

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.08.1999**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **17.08.1999**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/RU9900298**
(33) Země priority: **WO**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.08.2002**
(Věstník č. 8/2002)
(86) PCT číslo: **PCT/RU99/00298**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO01/12883**

(21) Číslo dokumentu:

2002 -572

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷ :

C 25 D 5/16
C 25 D 11/02
C 23 C 28/00

(71) Přihlašovatel:
ISLE COAT LIMITED, Douglas, GB;

(72) Původce:
Shatrov Alexandr Sergeevich, Moscow, RU;

(74) Zástupce:
**PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,
14000;**

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Ochranný vícefunkční směsný povlak na bázi
lehkých slitin a způsob jeho výroby**

(57) Anotace:

Ochranný kompozitní povlak na neželezných slitinách z Al, Mg, Ti, Nb, Al-Ti, Al-Be, Ti-Nb sestává z pevné, tvrdé, porézní oxido-keramické vrstvy ve formě matrice a funkční složky zavedené do pórů matrice. Funkční složka je zvolena z kovů Ni, Cu, Co, Fe, Cr, Mo, Ti, Al, Sb, Ag, Zn, Cd, Pb, Sn, Bi, In, Ga, karbidů, oxidů, nitridů, boridů a silicidů kovů skupin IVB až VIB periodického systému prvků. Oxido-keramická matriční vrstva se nanese oxidací základu způsobem plasmoelektrolytické oxidace a má vysokou adhesi k základu. Regulováním parametrů oxidačního procesu se dosáhne požadované porosity vrstvy oxidu. Funkční sloučeniny se zavedou do porézní struktury keramické matrice s použitím chemické nebo elektrochemické precipitace z roztoků, chemické nebo fyzikální precipitace z plynné fáze nebo třecího mechanického způsobu. Po vpravení funkčních sloučenin se kompozitový povlak podrobí finální úpravě s cílem obnažení vrcholů keramické vrstvy, schopných nést zatížení.

11.03.02

Pr 7 72-572

Ochranný vícefunkční směsný povlak na bázi lehkých slitin a způsob jeho výroby

Oblast techniky

Vynález se dá využít v různých odvětvích strojírenství, elektronice, medicíně a jiných oblastech, ve kterých se používají neželezné kovy a jejich slitiny. Vynález se týká také technologie nanášení ochranných povlaků na takové kovy a slitiny a také součástek a výrobků, které se z nich vyrábějí.

Dosavadní stav techniky

Použití součástek z neželezných slitin se zpevňujícím keramickým povlakem namísto součástek z tradičních materiálů (keramiky, vysoko legovaných ocelí a litin) umožňuje značně zvýšit trvanlivost a spolehlivost vysoce zatížených a rychle se opotřebovávajících součástek, snížit hmotnost a zlepšit dynamické parametry jednotek.

V současnosti bylo vytvořeno značné množství tvrdých keramických povlaků, ale ty mají velmi citelné nedostatky při jejich využívání v extrémních podmínkách s nedostatečným mazáním nebo zcela bez mazání. Takové tenké, proti opotřebení odolné povlaky, jako jsou TiN, TiCN díky nedostatečné smáčivosti často zničí mazací film, což vede k vyššímu stupni opotřebení. relativně tlusté keramické vrstvy jsou co do charakteru opotřebení třením blízké sintrované keramice. Jejich hlavními nedostatky jsou vysoký koeficient tření, ohřev třecího rozhraní tam, kde je nedostatek maziva, intenzivní opotřebení protitělesa jako výsledek mikrořezného účinku, lámání a vytváření mikroodštěpků keramických částic a jejich účast v urychlování abrazivního opotřebení. Rozsáhlé operace povrchové úpravy na hrubost Ra 0,04 až 0,06 μm řeší tento problém jenom zčásti.

V poslední době existovaly se zvýšenou měrou četné pokusy vytvořit na součástkách z neželezných slitin univerzální ochranné vrstvy, schopné pracovat v tvrdých extrémních podmínkách a přesto mít nízký koeficient tření, vysokou odolnost vůči opotřebení a dobrou odolnost vůči agresivním médiím.

