

(19)



(10)

LT 4456 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS(11) Patent numeris: **4456**(51) Int. Cl.⁶: **C23C 4/00**(21) Paraiškos numeris: **97-071**(22) Paraiškos padavimo data: **1997 04 21**(41) Paraiškos paskelbimo data: **1998 10 26**(45) Patent paskelbimo data: **1999 02 25**

(72) Išradėjas:

Liudvikas Pranevičius, LT**Rimantas Pakamanis, LT**

(73) Patent savininkas:

Uždaroji akcinė bendrovė "Katalita", Savanorių pr. 290, 3042 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Aurelija Šidlauskienė, 25, K. Būgos g. 29-1, 3000 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Kompozicinių dangų gavimo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso dangų padengimo būdams, kai užpurškiama išlydyta medžiaga, ir gali būti panaudotas įvairiose mašinų gamybos, energetikos, cheminės pramonės, metalurgijos ir kt. srityse atskiroms detalėms ir gaminiams apsaugoti nuo korozijos, dujų erozijos bei šiluminio apšvitinimo ir suteikti joms naujas savybes.

Kompozicinės dangos gavimo būdas realizuojamas miltelių mišinio plazminio užpurškimo metodu ant pagrindo, esant tokiam komponentų santykiui, masės %:

metalinis aliuminis ir/arba titanas	1-7
aliuminio ir/arba titano oksidas	0,1-12
stiklo milteliai	2-25
aliuminio ir/arba titano hidroksidas	likęs kiekis.

Užpurškimą vykdo oro aplinkoje, panaudojant orą kaip plazmą sudarančias dujas. Toliau dangą termiškai apdirba 480-660° C temperatūrų intervale iki pilno hidroksidų suskilimo.

Išradimas leidžia gauti dangas ant metalinio arba keraminio pagrindo, turinčias sukibimo atsparumą, bendramatį su pagrindo atsparumu, ir santykinai laisvą paviršių nuo 10 iki 70 m²/g.

Išradimas priklauso kompozicinių dangų gavimo būdams, kai dangą formuoja ant pagrindo užpurškiant išlydytas medžiagas, ir gali būti panaudotas įvairiose mašinų gamybos, energetikos, metalurgijos ir t.t. srityse atskiroms detalėms ir gaminiams apsaugoti nuo korozijos, dujų erozijos bei šilumos poveikio ir suteikti jiems naujas savybes. Kompozicines dangas galima panaudoti kaip pagrindus kitų dangų, pavyzdžiui, polimerinių, padengimui, o taip pat įmirkymui įvairiais mišiniais, tame tarpe katalizės.

Žinomi apsauginių dangų gavimo ant metalinio ar keraminio pagrindo dujų terminio užpurškimo metodu būdai, panaudojant kompozicijas aliuminio junginių pagrindu. Plačiausiai kaip milteliai kompozicinių dangų užpurškimui aliuminio pagrindu naudojamas aliuminio oksidas (žr. *Metallic and Ceramic Coatings. Production, High Temperature Properties and Application.* M.G.Hocking, V.Vasantasree and P.S.Sidky. Materials Department, Imperial College, 1990, London.). Kaip taisyklė, keraminių dangų dujų terminį užpurškimą vykdo ant iš anksto užnešto metalinio posluoksnio.

Žinomas aliuminio posluoksnio užnešimo būdas, kuris užtikrina aukštas anodines charakteristikas ir didelį atsparumą erozijai ir korozijai (JAV patentas Nr. 4.238.233, TPK C 22 C 21/10, 1981). Danga sistemos Al - Zn - Mg - Mn su indžio, bismuto arba alavo priedais pagrindu užnešama plakiravimo būdu ant vamzdžių vidinio paviršiaus ir užtikrina jų katodinę apsaugą.

Žinomas atsparių susidėvėjimui dangų formavimo būdas (žr. buv. TSRS autor.liud. Nr. 2026890, TPK C 25 D, 1992), apimantis užnešimą ant pagrindo posluoksnio iš lydaus sistemos Zn - Cu - Al - Ni - B lydinio,

po to pagrindinio sluoksnio aliuminio junginių pagrindu, turinčio Al, Cu, Mg, Mn (pagal sudėtį artimą lydiniai D 16), kuris po to oksiduojamas mikrolanku šarminiame elektrolite. Būdas leidžia padidinti dangos sukibimo su pagrindu atsparumą ir tuo pačiu padidina jo atsparumą susidėvimui.

