхности в два этапа, причем
10 на первом этапе ее нагрев осуществляют сильноточным плазменным источником с катодом в среде инертного газа аргона, на втором этапе поверхность детали нагревают до температуры 400-450°C электродуговыми испарителями в среде инертного газа аргона, после этого наносят первый слой титана в среде инертного газа аргона, после чего наносят покрытие на основе системы Ti-Al при ассистировании процесса
15 сильноточным плазменным источником с катодом, отличающийся тем, что нагрев на первом этапе осуществляют до температуры 300-350°C с использованием полого катода, а покрытие на основе системы Ti-Al наносят в среде смеси газов азота и ацетилена с образованием фаз TiN, AlN, TiAl, Ti₃Al, TiAl₃, TiC, TiAlC при ассистировании процесса также с использованием полого катода.



Фиг. 1

Зависимость износа от пути резания



Фиг. 2