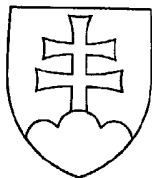


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

- (21) Číslo prihlášky: **62-94**
(22) Dátum podania prihlášky: **17. 7. 1992**
(24) Dátum nadobudnutia účinkov patentu: **3. 12. 2001**
Vestník ÚPV SR č.: **12/2001**
(31) Číslo prioritnej prihlášky: **9116332.9**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: **29. 7. 1991**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: **GB**
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **9. 11. 1994**
Vestník ÚPV SR č.: **11/1994**
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: **22.10.2001**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **PCT/EP92/01636**
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **WO93/03201**

(11) Číslo dokumentu:

282 245

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁷ :

C23G 5/00

- (73) Majiteľ: **Siemens Aktiengesellschaft, München, DE;**
Diffusion Alloys Ltd. Birchwood Industrial Estate, Hatfield, Herts., GB;
(72) Pôvodca: **Czech Norbert, Dorsten, DE;**
Kempster Adrian, Huntingdon, Cambridgeshire, GB;
(74) Zástupca: **Bušová Eva, JUDr., Bratislava, SK;**

(54) **Názov: Renovovaný korodovaný diel z vysoko legovanej zliatiny a spôsob renovácie korodovaného dielu**

- (57) **Anotácia:**
Renovácia sa týka korodovaných vysoko legovaných alebo žiaruvzdorných oceľových dielov, najmä súčastí plynových turbín, napríklad lopatiek plynových turbín, na povrchu ktorých sa vyskytujú produkty korózie. Povrch takýchto renovovaných dielov sa očistí najmä mechanickými alebo chemickými prostriedkami a na očistený povrch sa naniesie aluminidová ochranná vrstva. Následne sa aluminidová ochranná vrstva odstráni, pričom súčasne s ňou sa odstránia všetky produkty korózie, ktoré dosiaľ zostali na renovovanom diele.

SK 282245 B6

Oblasť techniky

Vynález sa týka renovácie vysoko legovaných alebo žiaruvzdorných ocelových dielov, ktoré boli napadnuté koróziou pôsobením horúcich plynov. Týmto dielmi sú najmä lopatky stacionárnych plynových turbín alebo tiež turbín lodných alebo leteckých motorov, prípadne výfukových ventilov vznetrových spaľovacích motorov a podobných konštrukčných dielov.

Doterajší stav techniky

Diely vystavené v prevádzke pôsobeniu horúcich plynov sú obvykle vyrobené na báze takých materiálov, ako sú vysoko legované zliatiny alebo žiaruvzdorné ocele, pričom základný materiál týchto dielov je okrem toho opatrený ochrannými povlakovými vrstvami. Typickými príkladmi takýchto dielov sú lopatky, krídla alebo lamely stacionárnych plynových turbín, ktoré sú vyrobené z vysoko legovaných materiálov, pracujúcich obvykle pri teplotách až do 1000 °C, najmä v rozsahu teplôt medzi 650 °C a 900 °C.

Pojem „vysoko legovaná zliatina“ je v stave techniky bežne známy a používa sa na označovanie zliatin navrhnutých na prevádzku vo vysokých teplotách, kde sa predpokladá tiež veľké mechanické namáhanie a kde sa často vyžaduje stabilita ich povrchu.

Všetky tieto vysoko legované zliatiny rôzneho chemického zloženia obvykle pozostávajú predovšetkým zo železa, niklu, kobaltu a chrómu a tiež z menších množstiev volfrámu, molybdénu, tantálu, niobu, titánu a hliníka. Základnými predstaviteľmi vysoko legovaných zliatin sú zliatiny na báze niklu a chrómu, železa a chrómu a tiež kobaltu a chrómu, ktoré obsahujú malé podiely ďalších uvedených prvkov. Takáto vysoko legovaná zliatina môže napríklad obsahovať v hmotnostných množstvách približne 12 až 35 % chrómu a do 80 % niklu spoločne s prísadami prítomnými v menších množstvách, napríklad s titánom, volfrámom, tantálom a hliníkom. Príkladnými zliatinami tohto druhu sú zliatiny označované In 738 Lc a In 939 alebo tiež Udimet 500. Tieto označenia sú odborníkom dostatočne známe.

Tieto konštrukčné diely, uvedené v predchádzajúcej časti, môžu byť vyrobené tiež z ocele odolnej proti vysokým teplotám. Ocelou odolnou proti vysokým teplotám sa rozumie zliatina na báze železa, v ktorej sú prítomné legovacie prvky, ktoré zvyšujú odolnosť proti tvoreniu okovín a odlupovaniu povrchu zliatiny pri oxidácii za vysokých teplôt. Tieto legovacie prvky všeobecne obsahujú chróm, hliník, kremík a nikel.