Žinomas keraminių dangų plazminio užpurškimo būdas (žr. buv. TSRS autor. liud. Nr. 2021388, TPK C 25 D 11/ 02, 1994), kuriuo ant metalinio pagrindo plazminiu užpurškimu užnešamas posluoksnis (elastingas nikelio lydinys su chromu ir aliuminiu - nichromas) 0,2 mm storio, po to užnešamas sluoksnis keramikos, panaudojant įvairius miltelių mišinius : dalinai stabilizuotą cirkonio dioksida, aliuminio oksida, titano oksida, chromo oksida, pakaitintus iki 150 - 200 °C temperatūros, kuris užnešamas ant iš anksto įkaitinto iki 1300 °C gaminio paviršiaus. Be to, ant posluoksnio pirmiausia užpurškia 20 - 80 °C temperatūros keraminių dalelių monosluoksnį. Būdas leidžia žymiai padidinti gaminio atsparumą termonuovargiui.

Aukščiau išvardinti būdai gana sudėtingi, reikalaujantys daug darbo sąnaudų ir papildomų daug darbo reikalaujančių operacijų : posluoksnio užnešimo, oksidavimo arba pastovios pagrindo bei dangos temperatūros kontrolės.

Žinomas daugiasluoksnės dangos gavimo būdas (žr. buv. TSRS autor. liud. Nr. 2049827, TPK C 23 C 4 / 00, 1995), apimantis sluoksnio užpurškimą inertinių dujų su disocijuoto vandenilio priedu aplinkoje. Kaip posluoksnis šiuo atveju užpurškiami kompoziciniai Al - Ni milteliai, kurie inertinių dujų su vandenilio jonų priedu aplinkoje sudaro hidratuotas aliuminio oksidų formas. Pagrindinį sluoksnį užpurškia panaudojant kompozicinius miltelius arba jų mišinius aliuminio arba nikelio pagrindu bei chemiškai inertišką priedą su sluoksniuota struktūra, pavyzdžiui,

boro nitridą arba anglį. Tokiu būdu gautas sluoksnis turi savo sudėtyje aliuminio, hidratuotas aliuminio oksido formas bei boro nitrido ar anglies priedus. Pastarieji yra kietu tepalu ir užtikrina atsparumą susidėvimui. Ant tokiu būdu paruoštos dangos užnešamas polimerinis sluoksnis. Užpurškimo proceso metu susidarę hidratuotos aliuminio oksidų formos padidina gaminio korozinį atsparumą.

Tačiau reikia pažymėti, kad danga, gauta pagal aprašytą technologiją, yra gana brangi dėl didelio skaičiaus tarpinių operacijų ir brangių medžiagų, kurios naudojamos užpurškimui, pavyzdžiui, kompoziciniai aliuminio - nikelio milteliai. Be to, remiantis aprašyta technologija, danga negali turėti pakankamai aukštą atsparumą susidėvimui ir akytumą, kas daro ją netinkama naudoti kaip pagrindą įmirkyti įvairiais mišiniais, t.y. neuniversalia.

Žinomas katalitinio nešiklio tarpinių aliuminio hidroksido - bajerito fazių ir α - fazės pagrindu gavimo būdas, kuriame vykdo cheminę reakciją ant keraminės matricos paviršiaus aluminato, silikato ir natrio sulfato tirpaluose prie pH 10,5 - 11,5, vėliau redukuojant silicio turintį bajeritą iš tirpalo (Europos patentas EP 537871, 1994).

Pagrindiniu šio metodo privalumu yra didelis užnešto sluoksnio vientisumas ir tolygumas, trūkumas - tai, kad naudojant tokią technologiją nepasiekiamas patikimas katalitinio nešiklio ir keraminio pagrindo sukibimas.

Taip pat žinomas katalitinio nešiklio užnešimo ant plieninių arba aliumininių lapų būdas (Japonijos patentas Nr. 56-078450, 1981). Būdas apima išpurškimą aukštoje temperatūroje vandeninės suspensijos, turinčios stiklo šlaką, oksidinį metalinį katalizatorių, o taip pat silicio oksidą ir / arba aliuminio oksidą.

Aišku, kad stiklo šlako įvedimas į išpurškimo kompoziciją vykdomas tam, kad išvystytų laisvą paviršių ir suformuotų specifinę makrostruktūrą, kuri kartu su katalitinės dangos mikrostruktūra turi užtikrinti optimalų katalitinių savybių kintančiose sąlygose derinį. Tačiau, kaip rodo patirtis, tokios kompozicijos sukibimo su pagrindu atsparumas užpurškiant vandeninę suspensiją yra nedidelis ir neužtikrina patikimos eksploatacijos kenksmingose sąlygose.