Jedním ze způsobů, jak vytvořit takové povlaky je vytvořit na chráněné součástce porézní keramický povlak, do jehož pórů se vpraví různá plniva.

Je znám způsob (patent US 5 487 826 A) vytváření kompozitní vrstvy slitin z Al, Mg a Ti, skládající se z porézní ochranné oxidové vrstvy se zaváděním částic fluoropolymerů do jejích pórů.

Je také znám způsob (WO 97/05302) vytváření porézní vrstvy oxidu na slitinách z Al, Mg a Ti se zaváděním částic SiO_2 do jejích pórů pomocí sol-gelové technologie.

Rovněž je znám způsob (RU 2 073 752) zavádění silikonových organických oligomerů do vrstvy oxidu vytvořeného na součástkách ze slitin hliníku s následující tepelnou úpravou při 300 až 500 °C.

Nedostatkem, společným pro všechny výše uvedené způsoby, je omezení jejich použitelnosti při vysokých teplotách, které vznikají při provozu v extrémních podmínkách použití součástek, a nízké ukazatele tepelné a elektrické vodivosti povlaků.

Faktory triboelektrizace a tepelné emise významně ovlivňují povahu opotřebení a tvorbu produktů opotřebení v třecích se párech. Proto se dá zvýšení tepelné a elektrické vodivosti kompozitových povlaků dosáhnout, když se v nich použijí kovové nebo jako kov se chovající složky.

Existuje známý způsob (patent US 5 645 896 A) povrchové úpravy rotoru vřetenového čerpadla zahrnující to, že se na jeho povrch způsobem plynového tepelného poprašování nanáší nejprve vrstva hrubozrnného karbidu wolframu v tloušťce 50 až 125 μm a potom vrstva niklu a chromu v tloušťce 75 až 150 μm až se karbidová vrstva zcela pokryje. Konečné leštění sníží rozměry rotoru na jeho požadované rozměry a odstraní ochranný vršek karbidové vrstvy, která nese hlavní zátěž když se rotor používá.

V popsaném způsobu je rotor vyroben z oceli, ale způsob plynového tepelného poprašování se dá použít k nanášení povlaků v podstatě z jakýchkoliv směsí na jakékoliv podklady, ale je obtížné vytvořit tímto způsobem rovnoměrné povlaky na součástkách, které mají složitý tvar. Povlaky nanášené plynovým tepelným poprašováním se neváží dostatečně pevně na podklad. Tato vada je horší, když podklad tvoří neželezné slitiny, protože ty rychle odvádějí teplo a intenzivně na sobě vytvářejí tenké vrstvičky oxidu účinkem plasmové trysky. Neželezné slitiny také reagují kriticky na vysokou teplotu při způsobu poprašování, protože povrchy hliníku a hořčíku se mohou tavit a přehřátí titanových slitin vede k snížení jejich odolnosti proti únavě.

Je znám způsob (patent US 5 364 522) nanášení vícefunkčního kompozitového povlaku skládajícího se z keramických filmů obohacených boridy, karbidy, nitridy, oxynitridy a silicidy. V první fázi způsobu se nanese hydroxidová keramická vrstva na podklad elektrochemicky, v druhé fázi se odehrává obohacování (infiltrace) keramické vrstvy žáruvzdornými sloučeninami v proudu plynu nebo páry za teploty 450 až 800 °C.

Povlaky vyrobené tímto způsobem jsou pevné, odolné proti opotřebení a odolné vůči korozi za vysokých teplot, ale použití

vysokých teplot v této technologii znemožňuje nanášet takové povlaky na součástky vyrobené z neželezných slitin.