Konštrukčné diely vytvorené z vysoko legovaných zliatin alebo zo žiaruvzdornej ocele môžu byť opatrené ochrannou vrstvou, napríklad rozptýleným chrómom, naneseným difúznym chrómovaním alebo rozptýleným hliníkom, naneseným difúznym hliníkováním, prípadne povlakovými vrstvami ľubovoľného zloženia, nanášanými plazmovým striekaním alebo napríklad fyzikálnym zrážaním kovových par.

Všetky konštrukčné diely, dokonca aj prvky opatrené ochrannou povlakovou vrstvou, sú napadnuté koróziou na svojich plochách vystavených pôsobeniu nepriaznivých vplyvov a môžu byť renovované, aby sa udržala ich úžitná hodnota po dostatočne dlhý čas ich životnosti.

Lopatky plynových turbín majú byť všeobecne renovované po určitom časovom úseku v priebehu ich životnosti, ktorá môže dosahovať až 100 000 hodín.

Korózia dielov plynových turbín a podobných konštrukčných súčastí je výsledkom pôsobenia nečistôt v palive a/alebo vo vzduchu, pričom na koróziu môže dochádzať tiež pri pôsobení vysokých teplôt. V závislosti od prevádzkových podmienok tak môže vznikať na povrchu súčastí, napríklad turbínových lopatiek, vrstva oxidov rôznej hrúbky. Do základného materiálu môže prenikať, a to veľmi výrazne, siera, najmä pozdĺž hraníc zŕn, ktorá potom vytvára v hĺbke materiálu sírniky. V kove sa môžu tiež v blízkosti povrchu vytvárať vnútorné oxidy a nitridy.

Renovácia alebo obnovovanie týchto konštrukčných dielov zahŕňa odstraňovanie všetkých korózných produktov, odvodených zo základného materiálu a/alebo z ochrannnej povlakovej vrstvy a prípadne nové vytváranie ochranného povlaku na povrchu lopatky, ktorý je novo vystavený pôsobeniu svojho okolia.

Vzhľadom na všetky typy korózie, opísané v predchádzajúcej časti, je potrebné pri odstraňovaní všetkých produktov korózie odstrániť tiež všetky hĺbkové vtrúseniny ako sú sírniky, pretože pokiaľ by tieto zložky zostali na materiáli, bolo by nebezpečie ich rozptýlenia v základnom materiáli pri následnom tepelnom spracovaní a pri ďalšej prevádzke, čo je zvlášť nebezpečné pri tenkostenných konštrukčných dieloch a čo podstatne ohrozuje mechanickú celistvosť súčastí. Vzniká tiež nebezpečie, že novú povlakovú ochrannú vrstvu nebude možno nanieť alebo môže byť veľmi skoro narušená.

V súčasnej praxi, súvisiacej s turbínovými lopatkami alebo podobnými dielmi vyrobenými z vysoko legovaných zliatin alebo žiaruvzdorných ocelí a prípadne opatrených ochrannými povlakovými vrstvami, sa najskôr povrch korodovaných dielov očistí alebo sa zbaví produktov korózie kombináciou mechanického spracovania, napríklad abráziou ošľahávaním pieskom, a chemického spracovania, napríklad odleptáť kyselinou alebo iným vhodným činidlom. V skorších časoch sa používalo tiež spracovanie pri vysokých teplotách s fluoridovými chemickými látkami, ktoré produkujú fluorovodík ako aktívnu látku, ktorá sa ukázala ako veľmi účinná. Pri tomto spracovaní vznikajú oxidy hliníka a titánu a nitridy, ktoré sú inak veľmi odolné proti premene na plynné fluoridy, ktoré sa zasa na druhej strane ľahko odstraňujú. Tento postup spracovania je v širokom rozsahu využívaný na prípravu častí opravovaných zvarov a spájaných spojov.

S použitím zlúčenín fluóru však súvisia iné problémy. Prvý problém je spojený s ohrozovaním životného prostredia tak vo vlastnom výrobnom podniku, ako aj v okolitej atmosfére. Za druhý problém je možno považovať skutočnosť, že také spracovanie má nevýhodu spočívajúcu v tom, že nemá žiaden vplyv na sírové oklúzie, takže sírniky usadené na hraniciach zŕn nemôžu byť týmto spracovaním odstránené. Súčasne je potrebné spracovať oblasti ručne obrúsiť, čo môže viesť na nekontrolovateľné uberanie materiálu.

V článku nazvanom „Renovačné postupy na lopatky stacionárnych plynových turbín“, Burgel a kolektív (Burgel, Koromzay, Redecker: „Renovačné postupy na lopatky stacionárnych plynových turbín“, z konania konferencie „Hodnotenie životnosti a opravy“ a vydané nakladateľstvom Viswanathan and Allen, Phoenix, Arizona, 17. až 19. apríl 1990) je uvedená zmienka o spracovaní difúznym hliníkováním, ktoré sa uskutočňovalo pri lopatkách vystavených nepriaznivým prevádzkovým podmienkam ešte pred odstraňovaním povrchových narušených vrstiev, aby sa tým uľahčilo odstraňovanie povlakových ochranných vrstiev chemickými prostriedkami. Hliníkový povlak je nanášaný cementačným procesom v nádobe, ktorý sa normálne