Žinomas plazminių dangų užnešimo būdas (žr. buv. TSRS autor. liud. Nr.1528810, TPK C 23 C 4 / 04, 1989), naudojant miltelių mišinius: aliuminio oksido ir metalinio titano (15 - 60 %) kaip metalo - rišklio. Būdas leidžia gauti dangas, atsparias abrazyviniam susidėvėjimui. Dangos atvirasis akytumas sudaro 8 - 11%, kohezinis atsparumas 9 - 10 Mpa. Tačiau naudojant tokią dangą kaip universalią, t.y. tinkamą įvairiapusiam panaudojimui, ir tame tarpe naudojant kaip posluoksnį kitoms dangoms, iškyla posluoksnio atsparaus sukibimo problema iš vienos pusės - su pagrindu, o iš kitos - su danga, kuri bus užnešama ant šio posluoksnio paviršiaus. Kaip rodo tyrimai šioje srityje, šios problemos išsprendimui tarpinis sluoksnis (posluoksnis) turi, pirma, turėti šiluminio plėtimosi koeficientą (š.p.k.) maksimaliai artimą pagrindo š.p.k., ir, antra, būti maksimaliai integruotu į pagrindo struktūrą, t.y. dangos medžiagos atomai turi sudaryti metalinius ryšius su pagrindo medžiagos atomais. Jei pirma sąlyga gali būti gana lengvai įvykdyta parenkant medžiagą plastiniam ryšiui - metalą, artimą pagal š.p.k. pagrindo medžiagai (šiuo atveju titaną), tai aukšto laipsnio integracijos sąlyga išpildoma tik su sąlyga, kad ant ribos tarp posluoksnio ir pagrindo susidaro lydinių tipo junginiai. Plazminio užpurškimo atveju panašias sąlygas paprastai galima realizuoti tiksliai vykdant aukštatemperatūrinį atkaitinimą po užpurškimo, be

to, temperatūrų intervalas atkaitinant turi užtikrinti efektyvią abipusę posluoksnio ir pagrindo medžiagos atomų difuziją. Kadangi šios temperatūros gana aukštos (aukščiau 1000°C), paprastai pastebima žymi šios dangos degradacija, kuri pasireiškia anomaliniu grūdelių augimu, aukšta likvacija ir žymia oksidacija jos pakraščiuose. Toks atkaitinimas nenumatytas nagrinėjamame išradime, bet jeigu ir būtų numatytas, tai sukeltų anksčiau aprašytas nepageidaujamas pasekmes.

Kad būtų užtikrintas geras posluoksnio sukibimas su užnešama ant jo paviršiaus danga, posluoksnis turi turėti labai išvystytą paviršių - santykinis laisvas paviršius šiuo atveju turi būti ne mažesnis kaip $10\text{ m}^2/\text{g}$ (tai reiškia, kad vienas dangos gramas turi turėti 10 m^2 suminį paviršių), kas turi užtikrinti gerą užpurškiamos dangos adheziją. Tačiau perskaičiavus nustatytą išradime atvirą akytumą (apie 10%) į santykinio laisvo paviršiaus dydį matyti, kad šiuo atveju jis neviršija $1\text{ m}^2/\text{g}$, ko aiškiai neužtenka.

Tokiu būdu, naudojant šį išradimą, gauti dangą, užtikrinančią didelį sukibimo su pagrindu atsparumą ir tuo pačiu didelį sukibimo su užnešamomis ant jo paviršiaus įvairiomis dangomis, neįmanoma.

Siūlomo išradimo tikslas - gauti ant kieto pagrindo (pvz. metalinio ar keraminio) dujų terminio užpurškimo metodu labai atspariai sukimbančią universalią akytą dangą su aukštomis termo - mechaninėmis charakteristikomis, taip pat atsparią mechaniniams bei šiluminiams poveikiams. Norint gauti tokią akytą dangą, užpurškiamas sluoksnis turi būti tankus (iš gretimos pagrindui pusės), kad užtikrintų didelį sukibimo su pagrindu atsparumą ir aukštas termo - mechanines dangos charakteristikas, ir, tuo pačiu, užpurškiamas sluoksnis turi būti didelio poringumo (jo paviršiuje), kad užtikrintų specialias, tame tarpe ir katalitines, savybes. Šis prieštaravimas gali būti išspręstas, parenkant

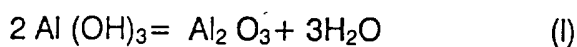
specifinę cheminę užpurškiamų miltelių sudėtį bei originalią jų užpurškimo technologiją.

Pateikiame trijų komponentų miltelių mišinio, susidedančio iš aliuminio hidroksido miltelių, silikatinio stiklo miltelių ir aliuminio miltelių, užpurškimo schemą.