Existuje známý způsob (WO 96/13625) nanášení antifrikčních povlaků odolných proti opotřebení na hliník a hliníkové slitiny. Hliníkový podklad se nejprve anodizuje v 15% roztoku kyseliny sírové. Vrstva měkkého kovu, konkrétně india, cínu, galia nebo jejich kombinace se potom nanese na porézní anodo-oxidový povrch. Tloušťka anodo-oxidového povlaku činí 1 až 500 μm a tloušťka kovové vrstvy činí 10 až 100 μm . V průběhu tohoto způsobu by se mělo naplnit kovem nejméně 80 % pórů anodového kovu.

Hlavní problém popisovaného způsobu je nízká mechanická pevnost a nestabilita základního anodo-oxidového povlaku.

Anodové povlaky s tloušťkou větší než 10 μm mají velký počet pórů, které jsou ve značné míře hydratovány (obsah vody v povlaku překračuje 10 %) a jejich složení také zahrnuje 10 až 20 % elektrolytových aniontů zabudovaných do struktury povlaku. Když se zahřejí na více než 120 °C, tak se elektrolytové složky a voda odloučí od struktury povlaku, což vede k trhlinkám a hrudkování v anodo-oxidové vrstvě a zhoršuje to její ochranné vlastnosti. Anodo-oxidové vrstvy se hlavně skládají z amorfních fází oxidů a tudíž jejich pevnost a mikrotvrdost nejsou vysoké.

Podstata vynálezu

Jedním úkolem předmětného vynálezu je vyvinout kompozitový povlak pro součástky z neželezných slitin, který má dobrou odolnost proti opotřebení a nízký koeficient tření v průběhu životnosti součástky, odolnost vůči agresivním médiím a schopnost odolávat zatížením z dynamického styku a vibracím.

Druhým úkolem tohoto vynálezu je vyvinout kompozitový povlak pro součástky z neželezných slitin, který má vysokou odolnost proti

opotřebení a odolnost proti poškrábání, odolnost vůči opotřebení erozí a vůči působení abrazivních médií při vysokých teplotách a také odolnost vůči korozi.

Třetím úkolem tohoto vynálezu je vyvinout ekologicky bezpečnou a srovnatelně ne drahou technologii na nanášení kompozitových povlaků na neželezné slitiny, která se dá použít v sériové výrobě.

Tyto a některé další úkoly jsou řešeny předmětným vynálezem vytvořením povlaku, který má tvar porézního oxido-keramického povlaku vytvořeného oxidací povrchové vrstvy materiálu, která je chráněna plasmoelektrolytickým oxidačním způsobem, do jejíchž pórů se zavedou kovy jako je Ni, Cu, Co, Fe, Cr, Mo, Ti, Al, Sb, Ag, Zn, Cd, Pb, Sn, Bi, In, Ga a jejich směsí nebo karbidy, oxidy, nitridy, boridy a silicidy kovů ze skupin IVB až VIB Mendělejevova periodického systému a jejich směsí.

Vytváření porézních oxido-keramických povlaků na neželezných slitinách plasmoelektrolytickým oxidačním způsobem bylo navrženo autorem tohoto vynálezu v dřívější mezinárodní přihlášce PCT/RU97/00408 (publikace WO 99/31303).

Adheze těchto povlaků k základu je 5 až 10 krát silnější než je adheze u plyno-tepelně poprášením nanášených povlaků a jejich pevnost a mikrotvrdost jsou 2-krát až 5 krát větší, vyšší než u anodo-oxydových vrstev.

Oxidace probíhá v ekologicky neškodných slabě alkalických vodných elektrolytech za teploty 15 až 55 °C. Do součástí se dodává impulsní napětí 100 až 1000 V (amplitudová hodnota).

Frekvence se kterou po sobě následují impulsy je 50 až 3000 Hz. Hustota proudu je 2 až 200 A/dm².

Jemná krystalická oxidová vrstva s mikrotvrdostí 300 až 2000 Hv, v závislosti na složení hliníkového základu, se vytvoří na površích součástek z neželezných slitin účinkem plasmochemických reakcí. Tloušťka vrstvy může být od 1 do 600 μm .