používa na nanášanie difúzných hliníkových povrchových vrstiev. Tento postup v sebe zahŕňa spracovanie pri vysokých teplotách, ktorý vedie na zvýšenú difúziu prvkov zo zvyškových častí povrchových vrstiev. Je potrebné tiež konštatovať, že pri tomto postupe je pri ochladených lopatkách ovplyvnená takmer celá hrúbka steny lopatky v nábežnej oblasti a že sa vyskytujú mikroštruktúrne poškodenia, ktoré rozhodne nie sú spôsobené vystavením lopatky prevádzkovým podmienkam. Toto spracovanie je potrebné preto považovať za negatívny príklad toho, čo sa môže stať v priebehu nevhodného odstraňovania povrchových vrstiev diel.

US-PS 4 339 282 opisuje spôsob odstraňovania aluminidovej povlakovej vrstvy z vysoko legovanej zliatiny na báze niklu a tiež prípravok na uskutočňovanie tohto spôsobu, pričom niklová zliatina môže byť použitá na vytvorenie turbínovej lopatky. Aluminidová povlaková vrstva sa odstraňuje odleptaním pomocou špeciálnej zlúčeniny, ktorá nepoškodzuje základnú niklovú zliatinu. Okrem jednoznačného určenia, že odstraňovaná povlaková vrstva môže byť poškodená, nie je v tomto spise žiadna zmienka o problémoch spôsobovaných koróziou a o odstraňovaní produktov korózie z podkladu vytvoreného z niklovej vysoko legovanej zliatiny.

Podstata vynálezu

Základnou myšlienkou vynálezu je vyriešenie takého spracovania konštrukčného dielu, ktorým by bolo možno účinne odstrániť korodovanú povrchovú časť dielu nanesením aluminidovej povrchovej vrstvy, ktorá zasahuje do korodovaného povrchu do takej hĺbky, že nanosený hliník obklopuje všetky produkty korózie, a potom sa hliníková povrchová vrstva odstráni, pričom produkty korózie sú tak odstránené spoločne s hliníkovou vrstvou.

Podľa tejto základnej myšlienky vynálezu je vytvorený renovovaný korodovaný diel z vysoko legovanej zliatiny alebo zo žiaruvzdorného oceleového materiálu s povrchom narušeným produktmi korózie podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že povrch kovového dielu, očistený od podstatnej časti produktov korózie, je opatrený nanosenou aluminidovou povrchovou vrstvou. Aluminidovou povrchovou vrstvou sú v tomto vytvorení renovovaného kovového dielu obalené všetky zostávajúce produkty korózie v povrchovej časti renovovaného dielu, ktoré na nej zostali po očistení.

Podstata spôsobu renovácie korodovaných vysoko legovaných alebo žiaruvzdorných oceľových dielov, majúcich povrch s produktmi korózie, spočíva podľa vynálezu v tom, že narušený povrch korodovaného dielu sa najskôr očistí a zbaví sa väčšiny produktov korózie, a potom sa na jeho povrch nanese aluminidová vrstva a nakoniec sa táto aluminidová vrstva odstráni spoločne so zvyškom produktov korózie.

Pri uskutočňovaní tohto spôsobu sa odstránia prakticky všetky produkty korózie, vrátane sírníkov usadených na hraniciach zŕn.

Na rozdiel od názoru uvedeného v zmienenom článku Burgela a kolektívu autorov bolo zistené, že difúznym hliníkováním povrchu konštrukčného dielu, ktorý je skorodovaný pôsobením horúcich plynov, je možno dosiahnuť potrebných výhod, ak je povrch konštrukčného dielu pred hliníkováním očistený a hliníkovanie sa uskutočňuje postupom opísaným v ďalšej časti.

Po odstránení aluminidovej vrstvy môže byť konštrukčný diel znova opatrený povrchovou ochrannou vrst-

vou, nanosenou napríklad difúziou, najmä difúznym chrómovaním, plazmovým striekaním alebo fyzikálnym pokovovaním uskutočňovaným metódou zrážania kovových par.

Aluminidová povrchová vrstva sa nanáša difúziou na očistený konštrukčný diel výhodne do takej hĺbky, aby obklopila všetky produkty korózie, najmä produkty hĺbkovej korózie, najmä sírníky nachádzajúce sa na rozhraniach jednotlivých zŕn materiálu konštrukčného dielu. Aluminidová povrchová vrstva sa vo výhodnom uskutočnení spôsobu vynálezu vytvorí v hrúbke, ktorá je väčšia ako 150 μm , najmä sa pohybuje v rozsahu od 200 do 400 μm alebo aj viac.