Šioje modelinėje kompozicijoje metalinis aliuminis veikia kaip, pirma, metalinis posluoksnis, užtikrinantis didelį užpurškiamo sluoksnio sukibimo su pagrindu atsparumą, ir, antra, kaip metalinis ryšys užpurškiamo sluoksnio akyto paviršiaus dalelių fiksavimui.

Silikatinio stiklo milteliai užtikrina užpurškiamos dangos makrostruktūros susidarymą. Užpurškiant silikatinio stiklo miltelius turi būti užtikrintas dalinis paviršiaus dalelių aplydymas, kad patikimai sukibtų, iš vienos pusės, su užpurškiamu aliuminiu, ir, iš kitos pusės, su aliuminio hidroksido milteliais, kurie nusodinami ant paviršiaus kompozicinio sluoksnio, suformuoto iš išlydyto aliuminio ir stiklo dalelių.

Aliuminio hidroksido milteliai veikia kaip medžiaga, užtikrinanti aukštai išvystyto, akyto paviršiaus keraminės dangos aliuminio oksido pagrindu gavimą, (t.y. užtikrinanti dangos mikrostruktūros susidarymą). Šis uždavinys gali būti realizuotas terminiu aliuminio hidroksido skilimu ($520 - 600^{\circ}\text{C}$) vykstant šiai reakcijai :



Tokios akytos dangos gavimui reikia, kad aliuminio hidroksido terminio skilimo reakcija vyktų jau ant užpurškto sluoksnio paviršiaus ir hidroksido dalelės būtų kietai užfiksuotos sluoksnyje. Tai gali būti pasiekta tokiu atveju, kai plazminio užpurškimo procese pasiseka išvengti hidroksido dalelių disociacijos plazmos sraute (kurio temperatūra $5000 - 8000^{\circ}\text{C}$). Todėl, norint padidinti giminingumą su aliuminiu, būtina užtikrinti dalinį hidroksido dalelių aplydymą su paviršiumi.

Tokiu būdu, modelinės kompozicijos plazminio užpurškimo procese, pereinant milteliams per plazmos srautą, turi būti užtikrintas viena laikis metalinio aliuminio miltelių išsilydymas, dalinis stiklo dalelių nuo paviršiaus aplydymas ir neleidimas įvykti pilnam aliuminio hidroksido dalelių terminiam skilimui.

Tai pasiekama nukreipiant miltelius į skirtingas plazmos srauto zonas - aliuminio hidroksidas nukreipiamas į šaltesnę zoną, metalinis aliuminis - į karštesnę zoną.

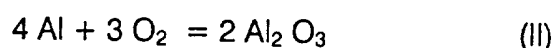
Be to, užpurškimo procese turi būti užtikrintas prioritetas aliuminio dalelių perėjimas prie pagrindo paviršiaus, kad būtų užtikrintas atsparus užpurškiamo sluoksnio sukibimas su pagrindu. Tai pasiekama parenkant frakcinę užpurškiamų miltelių sudėtį. Pavyzdžiui, aliuminio ir silikatinio stiklo dalelės daugiausiai turi didesnę masę, ir, todėl įgauna didesnį greitį pereidamos plazmos srautą, kas savo ruožtu užtikrina jų pirmesnę perėjimą prie užpurškiamo pagrindo paviršiaus.

Tokiu būdu, užpurškimo proceso metu formuojamas kompozicinis sluoksnis, kuris susideda iš aliuminio, išsilydžiusio plazmos sraute ir sudariusio elastinį posluoksnį - ryšį ant pagrindo paviršiaus. Į šį sluoksnį įterpiamos stiklo dalelės, dalinai apsilydę paviršiuje, ko pasekoje jos stipriai sukimba su sluoksniu. Ir, pagaliau, į šio sluoksnio paviršių įterpiamos aliuminio hidroksido, nesuskilusio perėjimo per plazmos srautą procese, dalelės.

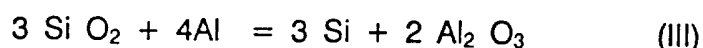
Tokiu būdu gauta dangą nėra galutiniu produktu, nes, pirma, ji nėra akyta, antra, jos paviršius pagal fazinę sudėtį neatitinka reikalavimų, keliamų specialioms dangoms (taip, pavyzdžiui, naudojant dangą katalizei, ant jos paviršiaus išskirtinai turėtų būti γ - ir θ - modifikacijų aliuminio oksidai) ir, trečia, jos liekamasis šiluminis įtempimas (plazminio užpurškimo proceso rezultatas) gana aukštas.

Reikiamos fiziko - cheminės užpurškiamos kompozicinės dangos savybės gaunamos įvykdant šiluminį apdirbimą oksidacinėje aplinkoje, pagrindinai ore.

