



(51) МПК
C23C 14/06 (2006.01)
C23C 14/24 (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011120726/02, 20.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 20.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.05.2011

(45) Опубликовано: 20.10.2012 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 2010114703 А, 01.01.2011. JP 2010076083
 А, 08.04.2010. JP 2000218407 А, 08.08.2000. JP
 2004074379 А, 11.03.2004. RU 2269605 С1,
 10.02.2006.

Адрес для переписки:

432027, г.Ульяновск, Северный Венец, 32,
 Ульяновский государственный технический
 университет, проректору по научной работе

(72) Автор(ы):

**Табakov Владимир Петрович (RU),
 Чихранов Алексей Валерьевич (RU),
 Власов Станислав Николаевич (RU),
 Смирнов Максим Юрьевич (RU),
 Романов Александр Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Ульяновский государственный технический
 университет" (RU)**

**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РЕЖУЩЕГО
 ИНСТРУМЕНТА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент и может быть использовано в металлообработке. Проводят вакуумно-плазменное нанесение в среде реакционного газа сначала нижнего слоя из нитрида или карбонитрида соединения титана, ниобия и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 81,0-89,0, ниобий 4,0-8,0, алюминий 7,0-11,0. Затем наносят промежуточный слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, ниобия и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 77,0-85,0, ниобий 8,0-12,0, алюминий 7,0-11,0 и верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана и ниобия при их

соотношении, мас. %: титан 90,0-94,0, ниобий 6,0-10,0. Нанесение слоев покрытия осуществляют расположенными горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и ниобия и располагают противоположно друг другу, а третий изготавливают составным из титана и алюминия 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. В результате нанесения многослойного покрытия повышается работоспособность режущего инструмента. 1 табл.

RU 2 464 348 C1

RU 2 464 348 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C23C 14/06 (2006.01)
C23C 14/24 (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011120726/02, 20.05.2011**

(24) Effective date for property rights:
20.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: **20.05.2011**

(45) Date of publication: **20.10.2012 Bull. 29**

Mail address:

**432027, g.Ul'janovsk, Severnyj Venets, 32,
Ul'janovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet, prorektoru po nauchnoj rabote**

(72) Inventor(s):

**Tabakov Vladimir Petrovich (RU),
Chikhranov Aleksej Valer'evich (RU),
Vlasov Stanislav Nikolaevich (RU),
Smirnov Maksim Jur'evich (RU),
Romanov Aleksandr Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Ul'janovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet" (RU)**

(54) METHOD FOR OBTAINING MULTI-LAYERED COATING FOR CUTTING TOOL

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: first, vacuum-plasma application is performed in reaction gas environment for lower layer of nitride or carbonitride of titanium, niobium and aluminium compound at their component ratio, wt %: titanium 81.0-89.0, niobium 4.0-8.0, aluminium 7.0-11.0. After that, intermediate layer of nitride or carbonitride of titanium, niobium and aluminium compound is applied at the following component ratio, wt %: titanium 77.0-85.0, niobium 8.0-12.0, aluminium 7.0-11.0. After that, upper layer of nitride or carbonitride of titanium and niobium compound is applied at the following component

ratio, wt %: titanium 90.0-94.0, and niobium 6.0-10.0. Application of coating layers is performed with three cathodes horizontally located in one plane; the first and the second of the above cathodes are made from titanium and niobium and located opposite to each other, and the third cathode is made from titanium and aluminium and located between them; at that, lower layer is applied using the first and the third cathodes; intermediate layer is applied using the second and the third cathodes, and upper layer is applied using the first and the second cathodes.

EFFECT: improving operability of cutting tool.

1 tbl

Изобретение относится к способам нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент и может быть использовано в металлообработке.

Известен способ повышения стойкости режущего инструмента (РИ), при котором на его поверхность вакуумно-плазменным методом наносят износостойкое покрытие (ИП) из нитрида титана (TiN) или карбонитрида титана (TiCN) (см. Табаков В.П. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями на основе сложных нитридов и карбонитридов титана. Ульяновск: УлГТУ, 1998. 123 с.).

К причинам, препятствующим достижению указанного ниже технического результата при использовании известного способа, относится то, что в известном способе наносимое покрытие не обеспечивает такой же высокой эффективности при работе режущего инструмента с этим покрытием в условиях прерывистого резания, в частности, при фрезеровании, как при непрерывном резании.