Ako už bolo povedané, povrch korodovaného konštrukčného dielu je potrebné pred difúznym hliníkováním očistiť. Týmto čistením je potrebné ešte pred začiatkom hliníkovacieho procesu odstrániť hlavnú časť korodovanej povrchovej vrstvy, ktorá obsahuje najmä základnú frakciu produktov korózie na povrchu dielu. Čistenie sa môže uskutočňovať chemickými prostriedkami, napríklad morením vhodnými kyselinami. Výhodnejšími spôsobmi čistenia sú fyzikálne metódy, založené napríklad na použití stlačeného vzduchu na otryskávanie korodovaného povrchu niklovej zliatiny malými časticami tvrdých keramických materiálov, najmä oxidu hlinitého. Tieto častice svojimi nárazmi na povrch dielu a oderom povrchu môžu odstrániť hlavnú časť produktov korózie. Takto uskutočňované čistenie je preto základnou pracovnou operáciou spôsobu podľa vynálezu, ktorou sa produkty povrchovej korózie, ktoré sú koróznymi produktmi tvoriacimi hlavnú časť povrchovej vrstvy konštrukčného dielu, v podstate odstránia ešte pred hliníkovacím procesom. Tieto povrchové produkty korózie obsahujú prevažne uvoľnené hrubé častice oxidov, ktoré môžu byť ľahko odstránené mechanickým spracovaním typu uvedeného v predchádzajúcej časti opisu.

Hliníkovanie konštrukčných dielov z vysoko legovanej zliatiny alebo žiaruvzdorných ocelí sa po ich očistení môže uskutočňovať radom rôznych technologických postupov.

Pri uskutočňovaní jednej z týchto metód je hliníkován konštrukčný diel uložený do hliníkovacieho prášku, ktorý môže obsahovať zdroj hliníka, prípadne moderátor, zdroj energie a redidlo. Prášok a konštrukčný diel, ktorý má byť hliníkován, sú uložené v čiastočne utesnenej retorte, ktorá je zohrievaná v peci. Tento postup sa nazýva „hliníkováním v prášku“.

V inom hliníkovacom postupe sú hliníkován konštrukčný diel a hliníkovací prípravok uložené v čiastočne utesnenej retorte, ale v tomto prípade nie je hliníkovací prípravok v priamom kontakte so spracovávaným konštrukčným dielom. Tento postup sa niekedy označuje za hliníkovanie „mimo práškovú náplň“.

Pri treťom spôsobe hliníkovaní je zdroj alebo generátor hliníka umiestnený mimo retortu a hliníková zlúčenina, obvykle halogenid hliníka, sa privádza do vyhriatej retorty, obsahujúcej konštrukčný diel, ktorý sa má hliníkovať. Tento proces sa obvykle nazýva „hliníkováním v plynnej fáze“.

Zdrojom hliníka, ktorý sa má usadzovať na povrchu konštrukčného dielu z vysoko legovanej zliatiny, môže byť hliníkový prášok, vločkový prípravok alebo prchavá chemická zlúčenina, napríklad halogenid hliníka, alebo chemické zlúčeniny, ktoré po svojom rozklade produkujú halogenid hliníka. V priebehu nanášacieho procesu je dôležité, aby hliník bol spoločne s ďalšími prísadami a zložkami, obsiahnutými v hliníkovacom hrnci chránený proti vplyvu vzdušného kyslíka inertnou atmosférou, ktorá môže byť vytváraná amónnymi soľami obsiahnutými v hliníkovacom prášku, ktoré sa za zvýšených teplôt rozkladajú. V alterna-

tívnom uskutočnení môže byť táto ochrana vytváraná prívádzaním vodíka alebo plynovej zmesi obsahujúcej vodík do retorty.

Spôsob hliníkovania v hliníkovacom prášku, opísaný v predchádzajúcej časti, sa môže uskutočňovať dvoma rôznymi základnými postupmi. V prvom postupe obsahuje hliníkovacia náplň zdroj hliníka, žiaruvzdorné redidlo ako je oxid hlinitý alebo titania, a chemický zdroj energie, napríklad fluorid amónny alebo chlorid amónny. Hliníkovacia teplota sa pohybuje v rozsahu od 700 °C do 900 °C a povrchová vrstva označovaná za aluminidovú vrstvu je vytvorená difúziou hliníka. Táto aluminidová povrchová vrstva má dve oblasti, z ktorých jedna sa nachádza pod pôvodným povrchom vysoko legovanej zliatiny a je nazývaná „difúznou zónou“ a druhá z nich sa nachádza nad pôvodným povrchom a je označovaná za „prídavnú zónu“. Na konštrukčných dieloch obsahujúcich nikel ako primárnu zliatinu je prídavná zóna tvorená zliatinou so všeobecným vzorcom Ni_2Al_3 . Pri hliníkovacích postupoch, opísaných v predchádzajúcej časti, je hĺbka hliníkovej difúznej vrstvy v substráte obmedzená použitou pomerne nízkou teplotou. Povrchová vrstva tak pozostáva prevažne z prídavnej zóny, to znamená z Ni_2Al_3 .

Hliníkovacie náplne typu opísaného v predchádzajúcej časti sa označujú za „vysoko aktívne práškové náplne“.