Změnami režimů elektrolýzy a složení elektrolytu se dají provádět významné změny fyzikálně-mechanických parametrů oxido-keramických povlaků a zejména velikosti jejich otevřené porosity, která se může měnit v rozmezí od 5 do 35 %.

Výsledkem studií bylo objevení toho, že jestliže jsou výše uvedené kovy nebo karbidy, oxidy, nitridy, boridy a silicidy kovů skupin IVB až VIB periodické soustavy a jejich směsi zavedeny do pórů takového povlaku, dostane povlak unikátní vlastnosti jako je pevnost a tvrdost v kombinaci s plasticitou, vysokou odolností proti opotřebení a poškrábání, vysokou korozní odolností a odolností vůči mechanickému stykovému zatížení a vibracím.

Velikost pórů se mění od několika desítek nm (nanometrů) do několika μm (mikronů) v průměru. Póry velikosti větší než 1 μm zahrnují více než 90 % objemu všech pórů. Většina hmoty funkčních látek se zavede do těchto pórů.

Porézní struktura oxido-keramické vrstvy slouží jako matrice pro vytvoření multifunkčního kompozitového povlaku. Je třeba si povšimnout, že porosita povlaku se mění s hloubkou povlaku. Je na svém maximu n povrchu, ale je menší dvakrát až šestkrát tak, jak se jde k základnímu kovu. Koncentrace funkčních sloučenin zavedených do pórů odpovídá těmto parametrům - je na svém maximu ve vrstvě u povrchu a snižuje se exponenciálně se zvyšující se hloubkou povlaku. Oxido-keramické povlaky s otevřenou porositou 10 až 20 % tvoří ideální matrici pro vytvoření kompozitových povlaků naplněním této matrice sloučeninami majícími specifické

vlastnosti a splňujícími specifické funkce (antifrikční, tepelné vodivosti, antikorozivní atd.).

Mikrotvrдость oxido-keramického povlaku na druhé straně má maximální hodnoty blízko základního kovu a stále se snižuje směrem k vnějšímu povrchu povlaku (o 20 až 30 %).

Pevně vyvinutý povrch porézní struktury matricové vrstvy zabezpečuje vynikající adhezi funkčních sloučenin k oxidovému povlaku. To dává kompozitovému povlaku jeho vysokou kohezní pevnost.

První skupina funkčních sloučenin zavedených do pórů oxidové vrstvy se skládá z měkkých kovů Ni, Cu, Co, Fe, Cr, Mo, Ti, Al, Sb, Ag, Zn, Cd, Pb, Sn, Bi, In, Ga a jejich směsí.

Kov vykonává plastifikační účinek na kompozitní povlak. Specifická povaha tohoto povlaku je dána jeho deformačním chováním za termomechanického zatížení. Dvoufázová keramicko-kovová struktura poskytuje pětinasobné zvýšení šokové viskozity ve srovnání s čistou keramikou.

Takové povlaky mohou být také použity jako antifrikční povlaky. Po finalizační úpravě jsou ponechány sektory oxido-keramické vrstvy obnažené. Tyto pevnější sektory na frikčním povrchu přebírají hlavní zatížení a tudíž zvyšují nosnost povrchu.

Dále měkčí sektory povrchu, tak jak se opotřebovávají, vytvářejí mikroprohlubně a drážky, které slouží jako zásobníky pro mazivo a jejich přítomnost mění mazací režim při třecím styku, usnadňuje odstraňování produktů opotřebení a tedy zlepšuje pracovní schopnosti povrchu.

Vezme-li se v potaz třecí režim v jednotce, přítomnost maziva a stav kontaktních povrchů, mohou se vytvořit kompozitové povlaky, které optimálně odpovídají specifickým podmínkám použití s

optimální porositou a optimálním složením funkčních sloučenin v pórech kompozitového povlaku.

Druhá skupina funkčních sloučenin , které se zavádějí do pórů oxidové vrstvy se skládá ze žárovzdorných sloučenin kovů skupin IVB až VIB v Mendělejevově periodickém systému prvků: karbidů, oxidů, nitridů, boridů a silicidů.

