

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011120722/02, 20.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.05.2011

(45) Опубликовано: 20.09.2012 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 89111 U1, 27.11.2009. RU 2269604 C1,  
10.02.2006. RU 2266976 C1, 27.12.2005. JP 2009-  
197263 A, 03.09.2009. JP 2000-326107 A,  
28.11.2000.Адрес для переписки:  
432027, г.Ульяновск, ул.Северный Венец, 32,  
Ульяновский государственный технический  
университет, проректору по научной работе

(72) Автор(ы):

Табаков 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. Согласно способу проводят вакуумно-плазменное нанесение многослойного покрытия. Сначала наносят нижний слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, молибдена и кремния при их соотношении, мас.%: титан 96,15-97,35, молибден 2,0-3,0, кремний 0,65-0,85. Затем наносят промежуточный слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, молибдена и кремния при их соотношении, мас.%: титан 93,65-95,35, молибден 4,0-5,5, кремний 0,65-0,85 и верхний - из нитрида или

карбонитрида соединения титана и молибдена при их соотношении, мас.%: титан 95,75-97,0, молибден 3,0-4,25. Нанесение слоев покрытия осуществляют расположенным горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и молибдена 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. Технический результат - повышение работоспособности режущего инструмента. 1 табл.

C1  
6 3  
6 6  
1 6  
2 4  
6 1  
R UR U  
2 4 6 1 6 6 3 C 1

R U 2 4 6 1 6 6 3 C 1

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) RU (11) 2 461 663<sup>(13)</sup> C1

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

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2011120722/02, 20.05.2011

(24) Effective date for property rights:  
20.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: 20.05.2011

(45) Date of publication: 20.09.2012 Bull. 26

Mail address:

432027, g.Ul'janovsk, ul.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 obrazovanija "Ul'janovskij  
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet" (RU)

(54) METHOD OF MAKING MULTILAYER COATING FOR CUTTING TOOL

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: vacuum-plasma deposition of multilayer coating is carried out. Lower layer from nitride or carnonitride of titanium, molybdenum and silicon is deposited at the ratio in wt %: titanium - 96.15-97.35, molybdenum - 2.0-3.0, silicon - 0.65-0.85, while intermediate layer of said components is deposited at the ratio of, in wt %: titanium - 93.65-95.35, molybdenum - 4.0-5.5, silicon - 0.65-0.85, and top layer is deposited at the ratio of, in wt %: titanium 95.75-97.0, molybdenum 3.0-4.25. Coat

layers are applied horizontally in one plane by three cathodes, first and second being made composed of titanium and molybdenum and arranged in opposition. Third composite cathode is made of titanium and silicon and arranged there between. Bottom layer is applied using first and third cathodes, intermediate layer is produced by second and third cathodes while top layer is made by first and second cathodes.

EFFECT: higher wear resistance.

1 tbl

R U 2 4 6 1 6 6 3 C 1

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 2269604 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 сродством 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, молибдена и кремния при их соотношении, мас.%: титан 96,15-97,35, молибден 2,0-3,0, кремний 0,65-0,85; промежуточный - из нитрида или карбонитрида соединения титана, молибдена и кремния при их соотношении, мас.%: титан 93,65-95,35, молибден 4,0-5,5, кремний 0,65-0,85; верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана и молибдена при их соотношении, мас.%: титан 95,75-97,0, молибден 3,0-4,25, а нанесение слоев покрытия осуществляют расположенным горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из

титана и молибдена 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.

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 наличия 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. Слой покрытия должны обладать высокой твердостью для повышения износостойкости. 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, соответствующим оптимальному значению, указанному в известном способе, а также трехслойное покрытие по предлагаемому способу.

Нанесение предлагаемого покрытия осуществляется следующим образом. Твердосплавные пластины МК8 (размером  $4,7 \times 12 \times 12$  мм) промывают в ультразвуковой ванне, протирают ацетоном, спиртом и устанавливают на 35 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 молибдена, и третий катод из сплава титана и кремния, расположенный 40 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 45 ацетилена) включают первый (из титана и молибдена) и третий (из титана и кремния) катоды и осаждают нижний слой покрытия TiMoSiN (или TiMoSiCN) толщиной 2,0 мкм. Промежуточный слой покрытия TiMoSiN (или TiMoSiCN) толщиной 2,0 мкм наносят при отрицательном напряжении 160 В, токе катушек 0,3 А и включенных 50 втором (из титана и молибдена) и третьем (из титана и кремния) катодах и подаче реакционного газа - азота (или смеси азота и ацетилена). Верхний слой покрытия TiMoN (или TiMoCN) толщиной 2,0 мкм наносят при отрицательном напряжении 160 В, токе катушек 0,3 А, включенных первом (из титана и молибдена) и

втором (из титана и молибдена) 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.

5 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 10 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.

15 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	Si	Mo	Ti	Si	Mo	Ti	Mo						
TiN				-					29,2	45	Аналог			
TiMoSi-TiMoSiN-TiSiN	96,75	0,75	2,5	94,5	0,75	4,75	96,37	0,75*	38,9	248	Прототип			
TiMoSiN-TiMoSiN-TiMoN	97,25	0,75	2,0	95,25	0,75	4,0	97,0	3,0	39,6	289				
	96,85	0,65	2,5	94,6	0,65	4,75	96,37	3,63	40,3	299				
	96,75	0,75	2,5	94,5	0,75	4,75	96,37	3,63	40,7	305				
	96,65	0,85	2,5	94,4	0,85	4,75	96,37	3,63	40,2	297				
	96,25	0,75	3,0	93,75	0,75	5,5	95,75	4,25	39,5	287				
TiMoSiCN-TiMoSiCN-TiMoCN	97,25	0,75	2,0	95,25	0,75	4,0	97,0	3,0	45,9	321				
	96,85	0,65	2,5	94,6	0,65	4,75	96,37	3,63	46,4	335				
	96,75	0,75	2,5	94,5	0,75	4,75	96,37	3,63	46,7	346				
	96,65	0,85	2,5	94,4	0,85	4,75	96,37	3,63	46,2	334				
	96,25	0,75	3,0	93,75	0,75	5,5	95,75	4,25	45,6	322				

Прим.: \* - содержание кремния в верхнем слое 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 1,16-1,40 раза.

Формула изобретения

Способ получения многослойного покрытия для режущего инструмента,

40 включающий вакуумно-плазменное нанесение многослойного покрытия, отличающийся тем, что наносят нижний слой из нитрида или карбонитрида соединения титана, молибдена и кремния при их соотношении, мас.%: титан 96,15-97,35, молибден 2,0-3,0, кремний 0,65-0,85; промежуточный - из нитрида или карбонитрида соединения титана, молибдена и кремния при их соотношении, мас.%:

45 титан 93,65-95,35, молибден 4,0-5,5, кремний 0,65-0,85; верхний - из нитрида или карбонитрида соединения титана и молибдена при их соотношении, мас.%:

титан 95,75-97,0, молибден 3,0-4,25, а нанесение слоев покрытия осуществляют

50 расположенными горизонтально в одной плоскости тремя катодами, первый и второй из которых выполняют составными из титана и молибдена 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.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50