

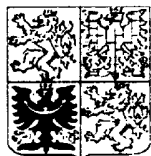
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

284 156

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **83-94**

(22) Přihlášeno: **17. 07. 92**

(30) Právo přednosti:
29. 07. 91 GB 91/9116332

(40) Zveřejněno: **15. 02. 95**
(Věstník č. 2/95)

(47) Uděleno: **29. 06. 98**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **12. 08. 98**
(Věstník č. 8/98)

(86) PCT číslo: **PCT/EP92/01636**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 93/03201**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
C 23 G 5/00

(73) Majitel patentu:

Siemens Aktiengesellschaft, München, DE;
Diffusion Alloys Ltd., Hatfield, GB;

(72) Původce vynálezu:

Czech Norbert, Dorsten, DE;
Kempster Adrian, Bury Huntingdon, GB;

(74) Zástupce:

Čermák Karel JUDr. advokát, Národní 32,
Praha 1, 11000;

(54) Název vynálezu:

**Způsob renovace korodovaného vysoce
legovaného nebo žáruvzdorného
ocelového dílu**

(57) Anotace:

Způsob renovace korodovaného vysoce legovaného nebo žáruvzdorného ocelového dílu s produkty koroze na povrchu se provádí tak, že povrch renovovaného dílu se nejprve očistí až do odstranění podstatné části zkorodovaného povrchu, načež se na tento povrch nanese aluminidová vrstva a nakonec se tato aluminidová vrstva odstraní společně s produkty koroze.

CZ 284 156 B6

Způsob renovace korodovaného vysoce legovaného nebo žáruvzdorného ocelového dílu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu renovace korodovaného vysoce legovaného nebo žáruvzdorného ocelového dílu, který byl napaden korozí působením horkých plynů. Takovými díly jsou zejména lopatky stacionárních plynových turbin nebo také turbin lodních nebo leteckých motorů, popřípadě výfukových ventilů vznětových spalovacích motorů a podobných konstrukčních dílů.

Dosavadní stav techniky

Díly vystavené v provozu působení horkých plynů jsou obvykle vyrobeny na bázi takových materiálů jako jsou vysoce legované slitiny nebo žáruvzdorné oceli, přičemž základní materiál těchto dílů je kromě toho opatřován ochrannými povlakovými vrstvami. Typickými příklady takových dílů jsou lopatky, křídla nebo lamely stacionárních plynových turbin, které jsou vyrobeny z vysoce legovaných materiálů, pracujících obvykle při teplotách až do 1000 °C, zejména v rozsahu teplot mezi 650 °C a 900 °C.

Pojem „vysoce legovaná slitina“ je ve stavu techniky běžně znám a je používán pro označování slitin navržených k provozu ve vysokých teplotách, kde se předpokládá také značné mechanické namáhání a kde je často vyžadována stabilita jejich povrchu.

Všechny tyto vysoce legované slitiny různého chemického složení obvykle sestávají především ze železa, niklu, kobaltu a chromu a také z menších množství wolframu, molybdenu, tantalu, niobu, titanu a hliníku. Základními představiteli vysoce legovaných slitin jsou slitiny na bázi niklu a chromu, železa a chromu a také kobaltu a chromu, které obsahují malé podíly dalších uvedených prvků. Taková vysoce legovaná slitina může například obsahovat v hmotnostních množstvích přibližně 12 až 35 % chromu a do 80 % niklu společně s přísadami přítomnými v menších množstvích, například s titanem, wolframem, tantalem a hliníkem. Příkladnými slitinami tohoto druhu jsou slitiny označené In 738 Lc a In 939 nebo také Udimet 500. Tato označení jsou odborníkům dostatečně známa.

Tyto konstrukční díly, uvedené v předchozí části, mohou být vyrobeny také z oceli odolné proti vysokým teplotám. Ocelí odolnost proti vysokým teplotám se rozumí slitina na bázi železa, ve které jsou přítomny legovací prvky, které zvyšují odolnost proti tvoření okují a odlupování povrchu slitiny při oxidaci za vysokých teplot. Tyto legovací prvky obecně obsahují chrom, hliník, křemík a nikl.

Konstrukční díly vytvořené z vysoce legovaných slitin nebo ze žáruvzdorné oceli mohou být opatřeny ochrannou vrstvou, například rozptýleným chromem, naneseným difuzním chromováním, nebo rozptýleným hliníkem, naneseným difuzním hliníkováním, popřípadě povlakovými vrstvami libovolného složení, nanášenými plazmovým stříkáním nebo například fyzikálním srážením kovových par.

Všechny konstrukční díly, dokonce i prvky opatřené ochrannou povlakovou vrstvou, jsou napadány korozí na svých plochách vystavených působení nepříznivých vlivů a mohou být renovovány, aby se udržela jejich užitná hodnota po dostatečně dlouhou dobu jejich životnosti.

Lopatky plynových turbin mají být obecně renovovány po určitém časovém úseku v průběhu jejich životnosti, která může dosahovat až 100 000 hodin.

Koroze dílů plynových turbin a podobných konstrukčních součástí je výsledkem působení nečistot v palivu a/nebo ve vzduchu, přičemž ke korozi může také docházet při působení vysokých teplot. V závislosti na provozních podmínkách tak může vznikat na povrchu součástí, například turbinových lopatek, vrstva oxidů různé tloušťky. Do základního materiálu může pronikat, a to velmi výrazně, síra, zejména podél hranic zrn, která pak vytváří v hloubce materiálu sirníky. V kovu se mohou také v blízkosti povrchu vytvářet vnitřní oxidy a nitridy.