Bolo zistené, že použitím týchto typov práškových náplní na vytvorenie povrchovej vrstvy s vhodnou hrúbkou, to znamená s hrúbkou väčšou ako 150 μm , je potrebné uskutočňovať následný redifúzny proces pri vysokej teplote, ktorý môže byť z prevádzkových dôvodov nežiaduci. Redifúzny proces musí byť uskutočňovaný v inertej atmosfére alebo vo vákuovej peci pri teplotách okolo 1050 až 1100 °C a tým sa zvyšujú celkové výrobné náklady a potrebný čas na uskutočnenie všetkých pracovných operácií. Pokusy s výrobou aluminidovej povrchovej vrstvy s väčšou hrúbkou, uskutočňované s využitím vysoko aktívnych hliníkovacích práškov pri teplotách vyšších ako 900 °C, produkovali vrstvy, ktoré sú v celom rozsahu plôch konštrukčných dielov, pokrytých povrchovou vrstvou, nerovnomerné.

V alternatívnom uskutočnení hliníkovania v prášku je do náplne retorty alebo inej nádoby pridaný moderátor vo forme kovového prášku, najmä práškového chrómu, niklu alebo železa. Moderátor znižuje tlak par halogenidu hliníka v hliníkovacej nádobe pri hliníkovacích teplotách a v dôsledku toho umožňuje použitie vyšších teplôt, aby sa dosiahla väčšia hĺbka aluminidovej povrchovej vrstvy.

Týmto postupom je možno vytvoriť aluminidovú povrchovú vrstvu, majúcu hrúbku väčšiu ako 150 μm .

Redifúzny proces nie je potrebný pri použití hliníkovacieho prášku so zložením opísaným v ďalšej časti a označovaným za „prášok s nízkou aktivitou“. Hliníkovacia povrchová vrstva vytvorená v prášku s nízkou aktivitou má všeobecne väčšiu rovnomernosť v porovnaní s hliníkovacími povrchovými vrstvami vytvorenými vysoko aktívnymi práškami. Z toho dôvodu je podľa vynálezu výhodnejšie používanie práškov s nízkou aktivitou.

Hliníkovacie materiály s nízkou aktivitou majú nasledujúce zloženie.

Zdroj hliníka

Koncentrácia hliníka	1 až 25 % hmotnostných
najmä	2 až 15 % hmotnostných

Na hliníkovanie difúziou je halogenid hliníka najmä generovaný na mieste vnútri retorty a vnútri náplne obklopujúcej konštrukčný diel, ktorý sa má difúzne hliníkovať. Bolo však zaznamenané, že hliníkovacie zliatininy (halo-

genid hliníka) môžu byť generované v úseku retorty, ktorá je oddelená od hliníkovaneho dielu, prípadne môžu byť prívádzané z vonkajšieho generátora do vyhrievanej retorty.

Moderátor

Moderátorom môže byť kovová prášková prísada k hliníkovacej náplni, tvorená napríklad chrómom, niklom alebo železom v hmotnostnej koncentrácii 1 až 20 %, pričom výhodné hmotnostné množstvo prísady sa pohybuje v rozsahu od 2 do 10 %.

Zdroj energie

Zdrojom energie používaným pri hliníkovacom procese je všeobecne zlúčenina, ktorá obsahuje halogenidový prvok, napríklad chlorid sodný alebo fluorid amónny. Výhodnou halogenidovou zlúčeninou, použitou pri spôsobe podľa vynálezu, je amónna soľ, napríklad chlorid amónny v hmotnostnej koncentrácii v rozsahu od 0,05 do 10 %, najmä v rozsahu od 0,1 do 5 %.

Redidlo

Redidlom je všeobecne žiaruvzdorný oxidový prášok, ktorý zaisťuje rovnováhu zložiek hliníkovacej náplne a ktorým môže byť zlúčenina ako je Al_2O_3 (alumína), TiO_2 (oxid titaničitý), MgO alebo Cr_2O_3 . Výhodným žiaruvzdorným redidlom používaným v náplni podľa vynálezu je oxid hlinitý.

Hliníkovanie difúziou sa výhodne uskutočňuje pri teplotách a v rozsahu časových intervalov, ktoré zodpovedajú požiadavkám na dosiahnutie hliníkovacích povlakov obsahujúcich produkty korózie, ktoré majú byť v potrebnom rozsahu odstránené, pričom je potrebné mať na pamäti, že takto vytvorená uzatváracia vrstva je aspoň čiastočne vytvorená difúziou hliníka do skorodovaného základného materiálu.

Difúzne hliníkovanie sa všeobecne uskutočňuje pri teplotách medzi 1050 °C a 1200 °C, najmä medzi 1080 °C a 1150 °C; rovnaký teplotný rozsah je potrebné použiť pri redifúznom spracovaní, nasledujúcom po hliníkovacej difúznej operácii pri vysoko aktívnej náplni. Teploty však majú byť v každom prípade udržiavané pod teplotou tavenia základného zliatinového materiálu.