Použití těchto sloučenin zvláště nebo dohromady s kovy jako funkčních materiálů zavedených do keramické matrice povlaku dodává kompozitovému povlaku takové vlastnosti, jako je vysoká tvrdost a pevnost, odolnost vůči vysokým teplotám a výjimečně vysokou odolnost proti oděru. Takové sloučeniny, umístěné v pórech, vytvrzují kompozitový povlak a mění jeho tepelně-fyzikální a mechanické vlastnosti.

Všechny výše uvedené funkční sloučeniny se nanášejí na porézní keramickou matriční vrstvu známými způsoby elektrolytického a chemického srážení z vodných nebo organických roztoků, včetně použití ultra-disperzních prášků, chemické nebo fyzikální precipitace z plynné nebo parní fáze nebo frikčního mechanického způsobu (roztírání) s použitím prášků, tyček, štětců atd.

S použitím těchto způsobů se funkční sloučeniny zavedou do pórů oxido-keramického matričního povlaku do hloubky 1 až 150 μm , v závislosti na hloubce oxidového povlaku samotného a objemu pórů v něm.

Pracovní povrch je podroben strojnímu obrábění (leštění, lapování, jemnému broušení, honování, superfinišování) až mají součástky požadované rozměry a hrubost povrchů nebo dokud se neodhalí (neobnaží) vrcholky oxido-keramického povlaku. Toto strojní obrábění umožňuje odstranit nadměrné vrstvy funkčních sloučenin a distribuovat zbývající část rovnoměrně po povrchu.

Strojní obrábění také znamená, že není třeba záběhu třecích povrchů.

Přehled obrázků na výkrese

Přiložené výkresy znázorňují následující:

Na obr. 1 je průřez vzorkem s kompozitovým povlakem, který je na něj nanesen, přičemž je znázorněn spojovací funkční materiál 1, póry v oxidovém matricovém povlaku 2, oxido-keramický matricový povlak 3, přechodná vrstva 4 mezi základním kovem a oxidovým povlakem a základní kov 5.

Na obr. 2 je znázorněn řez vzorkem po finální povrchové úpravě (leštění) kompozitového povlaku, přičemž je znázorněn vázající funkční materiál 1, póry v oxidovém matricovém povlaku 2, oxido-keramický matricový povlak, přechodová vrstva 4 mezi základním kovem a oxidovým povlakem, základní kov 5 a výstupky 6 oxidového povlaku na pracovním povrchu.

Příklady provedení vynálezu

Následující příklady konkrétně znázorňují nárokováný vynález, ale je třeba vzít v úvahu, že vynález není omezen na ty konkrétní složky, které jsou uvedeny v těchto příkladech.

Příklad 1 (srovnávací)

Vzorek slitiny D16 (AlCu_4Mg_2) je ve formě prstence s rozměry $D = 40$ mm, $d = 16$ mm a $h = 12$ mm. Externí válcový povrch je podroben plasmové elektrolytické oxidaci po dobu 120 min ve fostáto-silikátovém elektrolytu (pH 11) při teplotě 30°C . Režim je anoda-katoda, hustota proudu je 20 A/dm^2 , velikost (amplituda) konečného napětí: anoda 600 V, katoda 190 V. Hloubka oxido-keramického povlaku je $120 \mu\text{m}$, mikrotvrdost je 1800 Hv, otevřená porosita je 20 %.

Příklad 2

Vzorek slitiny D16 (AlCu_4Mg_2) je podroben stejné úpravě jako vzorek v příkladu 1 a má následující parametry: hloubku oxidové vrstvy $120\text{ }\mu\text{m}$, mikrotvrдость 1800 Hv , otevřenou porositu $20\text{ }\%$.

Vzorek byl podroben chemickému pokovení niklem a potom leštění. Hloubka penetrace niklu po leštění je kolem $10\text{ }\mu\text{m}$. Koncentrace niklu je na svém maximu ve vrstvě v blízkosti povrchu a snižuje se exponenciálně tak, jak se hloubka povlaku zvyšuje.