Renovace nebo obnovování těchto konstrukčních dílů zahrnuje odstraňování všech korozních produktů, odvozených ze základního materiálu a/nebo z ochranné povlakové vrstvy a případně nové vytváření ochranného povlaku na povrchu lopatky, který je nově vystaven působení svého okolí.

S ohledem na všechny typy koroze, popsané v předchozí části, je třeba při odstraňování všech produktů koroze odstranit také všechny hloubkové vměstky jako jsou sirníky, protože pokud by tyto složky zůstaly v materiálu, bylo by nebezpečí jejich rozptýlení v základním materiálu při následném tepelném zpracování a při dalším provozu, což je zvláště nebezpečné u tenkostěnných konstrukčních dílů a což podstatně ohrožuje mechanickou celistvost součástí. Je také nebezpečí, že novou povlakovou ochrannou vrstvu nebude možno nanést nebo může být velmi brzo narušena.

V současné praxi, související s turbinovými lopatkami nebo podobnými díly vyrobenými z vysoce legovaných slitin nebo žárovzdorných ocelí a popřípadě opatřených ochrannými povlakovými vrstvami, se nejprve povrch korodovaných dílů očistí nebo se zbaví produktů koroze kombinací mechanického zpracování, například abrasivním ošleháváním pískem, a chemického zpracování, například odleptáním kyselinou nebo jiným vhodným činidlem. V dřívější době se používalo také zpracování při vysokých teplotách s fluoridovými chemickými látkami, které produkují fluorovodík jako aktivní látku, která se ukázala být velmi účinná. Při tomto zpracování vznikají oxidy hliníku a titanu a nitridy, které jsou jinak velmi odolné proti přeměně na plynné fluoridy, které se zase na druhé straně snadno odstraňují. Tento postup zpracování je v širokém rozsahu využíván pro přípravu částí opravovaných svarů a pájených spojů.

S použitím sloučenin fluoru však souvisejí jiné problémy. První problém je spojen s ohrožováním životního prostředí jak ve vlastním výrobním podniku, tak i v okolní atmosféře. Za druhý problém je možno považovat skutečnost, že takové zpracovávání má nevýhodu spočívající v tom, že nemá žádný vliv na sírové okluzi, takže sirníky usazené na hranicích zrn nemohou být tímto zpracováním odstraněny. Současně je nutno zpracované oblasti ručně obrousit, což může vést k nekontrolovatelnému ubírání materiálu.

V článku nazvaném „Renovační postupy pro lopatky stacionárních plynových turbin“ Bürgela a kolektivu, (Bürgel, Koromzay, Redecker: „Renovační postupy pro lopatky stacionárních plynových turbin“, z jednání konference „Hodnocení životnosti a opravy“ a vydané nakladatelství Viswanathan and Allen, Phoenix, Arizona, 17. až 19. dubna 1990) je uvedena zmínka o zpracování difuzním hliníkováním, které se provádělo u lopatek vystavených nepříznivým provozním podmínkám ještě před odstraňováním povrchových narušených vrstev, aby se tím usnadnilo odstraňování povlakových ochranných vrstev chemickými prostředky. Hliníkový povlak je nanášen cementačním procesem v nádobě, který je normálně používán pro nanášení difuzních hliníkových povrchových vrstev. Tento postup v sobě zahrnuje zpracování při vysokých teplotách, které vede ke zvýšené difuzi prvků ze zbytkových částí povrchových vrstev. Je třeba také konstatovat, že při tomto postupu je u ochlazených lopatek ovlivněna téměř celá tloušťka stěny lopatky v náběžné oblasti a že se vyskytují mikrostrukturní poškození, která rozhodně nejsou způsobena vystavením lopatky provozním podmínkám. Toto zpracování je třeba proto považovat za negativní příklad toho, co se může stát v průběhu nevhodného odstraňování povrchových vrstev dílu.

US-PS 4 339 282 popisuje způsob odstraňování aluminidové povlakové vrstvy z vysoce legované slitiny na bázi niklu a také přípravek k provádění tohoto způsobu, přičemž niklová slitina může být použita pro vytvoření turbinové lopatky. Aluminidová povlaková vrstva se odstraňuje odleptáním pomocí speciální sloučeniny, která nepoškozuje základní niklovou slitinu. Kromě
 5 jednoznačného určení, že odstraňovaná povlaková vrstva může být poškozená, není v tomto spisu žádná zmínka o problémech způsobených korozi a o odstraňování produktů koroze z podkladu vytvořeného z niklové vysoce legované slitiny.

10 Podstata vynálezu

Základním účelem vynálezu je vyřešení takového zpracování konstrukčního dílu, kterým by bylo možno účinně odstranit korodovaný povrch tohoto dílu nanesením aluminidové povrchové
 15 vrstvy, která zasahuje do korodovaného povrchu do takové hloubky, že nanesený hliník obklopuje všechny produkty koroze, načež se hliníková povrchová vrstva odstraní, přičemž produkty koroze jsou tak odstraněny společně s hliníkovou vrstvou.

Podstata způsobu renovace korodovaného vysoce legovaného nebo žáruvzdorného ocelového dílu s produkty koroze na povrchu spočívá v tom, že povrch renovovaného dílu se nejprve očistí
 20 až do odstranění podstatné části zkorodovaného povrchu, načež se na tento povrch nanese aluminidová vrstva a nakonec se tato aluminidová vrstva odstraní společně s produkty koroze.