Proces, pri ktorom prebieha hliníkovanie a/alebo redifúzia, sa výhodne uskutočňuje v časovom intervale medzi 6 a 24 hodinami, najmä medzi 10 a 16 hodinami. Trvanie tohto časového intervalu je však potrebné vypočítať od okamihu dosiahnutia požadovanej teploty, pretože zohrievací interval, predchádzajúci hliníkovaciemu procesu, môže trvať dosť dlho, v niektorých prípadoch až niekoľko hodín.

Tak pracovná teplota, ako aj časový interval sú kritickými hodnotami na opisovaný pracovný proces, pričom najdôležitejšími prevádzkovými parametrami je teplota, uvedená v predchádzajúcej časti.

Difúzny hliníkovací proces podľa vynálezu, opísaný v predchádzajúcej časti opisu, nemá byť obmedzený na vyobrazené detaily. Hliníkovací proces môže byť najmä modifikovaný v tom zmysle, aby mohol byť uskutočňovaný s menším množstvom prvkov pridávaných k hliníku ukladanému na spracovávanom materiáli. Takýmito prvkami sú napríklad kremík a chróm, ktoré môžu účinkom takzvaného „pomocného difúzneho procesu“ zvýšiť difúziu hliníka do základného materiálu a tým zlepšiť uzatvorenie skorodovaného predmetu. V každom prípade by mala byť voľba prídavných prvkov, ktoré by mali byť difundované spoločne s hliníkom, uskutočnená s ohľadom na vzájomné pôsobenie medzi týmito prvkami a základným materiálom, ktorý má

byť hliníkovany. Za normálnych okolností nie sú prídavné alebo iné prvky obmedzované na množstvo zodpovedajúcich niekoľko percent. Prídavanie týchto prvkov sa môže najmä uskutočniť použitím vhodnej hliníkovej zliatiny v hliníkovej dávke miesto prídania v podstate čistého hliníka.

Po difúznom hliníkovani súčastí je možno odstrániť aluminidový povlak vhodným pracovným postupom, napríklad pôsobením kyseliny, pričom pri tomto spracovaní sa súčasne odstraňujú všetky produkty korózie. Vyčistený a renovovaný diel je potom možno opatriť ochrannou povlakovou vrstvou, napríklad vrstvou chrómu.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Vynález bude bližšie objasnený pomocou nasledujúcich príkladov uskutočnenia, doplnených mikrofotografiami, na ktorých znázorňujú:

obr. 1 snímku výbrusu časti turbínovej lopatky v pôvodnom korodovanom stave,

obr. 2 snímku výbrusu časti lopatky po difúznom hliníkovani a

obr. 3 snímku výbrusu časti lopatky po odstránení aluminidovej vrstvy.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Vo všetkých nasledujúcich príkladoch uskutočnenia boli hliníkovanie diely uložené v práškovej náplni v retorte, ktorá bola čiastočne utesnená a umiestnená do pece.

Zliatiny In 738 Lc, Udimet 500 a In 939, o ktorých bola zmienka v predchádzajúcej časti, majú nasledujúce zloženie:

Chemické zloženie

	In 738 Lc	U 500	In 939
	%	%	%
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

	In 738 Lc	U 500	In 939
	%	%	%
Nb	0,9		1,0
Ti	3,4	2,9	3,7
Al	3,4	2,9	1,9
Ta	1,75		1,4
Fe		4,0 max.	
B		0,006	
Zr		0,05	
Ni	zvyšok	zvyšok	zvyšok

Obnovená lopatka, z ktorej bola odstránená hliníková povlaková vrstva, sa následne vystavila chrómovej difúznej procedúre, aby sa vytvorila ochranná povlaková vrstva obsahujúca difúznu chrómovú vrstvu.

Účinnosť postupu podľa vynálezu na výbrusoch lopatiek difúzne chrómovej niklovej základnej zliatiny In 738 Lc, ktoré mali za sebou 30 000 prevádzkových hodín, je vyobrazená na obr. 1 až 3, ktoré obsahujú mikrofotografie.

Na obr. 1 je vyobrazená snímka výbrusu časti turbínovej lopatky pred spracovaním podľa vynálezu. Ochranná povlaková vrstva bola v tomto prípade celkom zničená ko-

róziou, takže povrch lopatky bol tvorený skorodovanou vrstvou, majúcou hrúbku 300 μm . V hĺbke prierezu lopatky sú na hraniciach zrn zrejme sírníkové častice.

Výrez lopatky bol po svojom oddelení od zostávajúcej časti lopatky a vybrúsení vyčistený podľa vynálezu, pričom týmto čistiacim postupom sa z povrchu výrezu lopatky odstránili všetky produkty korózie, nachádzajúce sa vo vrstve pomerne rozmerných a čiastočne uvoľnených oxidov. Medzi vrstvou uvoľnených oxidov a oblasťou v hĺbke materiálu, v ktorej sa na hraniciach zrn vyskytujú sírníkové častice, sa nachádza hĺbková vrstva, do ktorej ešte mohol preniknúť kyslík a dusík.

Obr. 2 ukazuje výbrus časti lopatky po difúznom hliníkovani. Aluminidová povrchová vrstva v tejto fáze renováčného postupu obklopuje častice vyprodukované koróziou, vrátane sírníkových častíc.