Příklad 3

Vzorek slitiny AK4-2 ($\text{AlCu}_2\text{Mg}_2\text{FeNi}$) je podroben plasmoelektrolytické oxidaci po dobu 90 minut ve fosfáto-silikátovém elektrolytu ($\text{pH } 11$) za teploty $30\text{ }^\circ\text{C}$. režim je anoda-katoda, hustota proudu je 15 A/dm^2 , velikost konečného napětí: anoda 550 V , katoda 120 V . Hloubka oxido-keramického povlaku je $70\text{ }\mu\text{m}$, mikrotvrдость je 1550 Hv , otevřená porosita je $16\text{ }\%$.

Kompozitová vrstva skládající se z $20\text{ }\%$ Cr a $80\text{ }\%$ Cr_2C_2 se nanese na vzorek způsobem chemické precipitace z plynné fáze. V průběhu precipitace se vzorek ohříval na $300\text{ }^\circ\text{C}$ Poté se vzorek vyleštil. Hloubka penetrace funkční sloučeniny CrCr_3C_2 do porézní struktury byla kolem $7\text{ }\mu\text{m}$.

Příklad 4

Vzorek slitiny VT6(TiAl_6V_4) byl oxidován v síranu hlinitém jako elektrolytu ($\text{pH } 9$) po dobu 20 minut při teplotě $20\text{ }^\circ\text{C}$. Režim: anoda, proudová hustota 50 A/dm^2 , velikost konečného anodového napětí 300 V . Hloubka oxidového povlaku $15\text{ }\mu\text{m}$, mikrotvrдость 690 Hv , otevřená porosita $12\text{ }\%$.

Vrstva niklu byla nanesena na vzorek způsobem chemické precipitace z plynné fáze. V průběhu precipitace byl vzorek

ohříván na 200 °C. Poté byl válcový povrch vzorku leštěn. Hloubka penetrace niklové sloučeniny do porézní struktury byla 3 µm.

Příklad 5

Vzorek slitiny VMD12 (MgZn_6MnCu) byl oxidován ve fluoridu hlinitém jako elektrolytu (pH 12) po dobu 40 minut při teplotě 20 °C. Režim: anoda-katoda, hustota proudu 8A/dm^2 , velikost finálního napětí: anoda 350 V, katoda 130 V. Hloubka oxido-keramického povlaku 30 µm, mikrotvrdost 750 Hv, otevřená porosita 25 %.

Kompozitová vrstva niklu byla nanесena na vzorek způsobem chemické precipitace z plynné fáze. Během precipitace byl vzorek ohříván na 200 °C. Poté byl válcový povrch vzorku vyleštěn. Hloubka penetrace niklové sloučeniny do porézní struktury vrstvy byla 10 µm.

Příklad 6

Vzorek slitiny ABM-3 ($\text{AlBe}_{60}\text{Mg}_2$) typu "localloy" byl oxidován ve fosfáto-silikátovém elektrolytu (pH 11) po dobu 120 minut při teplotě 30 °C. Režim anoda-katoda, proudová hustota 15A/dm^2 , velikost koncového napětí: anoda 480 V, katoda 110 V. Hloubka oxido-keramického povlaku 100 µm, mikrotvrdost 790 Hv, otevřená porosita 18 %.

Kompozitová vrstva niklu byla nanесena na vzorek způsobem chemické precipitace z plynné fáze. V průběhu precipitace byl vzorek ohřát na 200 °C. Poté se válcový povrch vzorku vyleštil. Hloubka penetrace niklové sloučeniny do porézní struktury oxidové vrstvy byla 8 µm.

Zkoušky třecích se párů, vytvořených ze součástí s různými typy povlaku a protisoučástí z tvrzené oceli byly prováděny na univerzálním třecím stroji.