Kartu ant aliuminio posluoksnio paviršiaus susidaro aliuminio oksidas pagal reakciją :



Ant stiklo / aliuminio ribos paviršiaus (t.y. ant stiklo dalelių, įterptų į aliuminio posluoksnį paviršiaus) 520 - 580 °C (Химия стекла , А. А. Аппен , изд . " Химия " , Ленинградское отделение, Ленинград , 1970) , temperatūrų intervale vyksta aliuminio oksidacija ir silicio redukcija iš jo oksido pagal reakciją :



Reakcija (III) yra autokatalitinio charakterio. Aliuminio oksido kristalizacijos centrų atsiradimas vyksta mikroplyšiuose (Диффузионная сварка стекла и керамики с металлами, В.А. Бачин, изд. "Машиностроение", Москва, 1986), kurie yra ant stiklo dalelių paviršiaus (kas yra plazminio užpurškimo rezultatu). Šio proceso specifine ypatybe yra šiluminių įtempimų stiklo dalelėse pašalinimas ir mikroplyšių užgydymas reakcijos (III) eigoje.

Ir, pagaliau, skylant aliuminio hidroksidui 480 - 660 °C temperatūrų intervale šiluminio apdirbimo eigoje vyksta aliuminio oksido su smarkiai išvystytu mikroakytu paviršiumi susidarymas pagal (I) reakciją .

Tokiu būdu, užpurkšto kompozicinio sluoksnio šiluminio apdirbimo oksidacijos aplinkoje proceso pasėkoje gaunama ant paviršiaus būtina cheminė ir fazinė sudėtis, kartu suformuojant specifinę makro - ir mikro - paviršinio sluoksnio, turinčio didelę adheziją su pagrindu, struktūrą.

Praktiškai tikslas pasiekiamas tuo, kad žinomame kompozicinės dangos gavimo būde, kuriame ant pradinio pagrindo plazminio užpurškimo metodu užneša akytą dangą, turinčią metalo oksido ir metalo - surišėjo, pagal siūlomą išradimą kaip pradinę medžiagą plazminiam užpurškimui naudoja miltelių mišinį, turintį aliuminio ir / arba titano oksidų, aliuminio ir / arba titano hidroksidų, stiklo miltelių bei metalinį aliuminį ir / arba titaną, kaip metalinį ryšį, esant šiai komponentų sudėčiai, masės % :

metalinis aliuminis ir / arba titanas	1 - 7
aliuminio ir / arba titano oksidai	0,1 - 12
stiklo milteliai	2 - 45
aliuminio ir / arba titano hidroksidai	likęs kiekis

Miltelių dispersiškumas turi būti :

aliuminio ir titano oksidų	- mažiau 30 mikronų
aliuminio ir titano hidroksidų	- mažiau 20 mikronų
stiklo miltelių	- mažiau 30 mikronų
aliuminio ir titano	- mažiau 50 mikronų

Plazminio užpurškimo proceso metu aliuminio ir / arba titano milteliai, nukreipti į "karštą" plazmos srauto zoną, t.y. per žiedinį plyšį tarp plazmotrono anodo ir anodinio korpuso, pilnai išsilydo ir transportuojami ant pagrindo, kur suformuoja plastinį tarpinį sluoksnį ant užpurškiamo pagrindo paviršiaus. Stiklo milteliai ir aliuminio ir / arba titano oksidai nukreipiami į "šaltą" plazmos srauto zoną, t.y. ant plazmotrono tūtos pjūvio atstumu (mm) pagal empirinę formulę :

arba titano hidroksidas skyla pagal (I) reakciją, sudarydamas aliuminio ir / arba titano oksidą ir vandens garus.

Dėl to, kad aliuminio oksidacijos ant stiklo dalelių paviršiaus procesas vyksta 520 - 580 °C intervale, pagrindinai 560 - 580 °C intervale, o aliuminio hidroksido skilimas vyksta 480 - 660 °C intervale, tame tarpe γ - modifikacijos aliuminio oksidas formuojasi 480 - 560 °C temperatūrų intervale, o α - modifikacijos aliuminio oksidas - 570 - 660 °C intervale, optimaliausi yra atskiri terminio apdirbimo režimai, apskaičiuoti α - ir γ - modifikacijų oksidų formavimui.

Atsižvelgiant į aukščiau išdėstytą, terminį apdirbimą reikia vykdyti 480 - 660 °C intervale, be to, temperatūrinio apdirbimo trukmė turi būti 2 - 20 valandų. Kaip parodė eksperimentai, labai svarbu užtikrinti įkaitinimo greitį ne daugiau 100 °C/val. Šios greičio ribos padidinimas atveda prie paviršinio sluoksnio defektinės struktūros susiformavimo ir, kaip pasekmė, jo akytumo sumažėjimo

Pavyzdys.