Na obr. 3 je vyobrazený výbrus časti lopatky po odstránení aluminidovej vrstvy. Odstránenie tejto vrstvy sa uskutočnilo ošľahávaním výrezu lopatky keramickými časticami, najmä časticami oxidu hlinitého, po ktorom nasledovalo morenie v kyseline. Čistý povrch časti lopatky, dosiahnutý týmto postupom je jasne zrejmy a nevyskytujú sa na ňom žiadne sírníkové častice.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Renovovaný korodovaný diel z vysoko legovanej zliatiny alebo zo žiaruvzdorného oceľového materiálu s povrchom narušeným produktmi korózie, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že jeho povrch, očistený od podstatnej časti produktov korózie, je opatrený nanosenou aluminidovou povrchovou vrstvou.

2. Renovovaný korodovaný diel podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidovou povrchovou vrstvou sú obalené všetky zostávajúce produkty korózie v povrchovej časti renovovaného dielu, ktoré na nej zostali po očistení.

3. Spôsob renovácie korodovaných kovových dielov z vysoko legovaných zliatin alebo zo žiaruvzdorného oceľového materiálu s povrchom narušeným produktmi korózie, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že narušený povrch korodovaného dielu sa najskôr očistí a zbaví sa väčšiny produktov korózie, a potom sa na jeho povrch naniesie aluminidová vrstva a nakoniec sa táto aluminidová vrstva odstráni spoločne s ďalšou časťou produktov korózie.

4. Spôsob podľa nároku 3, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová vrstva sa vytvorí do hĺbky materiálu korodovaného dielu, v ktorej sa nachádzajú najhlbšie produkty korózie a obklopa sa ňou všetky produkty korózie, ktoré zostali po očistení.

5. Spôsob podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová vrstva sa vytvorí okolo produktov hĺbkovej korózie.

6. Spôsob podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová vrstva sa vytvorí okolo produktov hĺbkovej korózie, majúcich na hraniciach zrn sírniky.

7. Spôsob podľa najmenej jedného z nárokov 3 až 6, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová vrstva sa vytvorí na korodovanom diele v hrúbke väčšej ako 150 μm .

8. Spôsob podľa nároku 7, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová vrstva sa vytvorí v hrúbke od 200 μm do 400 μm .

9. Spôsob podľa najmenej jedného z nárokov 3 až 8, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že čistením sa odstraňujú produkty povrchovej korózie.

10. Spôsob podľa nároku 9, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že v priebehu čistenia sa z povrchu renovovaného dielu odstraňujú rozmerné a čiastočne uvoľnené oxidy ako produkty povrchovej korózie.

11. Spôsob podľa najmenej jedného z nárokov 3 až 10, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že povrch korodovaného dielu sa čistí chemickými prostriedkami a/alebo mechanickými prostriedkami.

12. Spôsob podľa nároku 11, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že čistenie sa uskutočňuje ošľahávaním povrchu korodovaného dielu keramickými časticami.

13. Spôsob podľa najmenej jedného z nárokov 3 až 12, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová povlaková vrstva sa vytvára hliníkováním v prášku.

14. Spôsob podľa nároku 13, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že vytváranie povlakovej aluminidovej vrstvy sa uskutočňuje hliníkováním v prášku s nízkou aktivitou.

15. Spôsob podľa najmenej jedného z nárokov 3 až 14, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že po vytvorení aluminidovej vrstvy okolo produktov korózie na korodovanom diele sa aluminidová vrstva odstráni mechanickými a/alebo chemickými prostriedkami.

16. Spôsob podľa nároku 15, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že aluminidová povlaková vrstva sa odstráni ošľahávaním keramickými časticami a/alebo morením kyselinou.

17. Spôsob podľa nároku 13 alebo 14, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že mechanickými a/alebo chemickými prostriedkami sa na aluminidovú povlakovú vrstvu pôsobí najmenej v dvoch opracovaných operáciách.

18. Spôsob podľa najmenej jedného z nárokov 3 až 17, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že po odstránení aluminidovej povlakovej vrstvy sa na povrch renovovaného dielu nanesie ochranná vrstva.