Podle výhodného provedení se při nanesení aluminidové vrstvy aluminidovou vrstvou obklopí v podstatě všechny produkty koroze, které zbyly po čištění.

25 Při provádění tohoto způsobu se odstraní prakticky všechny produkty koroze včetně sirníků usazených na hranicích zrn.

Na rozdíl od názoru uvedeného ve zmíněném článku Bürgela a kolektivu autorů bylo zjištěno, že
 30 difúzním hliníkováním povrchu konstrukčního dílu, který je zkorodován působením horkých plynů, je možno dosáhnout potřebných výhod, jestliže je povrch konstrukčního dílu před hliníkováním očištěn a hliníkování je provedeno postupem popsáním v další části.

Po odstranění aluminidové vrstvy může být konstrukční díl znovu opatřen povrchovou ochrannou vrstvou, nanesenou například difúzí, zejména difúzním chromováním, plazmovým
 35 stříkáním nebo fyzikálním pokovováním srážením kovových par.

Hliníková difúzní povrchová vrstva, která se nanáší na očištěný konstrukční díl, má obklopit v podstatě všechny produkty koroze, které zbyly po čisticí operaci, zejména takové produkty
 40 hloubkové koroze jako jsou sirníky nacházející se na rozhraních jednotlivých zrn materiálu konstrukčního dílu. Hliníková povrchová vrstva má tloušťku, která je zejména větší než 150 μm a zejména se pohybuje v rozsahu od 200 do 400 μm , i když může mít ještě větší tloušťku.

Jak již bylo řečeno, povrch korodovaného konstrukčního dílu je třeba před difúzním hliníkováním očistit. Tímto čištěním je třeba ještě před zahájením hliníkovacího procesu odstranit hlavní část korodované povrchové vrstvy, která obsahuje zejména základní frakci
 45 produktů koroze na povrchu dílu. Čištění se může provádět chemickými prostředky, například mořením vodnými kyselinami. Výhodnějšími způsoby čištění jsou fyzikální metody, založené například na použití stlačeného vzduchu pro otryskávání korodovaného povrchu niklové slitiny
 50 malými částicemi tvrdých keramických materiálů, zejména oxidu hlinitého. Tyto částice svými nárazy na povrch dílu a oděrem povrchu mohou odstranit hlavní část produktů koroze. Takto prováděné čištění je proto základní pracovní operací způsobu podle vynálezu, kterou se produkty povrchové koroze, která je korozními produkty tvořícími hlavní část povrchové vrstvy

konstrukčního dílu, v podstatě odstraní ještě před hliníkovacím procesem. Tyto povrchové produkty koroze obsahují převážně uvolněné hrubé částice oxidů, které mohou být snadno odstraněny mechanickým zpracováním typu uvedeného v předchozí části popisu.

- 5 Hliníkování konstrukčních dílů z vysoce legovaných slitin nebo žárovzdomných ocelí se po jejich očištění může provádět řadou různých technologických postupů.

Při provádění jedné z těchto metod je hliníkováný konstrukční díl uložen do hliníkovacího prášku, který může obsahovat zdroj hliníku, případně moderátor, zdroj energie a ředidlo. Prášek
10 a konstrukční díl, který má být hliníkován, jsou uloženy v částečně utěsněné retortě, která je zahřívána v peci. Tento postup je nazýván „hliníkováním v prášku“.

V jiném hliníkovacím postupu jsou hliníkováný konstrukční díl a hliníkovací přípravek uloženy v částečně utěsněné retortě, ovšem v tomto případě není hliníkovací přípravek v přímém
15 kontaktu se zpracovávaným konstrukčním dílem. Tento postup se někdy označuje za hliníkování „mimo práškovou náplň“.

Při třetím způsobu hliníkování je zdroj nebo generátor hliníku umístěn mimo retortu a hliníková sloučenina, obvykle halogenid hliníku, se přivádí do vyhřáté retorty, obsahující konstrukční díl,
20 který se má hliníkovat. Tento proces se obvykle nazývá „hliníkováním v plynné fázi“.

Zdrojem hliníku, který se má usazovat na povrchu konstrukčního dílu z vysoce legované slitiny, může být hliníkový prášek, vločkový přípravek nebo prchavá chemická sloučenina, například halogenid hliníku, nebo chemické sloučeniny, které po svém rozkladu produkují halogenid
25 hliníku. V průběhu nanášecího procesu je důležité, aby hliník byl společně s dalšími příměsemi a složkami, obsaženými v hliníkovacím hrnci, chráněn proti vlivu vzdušného kyslíku inertní atmosférou, která může být vytvářena amonnými solemi obsaženými v hliníkovacím prášku, která se za zvýšených teplot rozkládají. V alternativním provedení může být tato ochrana vytvářena přiváděním vodíku nebo plynové směsi obsahující vodík do retorty.