Наиболее близким способом того же назначения к заявленному изобретению по совокупности признаков является способ нанесения многослойного покрытия, раскрытый в описании к патенту на изобретение RU 2269605 C1, принятый за прототип.

К причинам, препятствующим достижению указанного ниже технического результата при использовании известного режущего инструмента с покрытием, принятого за прототип, относится то, что в известном способе многослойное покрытие обладает недостаточной твердостью, а следовательно, трещиностойкостью. В результате покрытие плохо сопротивляется процессам износа и разрушения и быстро разрушается при резании.

Повышение в последнее время стоимости металлорежущего инструмента и ужесточение требований к точности обрабатываемых деталей сделало еще более актуальной проблему повышения стойкости РИ. Одним из путей повышения стойкости и, как следствие, работоспособности РИ с покрытием является нанесение покрытий многослойного типа со слоями с различными физико-механическими свойствами. Наличие в покрытии верхнего слоя, обладающего высокой твердостью, способствует снижению интенсивности износа РИ с многослойным покрытием. Для повышения прочности сцепления покрытия с инструментальной основой оно должно иметь в своем составе нижний слой с повышенными адгезионными свойствами. Кроме того, увеличение твердости нижнего слоя покрытия также способствует дополнительному снижению интенсивности износа РИ с многослойным покрытием. Повышение прочности сцепления слоев обеспечивается за счет нанесения промежуточного слоя из элементов верхнего и нижнего слоев. Этот слой обладает высоким химическим родством с другими слоями, высокой твердостью. Промежуточный слой также способствует повышению трещиностойкости за счет появления дополнительных границ между слоями.

Технический результат - повышение работоспособности РИ.

Указанный технический результат при осуществлении изобретения достигается тем, что наносят нижний слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, ниобия и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 81,0-89,0, ниобий 4,0-8,0, алюминий 7,0-11,0; промежуточный - из нитрида или карбонитрида соединения титана, ниобия и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 77,0-85,0, ниобий 8,0-12,0, алюминий 7,0-11,0; верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана и ниобия при их соотношении, мас. %: титан 90,0-94,0, ниобий 6,0-10,0, а нанесение слоев покрытия осуществляют расположенными горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и ниобия и

располагают противоположно друг другу, а третий изготавливают составным из титана и алюминия 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.

Такая структура покрытия позволяет получить высокую прочность сцепления с основой из-за наличия в покрытии нижнего слоя, обладающего высокой адгезией с инструментальной основой. При этом слои обладают высокой твердостью из-за дополнительного легирования материала слоев покрытий и наличию в их структуре микрослоистости, получаемой при нанесении покрытий по предлагаемой схеме расположения катодов.

Сущность изобретения заключается в следующем. В покрытии при резании происходят процессы трещинообразования, приводящие к его разрушению. Кроме того, из-за недостаточной прочности сцепления с инструментальной основой и слоев внутри многослойного покрытия возможно разрушение последнего в результате адгезионно-усталостных явлений на контактных площадках. В этих условиях покрытие должно иметь слоистую структуру для торможения трещин. Нижний слой покрытия должен обладать высокой адгезией с инструментальным материалом. Слои покрытия должны обладать высокой твердостью для повышения износо- и трещиностойкости. При этом слои многослойного покрытия должны иметь высокую прочность связи между собой, что обеспечивается их высоким сродством друг с другом из-за наличия общих элементов.

Пластины с покрытиями, полученные с отклонениями от указанной технологии получения, показали более низкие результаты.

Для экспериментальной проверки заявленного способа было нанесено покрытие-прототип с соотношением слоев, соответствующему оптимальному значению, указанному в известном способе, а также двухслойное покрытие по предлагаемому способу.