Bylo zvoleno uspořádání prstenec-válec s protínajícími se osami pro bodový styk. Upevněný vzorek oceli ShKh15, tvrdost HRC₃ 58-60, byl tlačěn do pohybujícího se vzorku (prstenec) na kterém byl vytvořen povlak, který se zkoumal.

Testy byly prováděny v mezním třecím režimu, ve kterém bylo před testem na vzorek s povlakem nanесeno několik kapek vřetenového oleje. Rychlost kluzu byla 2 m/s, normální zatížení ve styku vzorků bylo 75 N. Test trval 60 s. S každým prstencem se provedlo deset stejných testů. Střední hodnoty pro parametry byly vypočteny z výsledků těchto testů..

Studie také sloužily pro vyhodnocení takových třecích parametrů, jako je odolnost proti opotřebení, koeficient tření a zatížitelnost. Odolnost proti opotřebení byla posouzena z opotřebení váhově a z rozměrů srovnáním rozměrů míst na ocelovém vzorku a ztráty hmotnosti vzorku s povlakem.

Výsledky technických třecích testů jsou uvedeny v tabulce 1.

Výsledky zkoušek ukazují účinnost používání kompozitových povlaků na různých podkladech ve srovnání s obvyklým oxido-keramickým povlakem na hliníkové slitině. Koeficient tření je o něco málo více než poloviční, opotřebení protitělesa se sníží 2-krát až 5-krát a opotřebení samotného povlaku prstence až 10-krát.

Tabulka 1

Číslo testovaného vzorku (Číslo příkladu)	Opotřebení vzorku s povlakem [mg]	Plocha opotřebeného místa na ocelovém protitělese [mm ²]	Koeficient tření
1	1,96	2,83	0,439
2	0,25	1,18	0,202
3	0,16	1,46	0,232
4	0,63	0,74	0,185
5	0,75	0,55	0,171
6	0,19	1,23	0,225

Průmyslová využitelnost

Protože navrhovaný kompozitový povlak má takové výjimečné vlastnosti, jako je vysoká pevnost a tvrdost v kombinaci s určitou plastičností, vynikající odolnost proti opotřebení a poškrábání a vysokou odolnost vůči korozi a vibracím, máme příležitost podstatně rozšířit používání součástek z neželezných kovů.

Rovněž se zvyšuje trvanlivost a spolehlivost součástek pracujících v extrémních podmínkách za současného působení různých forem opotřebení (abrazivní opotřebení při vysokých teplotách a v agresivních médiích, dynamických styčných zatíženích a vibracích).

Široká škála kovů a keramických sloučenin, použitých jako funkční materiály zavedené do porézní keramické matrice umožňuje zvolit si optimální parametry kompozitových povlaků pro aktuální podmínky použití.

Navrhovaný způsob výroby ochranných povlaků se odlišuje tím, že je ekologicky neškodný a vyžaduje nízké náklady a je vhodný pro použití v průmyslovém měřítku.

PATENTOVÉ NÁROKY

(UPRAVENÉ)

1. Ochranný kompozitový povlak nanesený na neželezné kovy, jejich slitiny a intermetalické sloučeniny a také na součástky z nich vyrobené, kde kompozitový povlak má formu prvního porézního oxido-keramického matricového povlaku, vytvořeného plasma elektrolytickou oxidací povrchové vrstvy materiálu, který je chráněn, a druhým povlakem vytvořeným zavedením nejméně jedné funkční složky zvolené ze skupiny zahrnující Ni, Cu, Co, Fe, Cr, Mo, Ti, Al, Sb, Ag, Zn, Cd, Pb, Sn, Bi, In, Ga a jejich směsí, karbidů, oxidů, nitridů, boridů a silicidů kovů skupin IVB až VIB Mendělejevova periodického systému prvků, a jejich směsí do pórů prvního matricového povlaku, vyznačující se tím, že povrchové části prvního matricového povlaku vyčnívají zespodu druhého povlaku.
2. Ochranný kompozitový povlak podle nároku 1 vyznačující se tím, že je nanesen na neželezné kovy Al, Mg, Ti, Nb a jejich slitiny a také sloučeniny AlTi, Ti-Nb a Al-Be.
3. Ochranný kompozitový povlak podle nároku 1 nebo 2 vyznačující se tím, že oxido-keramický matricový povlak má otevřenou porositu 5 až 35 %, porositou snižující se podél tloušťky povlaku ve směru dovnitř od vnější vrstvy, přičemž mikrotvrdost oxido-keramického povlaku je 300 až 2000 HV a zvyšuje se přes tloušťku dovnitř z vnější vrstvy, a celková tloušťka oxido-keramické vrstvy činí 1 až 600 μm , s výhodou 3 až 150 μm .