Způsob hliníkování v hliníkovacím prášku, popsáný v předchozí části, se může provádět dvěma
30 různými základními postupy. V prvním postupu obsahuje hliníkovací náplň zdroj hliníku, žárovzdomné ředidlo jako je alumina nebo titania, a chemický zdroj energie, například fluorid amonný nebo chlorid amonný. Hliníkovací teplota se pohybuje v rozsahu od 700 °C do 900 °C a povrchová vrstva označovaná za aluminidovou vrstvu je vytvořena difuzí hliníku. Tato aluminidová povrchová vrstva má dvě oblasti, z nichž jedna se nachází pod původním povrchem
35 vysoce legované slitiny a je nazývána „difuzní zónou“ a druhá z nich se nachází nad původním povrchem a je označována za „přídavnou zónu“. Na konstrukčních dílech obsahujících nikl jako primární sloučeninu je přídavná zóna tvořena sloučeninou s obecným vzorcem Ni_2Al_3 .
40 U hliníkovacích postupů, popsáných v předchozí části, je hloubka hliníkové difuzní vrstvy v substrátu omezena použitou poměrně nízkou teplotou. Povrchová vrstva tak sestává převážně z přídavné zóny, to znamená z Ni_2Al_3 .

Hliníkovací náplně typu popsaného v předchozí části se označují za „vysoce aktivní práškové náplně“.
45

Bylo zjištěno, že použitím těchto typů práškových náplní k vytvoření povrchové vrstvy s vhodnou tloušťkou, to znamená s tloušťkou větší než 150 μm , je nutno provádět následný redifuzní proces při vysoké teplotě, která může být z provozních důvodů nežádoucí. Redifuzní
50 proces musí být prováděn v inertní atmosféře nebo ve vakuové peci při teplotách kolem 1050 až 1100 °C a tím se zvyšují celkové výrobní náklady a potřebná doba k provedení všech pracovních operací. Pokusy s výrobou aluminidové povrchové vrstvy s větší tloušťkou, prováděné s využitím vysoce aktivních hliníkovacích prášků při teplotách vyšších než 900 °C, produkovaly vrstvy,

kteře jsou v celém rozsahu ploch konstrukčních dílů, pokrytých povrchovou vrstvou, nerovnoměrné.

5 V alternativním provedení hliníkování v prášku je do náplně retorty nebo jiná nádoby přidán moderátor ve formě kovového prášku, zejména práškového chromu, niklu nebo železa. Moderátor snižuje tlak par halogenidu hliníku v hliníkovací nádobě při hliníkovacích teplotách a v důsledku toho umožňuje použití vyšších teplot, aby se dosáhlo větší hloubky aluminidové povrchové vrstvy.

10 Tímto postupem je možno vytvořit aluminidovou povrchovou vrstvu, mající tloušťku větší než 150 μm .

15 Redifuzní proces není nutný při použití hliníkovacího prášku se složením popsaným v další části a označovaným za „prášek s nízkou aktivitou“. Hliníková povrchová vrstva vytvořená v prášku s nízkou aktivitou vykazuje obecně větší rovnoměrnost ve srovnání s hliníkovými povrchovými vrstvami vytvořenými vysoce aktivními prášky. Z toho důvodu je podle vynálezu výhodnější používání prášků s nízkou aktivitou.

Hliníkovací materiály s nízkou aktivitou mají následující složení.

20 Zdroj hliníku

Koncentrace hliníku	1 až 25 % hmotnostních
zejména	2 až 15 % hmotnostních

25 Pro hliníkování difuzí je halogenid hliníku zejména generován na místě uvnitř reporty a uvnitř náplně obklopující konstrukční díl, který se má difuzně hliníkovat. Bylo však zaznamenáno, že hliníkovací sloučeniny (halogenid hliníku) mohou být generovány v úseku retorty, která je oddělena od hliníkového dílu, popřípadě mohou být přiváděny z vnějšího generátoru do vyhřívané reporty.

Moderátor

35 Moderátorem může být kovová prášková přísada k hliníkovací náplni, tvořená například chromem, niklem nebo železem v hmotnostní koncentraci 1 až 20 %, přičemž výhodné hmotnostní množství přísady se pohybuje v rozsahu od 2 do 10 %.

Zdroj energie

40 Zdrojem energie používaným při hliníkovacím procesu je obecně sloučenina, která obsahuje halogenidový prvek, například chlorid sodný nebo fluorid amonný. Výhodnou halogenidovou sloučeninou, použitou u způsobu podle vynálezu, je amonná sůl, například chlorid amonný v hmotnostní koncentraci v rozsahu od 0,05 do 10 %, zejména v rozsahu od 0,1 do 5 %.

45 Ředidlo

Ředidlem je obecně žáruvzdorný oxidový prášek, který zajišťuje rovnováhu složek hliníkovací náplně a kterým může být sloučenina jako je Al_2O_3 (alumina), TiO_2 (oxid titaničitý), MgO nebo Cr_2O_3 . Výhodným žáruvzdorným ředidlem používaným v náplni podle vynálezu je alumina.

50 Hliníkování difuzí je s výhodou prováděno při teplotách a v rozsahu časových intervalů, které odpovídají požadavkům na dosažení hliníkových povlaků obsahujících produkty koroze, které mají být v potřebném rozsahu odstraněny, přičemž je třeba mít na paměti, že takto vytvořená

uzavírací vrstva je alespoň částečně vytvořena difuzí hliníku do zkorodovaného základního materiálu.

5 Difuzní hliníkování je obecně prováděno při teplotách mezi 1050 °C a 1200 °C, zejména mezi 1080 °C a 1150 °C; stejný teplotní rozsah je třeba použít při redifuzním zpracování, následujícím po hliníkovací difuzní operaci u vysoce aktivní náplně. Teploty však mají být v každém případě udržovány pod teplotou tavení základního slitinového materiálu.