Kompozicinės dangos užpurškimas buvo vykdomas ant pagrindo iš 40 mikronų storio plieno (X15 5 markės) .Buvo naudojama miltelių kompozicija aliuminio hidroksido pagrindu, esant šiai komponentų sudėčiai, masės % :

aliuminio oksidas, dispersiškumas mažiau 10 mikronų	3
metalinis aliuminis, dispersiškumas mažiau 30 mikronų	5
silikatinio stiklo milteliai, dispersiškumas mažiau 30 mikronų	7
aliuminio hidroksidas, dispersiškumas mažiau 10 mikronų	likęs

kiekis.

Užpurškimui buvo naudojamas plazmotronas PN-V1 su atskiru miltelių komponentų padavimu ir srovės šaltinis APR-403. Kaip plazmą sudarančios dujos buvo naudojamas atmosferinis oras. Užpurškimo

proceso parametrai : įtampa - 200 V, srovė - 170 A, tūtos pjūvio atstumas nuo pagrindo - 100 mm.

Užneštos dangos storis sudarė 30 mikronų. Dangos sukibimo su pagrindu atsparumas po užpurškimo sudarė 25 kg / mm².

Gautos kompozicinės dangos terminis apdirbimas buvo vykdomas SNOL tipo krosnyje 560 °C temperatūroje 2 valandas, atvėsėjimas - ore.

Rentgenostruktūrinė analizė buvo vykdoma DRON - 3 įrenginiu. Dangos struktūra po terminio apdirbimo susideda iš γ - modifikacijos aliuminio oksido (pagrindas) su nedideliu δ - (mažiau 3 %), θ - ir ξ - modifikacijos (pėdsakai) kiekiu.

Laisvo paviršiaus dydis buvo matuojamas specialiu sorbtometru. Dangos laisvo paviršiaus dydis po terminio apdirbimo sudarė 65 m²/g.

Kiti būdo išpildymo pavyzdžiai ir gautos dangos charakteristikos nurodytos 1 lentelėje.

Didelio greičio plazminis užpurškimas vykdomas oro aplinkoje, panaudojant orą kaip plazmą sudarančias dujas. Dangos komponentai paduodami į įvairius plazmos srauto taškus. Po užpurškimo seka šiluminis apdirbimas 480 - 660 °C temperatūrų intervale.

Užpurškimo proceso metu, praeidamos plazmos srautą, metalinio aliuminio dalelės lydosi, stiklo miltelių dalelės apsilydo paviršiuje, aliuminio ir titano hidroksido dalelės arba nesuskyla, arba dalinai suskyla iki tarpinių fazių, o aliuminio oksido ir titano oksido dalelės tik įkaista. Transportuojant daleles ant pagrindo, vyksta jų pasiskirstymas pagal masę ir, to rezultate, aliuminio dalelės sudaro ant pagrindo paviršiaus ištisinį labai ploną sluoksnį (mažiau 5 m), į kurį įsiterpia stiklo ir oksidų dalelės, o ant šio sluoksnio paviršiaus pasiskirsto hidroksidų dalelės.

Tolesnio dangos terminio apdirbimo eigoje vyksta dalinė aliuminio sluoksnio oksidacija, tačiau plonas aliuminio sluoksnelis po oksido sluoksniu išlaiko plastines savybes, t.y. praktiškai turi įprasto plastinio sluoksnio savybes. Be to, stiklo dalelės, o taip pat aliuminio ir titano oksidai sudaro lyg dangos "skeletą", užtikrindami jos makroaktyumą, o γ modifikacijos aliuminio oksido mikrodalelės, susidarę užpurkšto sluoksnio tarpinių hidroksidinių fazių šiluminio skilimo metu, užtikrina dangos mikroaktyumą ir žymų jos paviršiaus padidėjimą (iki 30 - 70 m² / g).

1 - 4 pavyzdžiai atspindi miltelių kompozicijų plazminio užpurškimo ant keraminio pagrindo, pagaminto iš aukštatemperatūrinės silicio keramikos, variantus.

5 - 8 pavyzdžiuose nurodyti miltelių kompozicijų plazminio užpurškimo ant metalinio pagrindo, pavyzdžiui, ant folijos iš karščiui atsparaus chromoaliuminio plieno X15 5, variantai. Užpurškimą vykdo be išankstinio folijos paviršiaus paruošimo.