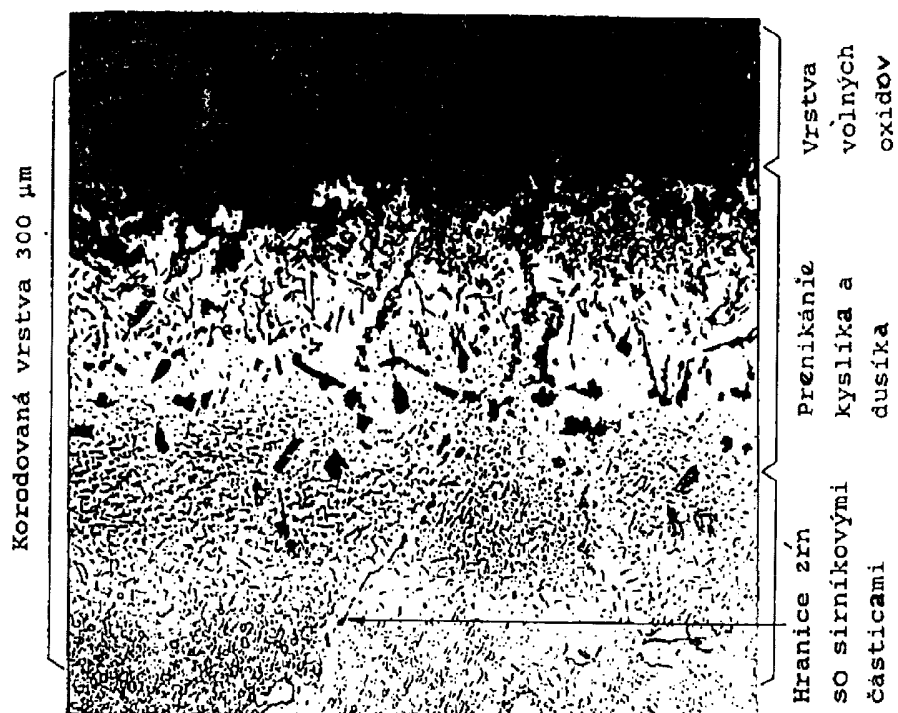
19. Spôsob podľa nároku 18, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že ochranná povrchová vrstva sa nanesie na povrchovú plochu renovovaného dielu, z ktorej bol odstránený aluminidový povlak, difúziou, plazmovým nanášaním alebo fyzikálnym zrážaním kovových par.

20. Spôsob podľa nároku 19, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že ochranná vrstva sa nanáša difúznym chrómovaním.

3 výkresy

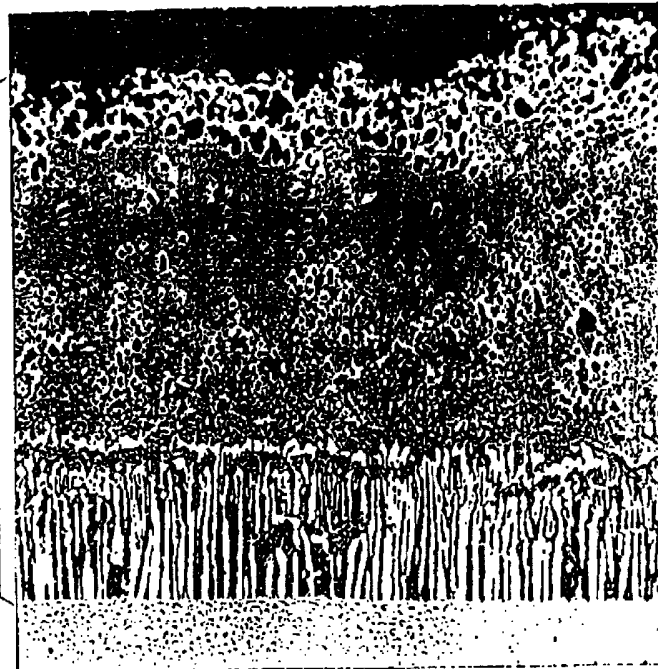
1/3

Obr. 1



2/3

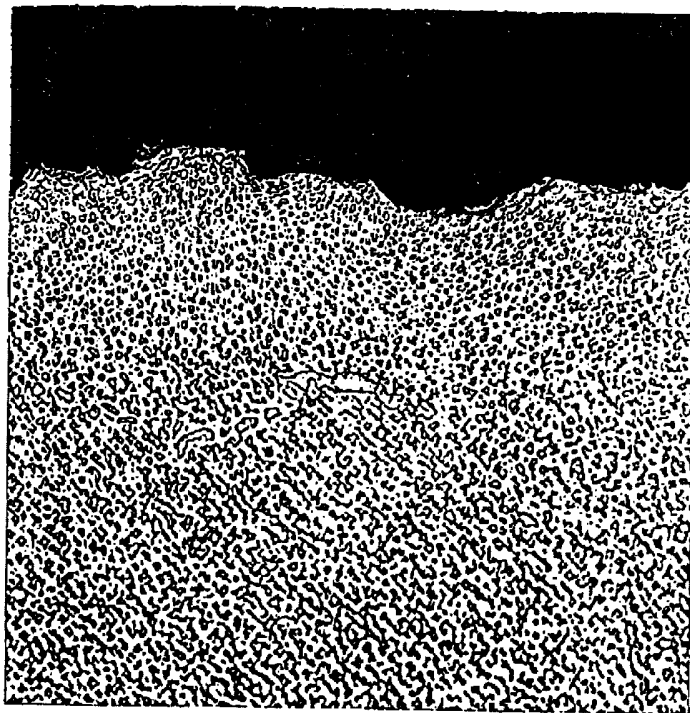
Aluminidová povrchová vrstva



Obr. 2

3/3

Obr. 3



Koniec dokumentu