10 Proces, při kterém probíhá hliníkování a/nebo redifuze, se s výhodou uskutečňuje v časovém intervalu mezi 6 a 24 hodinami, zejména mezi 10 a 16 hodinami. Trvání tohoto časového intervalu je však třeba vypočítat od okamžiku dosažení požadované teploty, protože zahřívací interval, předcházející hliníkovacímu procesu, může trvat dosti dlouho, v některých případech až několik hodin.

15 Jak pracovní teplota, tak i časový interval jsou kritickými hodnotami pro popisovaný pracovní proces, přičemž nejdůležitějšími provozními parametry je teplota, uvedená v předchozí části.

20 Difuzní hliníkovací proces podle vynálezu, popsáný v předchozí části popisu, nemá být omezen na zobrazené detaily. Hliníkovací proces může být zejména modifikován v tomto smyslu, aby mohl být prováděn s menším množstvím prvků přidávaných k hliníku ukládanému na zpracovávaném materiálu. Takovými prvky jsou například křemík a chrom, které mohou účinkem tak zvaného „pomocného difuzního procesu“ zvýšit difuzi hliníku do základního materiálu a tím zlepšit uzavření zkorodovaného předmětu. V každém případě by měla být volba
25 přídavných prvků, které by měly být volba přídavných prvků, které by měly být difundovány společně s hliníkem, uskutečněna s ohledem na vzájemné působení mezi těmito prvky a základním materiálem, který má být hliníkován. Za normálních okolností nejsou případné nebo jiné prvky omezovány na množství odpovídající několika procentům. Přidávání těchto prvků se může zejména uskutečnit použitím vhodné hliníkové slitiny v hliníkovací dávce místo přidání v podstatě čistého hliníku.

30 Po difuzním hliníkování součásti je možno odstranit aluminidový povlak vhodným pracovním postupem, například působením kyseliny, přičemž při tomto zpracování se současně odstraní všechny produkty koroze. Vyčištěný a renovovaný díl je potom možno opatřit ochrannou povlakovou vrstvou, například vrstvou chromu.

35

Přehled obrázků na výkresech

40 Vynález bude blíže objasněn pomocí následujících příkladů provedení, doplněných mikrofotografiemi, na kterých znázorňují

obr. 1 snímek výbrusu části turbinové lopatky v původním zkorodovaném stavu,

obr. 2 snímek výbrusu části lopatky po difuzním hliníkování a

obr. 3 snímek výbrusu části lopatky po odstranění aluminidové vrstvy.

45

Příklady provedení vynálezu

50 Ve všech následujících příkladech provedení byly hliníkované díly uloženy v práškové náplni v retortě, která byla částečně utěsněna a umístěna do pece.

Slitiny In 738 Lc, Udimet 500 a IN 939, o kterých byla zmínka v předchozí části, mají následující složení v % hmotnostních:

CHEMICKÉ SLOŽENÍ:

		In 738	U 500	In 939
		%	%	%
5	C	0,1	0,08	
	Cr	16,0	19,0	22,5
	Co	8,5	18,0	19,0
	Mo	1,75	4,0	
	W	2,6		2,0
10		In 738 Lc	U 500	In 939
		%	%	%
	Nb	0,9		1,0
	Ti	3,4	2,9	3,7
15	Al	3,4	2,9	1,9
	Ta	1,75		1,4
	Fe		4,0 max.	
	B		0,006	
	Zr		0,05	
20	Ni	zbytek	zbytek	zbytek

Příklad 1

25

Díl turbinové lopatky, vyrobené ze slitiny In 738 Lc na bázi niklu a opatřený povlakovou vrstvou vytvořenou difuzním chromováním, mající maximální hloubku korozního napadení 220 μm a vyčištěný ošleháváním keramickými částicemi, byl vystaven následujícímu hliníkovacímu procesu:

30

Hliníkovací směs: 3,0 % hliníku, 3,0 % chromu
0,5 % chloridu amonného, zbytek
oxid hlinitý

Hliníkovací teplota: 1110 °C po dobu 10 hodin

35

Výsledná hloubka proniknutí hliníku: 240 až 260 μm .

Příklad 2

40

Díl turbinové lopatky, vyrobené ze slitiny Udimet 500 na bázi niklu a opatřený povlakovou vrstvou vytvořenou difuzním chromováním, mající maximální hloubku korozního napadení 180 μm a vyčištěný hrubě ošleháváním jako v příkladu 1, byl vystaven následujícímu hliníkovacímu procesu:

45

Hliníkovací směs: 3,0 % hliníku, 3,0 % chromu,
0,5 % chloridu amonného, zbytek
oxid hlinitý

Hliníkovací teplota: 1080 °C po dobu 10 hodin

50

Výsledná hloubka proniknutí hliníku: 190 až 220 μm .

Příklad 3

Díl turbinové lopatky, vyrobené ze slitiny In 738 Lc na bázi niklu, který má maximální hloubku korozního napadení 210 μm a vyčištěný nahrubo ošleháváním jako v příkladu 1, byl vystaven následujícímu hliníkovacímu procesu:

Hliníkovací sloučenina: 7,5 % hliníku, 5,0 % chromu,
1,0 % chloridu amonného, zbytek
oxid hlinitý

Hliníková teplota: 1110 °C po dobu 16 hodin

Výsledná hloubka proniknutí hliníku: 240 μm .