1,2,5 ir 6 pavyzdžiuose oksidų kiekis buvo minimaliose pareikštose ribose, o 3,4,8,9 ir 10 pavyzdžiuose artimas maksimaliam. Kaip matyti iš lentelės, oksidų ir hidroksidų santykis nustato laisvo paviršiaus dydį, kuris išauga nuo 40 - 50 iki 60 - 70 m² / g, keičiantis hidroksidų daliai nuo 30 iki 80 - 90 %. Be to, dalinis arba pilnas aliuminio hidroksido pakeitimas titano hidroksidu kiek sumažina laisvo paviršiaus dydį, kaip taisyklė 10 - 15 vienetų.

Kaip buvo pažymėta anksčiau, aliuminis sudaro ant pagrindo paviršiaus posluoksnį, kuris yra elastingu ryšiu tarp pagrindo ir darbo sluoksnio ir užtikrinančiu aukštą sukibimo atsparumą, kas ypač svarbu prie lenkimo poveikių į pagrindą. Dėl to, kad užpurkštai ant keraminio pagrindo dangai nereikia didelio atsparumo lenkimui (nes keramika yra ypatingai trapi), tai metalinio aliuminio dalis užpurškiamame ant

keramikos mišinyje sumažinta palyginus su metaliniu pagrindu (1 - 3 prieš 3 - 7 %). Dangos sukibimo su keraminiu pagrindu atsparumo dydis 1 - 4 pavyzdžiuose ne mažesnis už paties keraminio pagrindo ir todėl išbandant pavyzdžius su danga, pavyzdžiai suyra be išsisluoksniavimo arba intensyvaus dangos nubyrėjimo. Šiuo atveju, atviras akytumas, kontroliuojamas pagal laisvo paviršiaus dydį, sudaro 50 - 70 m² / g.

Aliuminio kiekio užpurškiamame ant metalinio pagrindo mišinyje padidėjimas iki 3 - 7 % užtikrina užpurškšto sluoksnio sukibimo atsparumą pagrindo atsparumo ribų lygyje. Bandant tempimu ir lenkimu, pagrindo suirimas visais atvejais vyksta be išsisluoksniavimo ir intensyvaus dangos nubyrėjimo. Pastaroji aplinkybė atveria praktiškai neribotas perspektyvas vykdyti įprastą mechaninio pagrindo su užpurškta danga apdirbimą. Kaip parodė mūsų tyrimai, pagrindą galima mechaniškai pjaustyti, perforuoti, gofruoti, šaltai štampuoti ir t.t. Visos šios operacijos gali būti įvykdytos be kokios nors žalos dangos būsenai. Norint gauti reikalingą savybių lygį, mechaninio apdirbimo rezultate gautas pusfabrikatis (gali būti ir detalė) turi būti tiksliai atkaitintas oro aplinkoje 480 - 660 °C temperatūrų intervale.

Santykinis laisvo paviršiaus dydis, užpurškiant ant metalinio pagrindo, sudaro dangoms aliuminio oksido pagrindu (5 pavyzdys) 60 - 70 m² / g, titano hidroksido pagrindu (6 pavyzdys) 40 - 50 m² / g, hidroksidų mišiniui (7 pavyzdys) 50 - 60 m² / g. Tokiu būdu, keičiant pradinės užpurškiamos kompozicijos sudėtį, užpurškimo bei tolesnio mechaninio apdirbimo režimus, galima gauti dangas su užduotomis cheminėmis ir, be to, fiziko - mechaninėmis savybėmis.

Palyginus pagal dangos sukibimo su pagrindu atsparumą su prototipu matyti, kad šiuo atveju sukibimo atsparumas didesnis daugiau kaip eile.

Gauta pagal šią technologiją danga toliau gali būti naudojama antikorozinėms dangoms metalo ir polimerų pagrindu užnešti, antifrikcinėms dangoms užnešti, dažų - lako dangoms, šiluminei apsaugai (šiluminiam išsklaidymui), dangoms su specialiomis savybėmis, tame tarpe ekranuojančioms dangoms, katalitinėms dangoms neorganinei ir organinei sintezei ir t.t.

Eksperimentais nustatyta, kad aliuminio oksidas ir titano oksidas rodo dangose kokybiškai artimas savybes ir gali būti laikomi techniniais ekvivalentais.