Нанесение предлагаемого покрытия осуществляется следующим образом. Твердосплавные пластины МК8 (размером 4,7×12×12 мм) промывают в ультразвуковой ванне, протирают ацетоном, спиртом и устанавливают на поворотном устройстве в вакуумной камере установки «Булат-6», снабженной тремя катодами, расположенными горизонтально в одной плоскости. Используются расположенные противоположно друг другу первый и второй составные катоды из титана и ниобия, и третий составной катод из титана и алюминия, расположенный между ними. Камеру откачивают до давления $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па, включают поворотное устройство, подают на него отрицательное напряжение 1,1 кВ, включают один катод и при токе дуги 100 А производят ионную очистку и нагрев пластин до температуры 560-580°C. Ток фокусирующей катушки 0,4 А. Затем при отрицательном напряжении 160 В, токе катушек 0,3 А и подаче реакционного газа - азота (или смеси азота и ацетилена) включают первый (из титана и ниобия) и третий (из титана и алюминия) катоды и осаждают нижний слой покрытия TiNbAlN (или TiNbAlCN) толщиной 2,0 мкм. Промежуточный слой покрытия TiNbAlN (или TiNbAlCN) толщиной 2,0 мкм наносят при отрицательном напряжении 160 В, токе катушек 0,3 А и включенных втором (из титана и ниобия) и третьем (из титана и алюминия) катодах и подаче реакционного газа - азота (или смеси азота и ацетилена). Верхний слой покрытия TiNbN (или TiNbCN) толщиной 2,0 мкм наносят при отрицательном напряжении 160 В, токе катушек 0,3 А, включенных первым (из титана и ниобия) и

втором (из титана и ниобия) катодах и подаче реакционного газа - азота (или смеси азота и ацетилена). Затем отключают испарители, подачу реакционного газа, напряжение и вращение приспособления. Через 15 - 20 мин камеру открывают и извлекают инструмент с покрытием.

Микротвердость покрытий определяли на микротвердомере «ПМТ-3» под нагрузкой 100 г.

Стойкостные испытания режущего инструмента проводили при симметричном торцовом фрезеровании заготовок из стали 5ХНМ на станке 6Р12. Испытывали твердосплавные пластины марки МК8, обработанные по известному и предлагаемому способам. Режимы резания были следующими: скорость резания $V=247$ м/мин, подача $S=0,4$ мм/зуб, глубина резания $t=1,5$ мм, ширина фрезерования $B=20$ мм. За критерий износа была принята величина фаски износа по задней поверхности $h_3=0,4$ мм.

В таблице приведены результаты испытаний РИ с полученными покрытиями.

Результаты испытаний РИ с покрытием

Материал покрытия	Химический состав слоев покрытия (соотношение металлических компонентов), мас. %								Микротвердость, ГПа	Стойкость, мин	Примечание
	1 слой			2 слой			3 слой				
	Ti	Al	Nb	Ti	Al	Nb	Ti	Nb			
TiN									29,2	45	Аналог
TiCrAl-TiCrAlN-TiCrN	86	9	5*	81	9	10*	92,5	7,5*	37,7	230	Прототип
TiNbAlN-TiNbAlN-TiNbN	87	9	4	83	9	8	94	6	39,2	283	
	87	7	6	83	7	10	92	8	39,8	292	
	85	9	6	81	9	10	92	8	40,2	295	
	83	11	6	79	11	10	92	8	39,7	288	
TiNbAlCN-TiNbAlCN-TiNbCN	83	9	8	79	9	12	90	10	39,1	278	
	87	9	4	83	9	8	94	6	45,9	313	
	87	7	6	83	7	10	92	8	46,3	323	
	85	9	6	81	9	10	92	8	46,5	331	
	83	11	6	79	11	10	92	8	46,2	321	
	83	9	8	79	9	12	90	10	45,7	309	

Прим.: * - содержание хрома в слоях покрытия

Как видно из приведенных в таблице данных, стойкость пластин с покрытиями, нанесенными по предлагаемому способу, выше стойкости пластин с покрытием, нанесенным по способу-прототипу, в 1,21-1,44 раза.

Формула изобретения

Способ получения многослойного покрытия для режущего инструмента, включающий вакуумно-плазменное нанесение многослойного покрытия, отличающийся тем, что наносят нижний слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, ниобия и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 81,0-89,0, ниобий 4,0-8,0, алюминий 7,0-11,0; промежуточный - из нитрида или карбонитрида соединения титана, ниобия и алюминия при их соотношении, мас. %: титан 77,0-85,0, ниобий 8,0-12,0, алюминий 7,0-11,0; верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана и ниобия при их соотношении, мас. %: титан 90,0-94,0, ниобий 6,0-10,0, а нанесение слоев покрытия осуществляют расположенными горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и ниобия и располагают противоположно друг другу, а третий изготавливают составным из титана и алюминия 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.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50