4. Ochranný kompozitový povlak podle nároku 3 vyznačující se tím, že oxido-keramický matricový povlak má otevřenou porositu 10 až 12 %.
5. Ochranný kompozitový povlak podle nároků 1 až 4 vyznačující se tím, že funkční složky jsou zavedeny do pórů oxido-keramického matricového povlaku do hloubky 1 až 150 μm , s výhodou 2 až 100 μm .
6. Způsob nanášení ochranného kompozitového povlaku na neželezné kovy, jejich slitiny a intermetalové sloučeniny a také na sloučeniny z nich vyrobené, vyznačující se tím, že zahrnuje následující fáze:
 - a) plasmoelektrolytickou oxidací povrchové vrstvy materiálu, který je chráněn,, přičemž provozní napětí a hustota proudu jsou řízeny, takže se vyrábí první oxido-keramický matricový povlak s předem určenou porositou,
 - b) zavedení do pórů prvního oxido-keramického matricového povlaku, vytvořeného ve fázi a) nejméně jedné funkční sloučeniny zvolené ze skupiny zahrnující Ni, Cu, Co, Fe, Cr, Mo, Ti, Al, Sb, Ag, Zn, Cd, Pb, Sn, Bi, In, Ga a jejich směsí, karbidy, oxidy, nitridy, boridy a silicidy kovů skupin IVB až VIB Mendělejevova periodického systému prvků, a jejich směsí, takže se vytváří druhý povlak, a
 - c) konečnou úpravu povrchu kompozitového povlaku takže se způsobí, že povrchové části prvního matricového povlaku pronikají zespodu druhého povlaku.

7. Způsob nanášení podle nároku 6, vyznačující se tím, že plazmová elektrolytická oxidace probíhá při napětí 100 až 1000 V, proudové hustotě 2 až 200 A/dm².
8. Způsob nanášení podle nároku 6 nebo 7, vyznačující se tím, že plazmová elektrolytická oxidace probíhá při teplotě 10 až 55 °C.
9. Způsob nanášení podle nároků 6 až 8, vyznačující se tím, že zavádění funkčních sloučenin do pórů prvního matricového povlaku se provádí elektrochemickou precipitací z vodných nebo organických roztoků včetně použití ultra-dispersních prášků.
10. Způsob nanášení podle nároků 6 až 8, vyznačující se tím, že zavádění funkčních složek do pórů prvního matricového povlaku se provádí chemickou precipitací z vodného nebo organického roztoku.
11. Způsob nanášení podle nároků 6 až 8, vyznačující se tím, že zavádění funkčních složek do pórů prvního matricového povlaku se provádí chemickou precipitací z plynné fáze.
12. Způsob nanášení podle nároků 6 až 8, vyznačující se tím, že zavádění funkčních složek do pórů prvního

11.03.02

- 26 - 18

matricového povlaku se provádí s pomocí fyzikálních precipitačních způsobů.

13. Způsob nanášení podle nároků 6 až 8, vyznačující se tím, že zavádění funkčních složek do pórů prvního matricového povlaku se provádí s pomocí třecího mechanického vtírání, s použitím prášků, tyček nebo kartáčů.
14. Způsob nanášení podle nároků 6 až 13, vyznačující se tím, že konečná úprava kompozitového povlaku je zvolena z následujících operací: leštění, jemné broušení, lapování, honování a superfinišování.