Příklad 4

Díl turbinové lopatky, vyrobené ze slitiny In 738 Lc na bázi niklu, který měl maximální hloubku korozního napadení 180 μm , byl vystaven následujícímu hliníkovacímu procesu:

Hliníkovací směs: 10,0 % hliníku, 3,0 % chromu,
0,5 % chloridu amonného, zbytek
oxid hlinitý

Hliníkovací teplota: 1080 °C po dobu 16 hodin

Výsledná hloubka proniknutí hliníku: 200 μm .

Příklad 5

Díl turbinové lopatky, mající zkorodovanou povrchovou vrstvu sahající do hloubky 200 μm a vyrobený ze slitiny In 738 Lc na bázi niklu, na který byla původně nanášena povrchová ochranná vrstva nízkotlakým plazmovým stříkáním mající následující složení: 25 % Cr, 12 % Al, 0,7 % Y, 2,5 % Ta, byl vyčištěn ošleháváním keramickými částicemi a byl vystaven následujícímu hliníkovacímu procesu:

Hliníkovací směs: 3,0 % hliníku, 3,0 % chromu,
0,5 % chloridu amonného, zbytek
oxid hlinitý

Hliníkovací teplota: 1110 °C po dobu 15 hodin

Výsledná hloubka proniknutí hliníku: 220 až 230 μm .

Příklad 6

Díl turbinové lopatky, mající zkorodovanou povrchovou vrstvu sahající do hloubky 200 μm a vyrobený ze slitiny In 738 Lc na bázi niklu, na který byla původně nanášena povrchová ochranná vrstva vzduchovým plazmovým stříkáním mající následující složení: 16 % Cr, 4 % Si, 2,0 % Mo, 3,0 % B a zbytek Ni, byl vyčištěn ošleháváním keramickými částicemi a byl vystaven následujícímu hliníkovacímu procesu:

Hliníkovací směs: 3,0 % hliníku, 3,0 % chromu,
0,5 % chloridu amonného, zbytek
oxid hlinitý
Hliníkovací teplota: 1090 °C po dobu 15 hodin

5

Výsledná hloubka proniknutí hliníku: 230 až 250 µm.

Aluminidový povlak nanesený postupem uvedeným v jednom z příkladů 1 až 6 může být odstraněn jednou z následujících technik, popřípadě oběma těmito technikami:

10

a) Moření vodnou kyselinou:

Hliníkováním nanesený povlak je odstraněn ponořením hliníkováných dílů do roztoku horné anorganické kyseliny, například do 20%ní kyseliny chlorovodíkové, a ponecháním dílu ponořeného, dokud nedojde k úplnému rozpuštění aluminidového povlaku. Moření vodnou kyselinou je vhodné pouze pro díly, jejichž základní materiál není v podstatě napadán anorganickou kyselinou v průběhu časového intervalu potřebného pro odstranění povlaku naneseného difuzním hliníkováním.

15

b) Ošlehávání keramickými částicemi:

20

Hliníkováním nanesený povlak je odstraněn pomocí stlačeného vzduchu, kterým se tryskají malé částice tvrdého keramického materiálu, například oxidu hlinitého. Hliníkováním vytvořený aluminidový povlak je drobný a snadno odprýskává s povrchu slitin s obsahem niklu a železa, které jsou často používány jako základní materiály, jestliže jsou konstrukční díly vystaveny tomuto druhu zpracování.

25

Pro odstraňování aluminidové povlakové vrstvy s povrchu niklové nebo železné slitiny může být použito kterékoliv z obou metod popsáných v předchozí části, ovšem v praxi je výhodnější použití kombinace obou těchto technik. Při odstraňování povlakové vrstvy z produktů uvedených v příkladech se ve skutečnosti používá kombinace obou postupů v takovém sledu, že nejprve se provádí ošlehávání keramickými částicemi a potom následuje moření kyselinou. V případě potřeby může kombinace obou těchto metod umožňovat opakovanou aplikaci nejméně jednoho z těchto dvou postupů.

30

Obnovená lopatka, ze které byla odstraněna hliníková povlaková vrstva, se následně vystavila chromovací difuzní proceduře, aby se vytvořila ochranná povlaková vrstva obsahující difuzní chromovou vrstvou.

Účinnost postupu podle vynálezu na výbrusech lopatek difuzně chromované niklové základní slitiny In 738 Lc, které měly za sebou 30 000 provozních hodin, je zobrazena na obr. 1 až 3, které obsahují mikrofotografie.

40

Na obr. 1 je zobrazen snímek výbrusu části turbinové lopatky před zpracováním podle vynálezu. Ochranná povlaková vrstva byla v tomto případě zcela zničena korozí, takže povrch lopatky byl tvořen zkorodovanou vrstvou A, mající tloušťku 300 µm. V hloubce průřezu lopatky jsou na hranicích B zrn patrné siríkové částice.

45

Výřez lopatky byl po svém oddělení od zbývajících částí lopatky a vybroušení vyčištěn podle vynálezu, přičemž tímto čisticím postupem se z povrchu výřezu lopatky odstranily všechny produkty koroze, nacházející se ve vrstvě D poměrně rozměrných a částečně uvolněných oxidů. Mezi vrstvou D uvolněných oxidů a oblastí v hloubce materiálu, ve které se na hranicích B zrn

50

vyskytují siřníkové částice, se nachází hloubková vrstva C, do které ještě mohl pronikat kyslík a dusík.

5 Obr. 2 zobrazuje výbrus části lopatky po difuzním hliníkování. Aluminidová povrchová vrstva AL v této fázi renovačního postupu obklopuje částice vyprodukované koroze včetně siřníkových částic.

10 Na obr. 3 je zobrazen výbrus části lopatky po odstranění aluminidové vrstvy. Odstranění této vrstvy bylo provedeno ošleháváním výřezu lopatky keramickými částicemi, zejména částicemi oxidu hlinitého, po kterém následovalo moření v kyselině. Čistý povrch části lopatky, dosažený tímto postupem, je jasně patrný a nevyskytují se na něm žádné siřníkové částice.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

20 1. Způsob renovace korodovaného vysoce legovaného nebo žáruvzdorného ocelového dílu s produkty koroze na povrchu, **vyznačující se tím**, že povrch renovovaného dílu se nejprve očistí až do odstranění podstatné části zkorodovaného povrchu, načež se na tento povrch nanese aluminidová vrstva a nakonec se tato aluminidová vrstva odstraní společně s produkty koroze.

25 2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že při nanesení aluminidové vrstvy se aluminidovou vrstvou obklopí v podstatě všechny produkty koroze, které zbyly po čištění.

30 3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že produkty koroze, které zbyly po čištění, jsou produkty hloubkové koroze, uložené pod povrchem.

4. Způsob podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že produkty hloubkové koroze obsahují siřníky nacházející se na hranicích zrn.

35 5. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že aluminidový povlak se vytvoří v tloušťce větší než 150 μm .

40 6. Způsob podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že aluminidový povlak se vytvoří v tloušťce v rozsahu od 200 μm do 400 μm .

7. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že produkty povrchové koroze sestávají převážně z větších částic oxidů.

45 8. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že čištění se provádí chemickými prostředky a/nebo mechanickými prostředky.

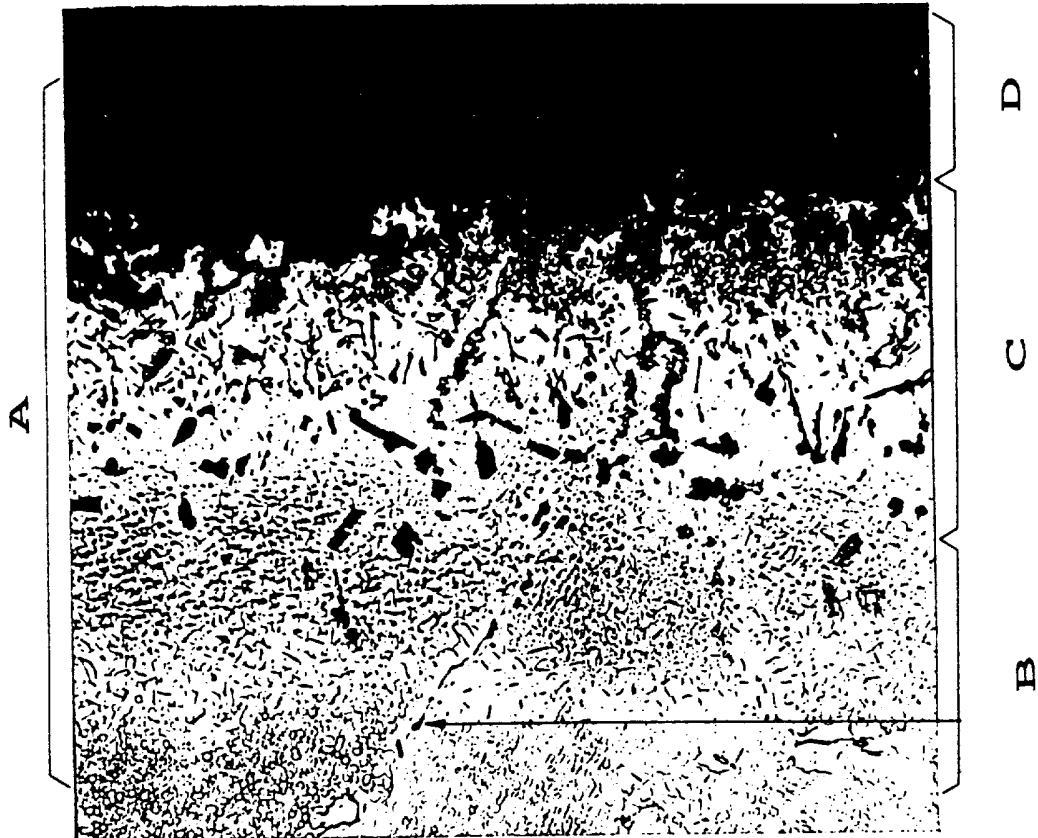
9. Způsob podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že čištění se provádí otryskáváním keramickými částicemi.

50 10. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že aluminidová povlaková vrstva se nanáší difuzním hliníkováním v hliníkovací směsi.

11. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že pro nanášení aluminidové povlakové vrstvy se použije hliníkovací směsi s nízkou aktivitou.
- 5 12. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že aluminidová vrstva se odstraní mechanickými a/nebo chemickými prostředky.
13. Způsob podle nároku 12, **vyznačující se tím**, že aluminidová povlaková vrstva se odstraní otryskáváním keramickými částicemi a/nebo mořením kyselinou.
- 10 14. Způsob podle nároku 12 nebo 13, **vyznačující se tím**, že mechanické a/nebo chemické prostředky se aplikují vícekrát než jednou.
- 15 15. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 14, **vyznačující se tím**, že po odstranění aluminidové povlakové vrstvy se na povrch renovovaného dílu nanese ochranná vrstva.
16. Způsob podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že ochranná povrchová vrstva se nanáší na povrchovou plochu, ze které byl odstraněn aluminidový povlak, difuzí, plasmovým nanášením nebo fyzikálním nanášením z parní fáze.
- 20 17. Způsob podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že ochranná vrstva se nanáší chromováním difuzí.

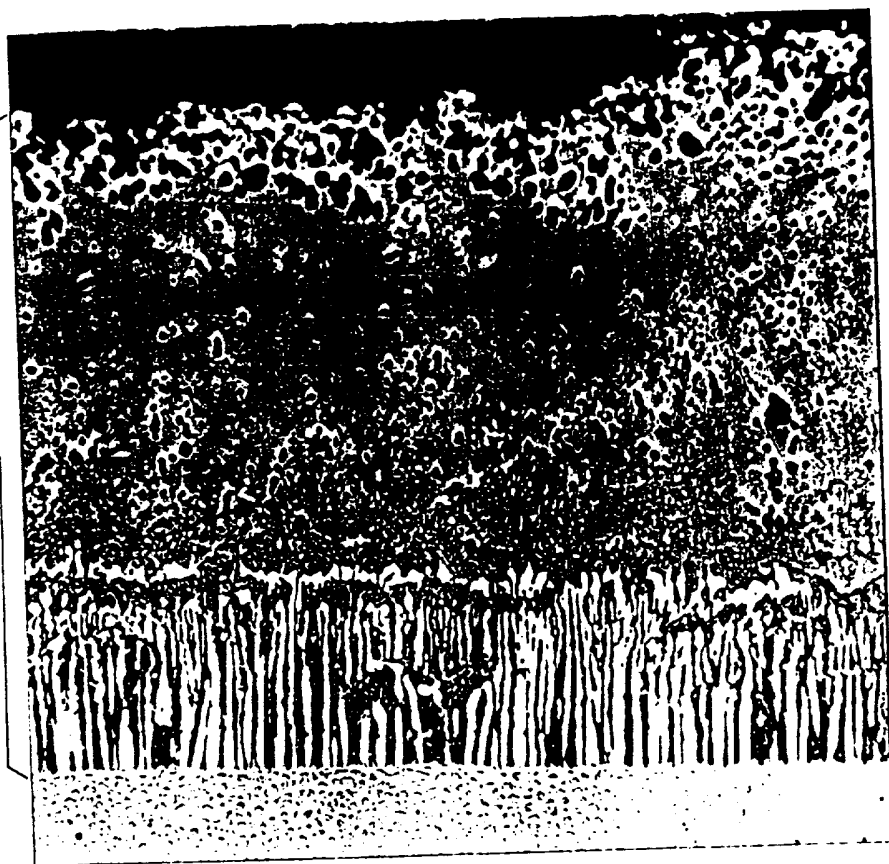
25

3 výkresy



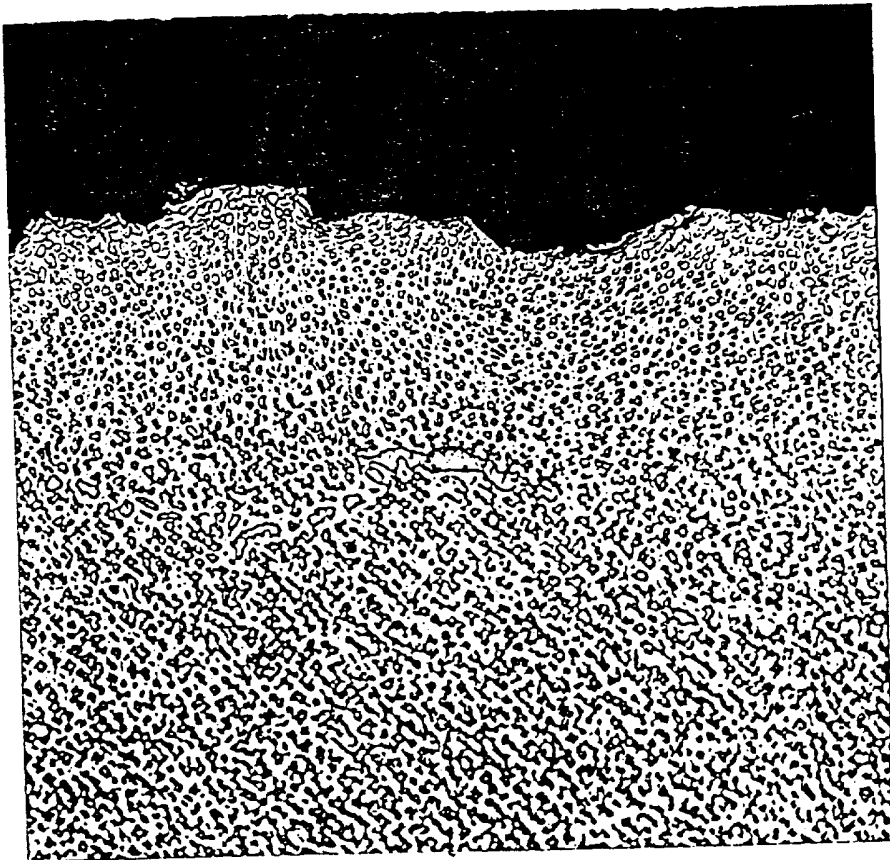
obr. 1

AL



Obr. 2

Obr. 3



Konec dokumentu