1 lentelė

Po- zici- ja	Pagrindas	Aliumi- nis, masės %	Stiklo milteliai, masės %	Aluminio hidroksi- das, masės %	Titano hidroksi- das, masės %	Aluminio oksidas, masės %	Titano oksidas, masės %	Dangos storis μm	Sukibimo atsparumas kg/mm ²	Laisvas pavir- šius, m ² /g
1	keramika	1 - 3	2 - 5	likęs kiekis	-	1 - 3	-	30 - 40 (2 - 5)	daugiau 40	60 - 70
2	keramika	1 - 3	2 - 5	-	likęs kiekis	-	2 - 4	30 - 40 (2 - 5)	daugiau 40	40 - 50
3	keramika	1 - 3	2 - 5	likęs kiekis	-	10 - 12	-	30 - 40 (2 - 5)	daugiau 40	50 - 60
4	keramika	1 - 3	2 - 5	-	likęs kiekis	-	10 - 12	30 - 40 (2 - 5)	daugiau 40	40 - 50
5	nerūdijantis plienas	3 - 7	5 - 20	likęs kiekis	-	1 - 13	-	20 - 30 (1 - 3)	daugiau 25	60 - 70
6	nerūdijantis plienas	3 - 7	5 - 20	-	likęs kiekis	-	2 - 4	20 - 30 (1 - 3)	daugiau 25	40 - 50
7	nerūdijantis plienas	3 - 7	5 - 20	50	likęs kiekis	1 - 3	2 - 4	20 - 30 (1 - 3)	daugiau 25	50 - 60
8	nerūdijantis plienas	3 - 7	5 - 20	likęs kiekis	-	10 - 12	-	20 - 30 (1 - 3)	daugiau 25	50 - 60
9	nerūdijantis plienas	3 - 7	5 - 20	-	likęs kiekis	-	10 - 12	20 - 30 (1 - 3)	daugiau 25	40 - 50
10	nerūdijantis plienas	3 - 7	5 - 20	30	likęs kiekis	10 - 12	10 - 12	20 - 30 (1 - 3)	daugiau 25	50 - 60

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Kompozicinių dangų gavimo būdas, kuriuo ant pradinio pagrindo plazminio užpurškimo metodu užneša akytą dangą, turinčią metalo oksido ir metalą - rišiklį, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kaip pradinę medžiagą plazminiam užpurškimui naudoja miltelių mišinį, turintį aliuminio ir / arba titano oksido miltelių, stiklo miltelių kaip dangos makrostruktūrą formuojančią medžiagą, aliuminio ir / arba titano miltelių kaip metalą - sujungėją ir aliuminio ir / arba titano hidroksido miltelių kaip medžiagą, užtikrinančią dangos mikrostruktūros susidarymą, esant šiai komponentų sudėčiai, masės % :

metalinis aliuminis ir/arba titanas	1 - 7
aliuminio ir / arba titano oksidas	0,1 - 12
stiklo milteliai	2 - 25
aliuminio ir / arba titano hidroksidas	likęs kiekis

2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad , visas užpurškiamas medžiagas paskirsto į dvi grupes, sumaišo ir paduoda atskirai į skirtingas plazmos srauto zonas.

3. Būdas pagal 1 ir 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmą grupę sudaro aliuminio ir / arba titano hidroksidų milteliai, aliuminio ir / arba titano oksidų milteliai ir stiklo milteliai.

4. Būdas pagal 1, 2 ir 3 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmos grupės miltelių dispersiškumas yra :

aliuminio ir titano oksidai	mažiau 30 mikronų
aliuminio ir titano hidroksidai	mažiau 20 mikronų
stiklo milteliai	mažiau 30 mikronų.

5. Būdas pagal 1,2,3 ir 4 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmos grupės miltelius sumaišo dezintegracijos įrenginyje pagal režimus, užtikrinančius abipusį miltelių komponentų mechaninį paviršinį legiravimą.

6. Būdas pagal 1,2,3,4 ir 5 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pirmos grupės miltelius paduoda per žiedinį plyšį tarp plazmotrono anodo ir anodinio korpuso.

7. Būdas pagal 1 ir 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad antrą grupę sudaro metalinio aliuminio ir / arba titano milteliai.

8. Būdas pagal 1,2 ir 7 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad antros grupės miltelių dispersiškumas yra : metalinis aliuminis ir titanas mažiau 50 mikronų.

9. Būdas pagal 1,2,7 ir 8 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad antros grupės miltelius paduoda ant plazmotrono tūtos pjūvio.

10. Būdas pagal 1,2,7,8 ir 9 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad miltelius ant tūtos pjūvio paduoda λ (milimetrais) atstumu nuo plazmotrono galinio paviršiaus pagal empirinę formulę :

$$\lambda = (0,1 - 0,2) W$$

- kur W - galingumas, naudojamas užpurškimo procese (kilovatais).

11. Būdas pagal 1,2,7,8,9 ir 10 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad miltelius ant tūtos galo paduoda nukreipiant kryptimi, priešpriešine ištekiančios plazmos kryptimi, kampų α (laipsniais) pagal empirinę formulę :

$$\alpha = (800 - 1500) W$$

- kur W - galingumas, naudojamas užpurškimo procese (kilovatais).

12. Būdas pagal 1 ir 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad norint sumažinti šiluminį poveikį pagrindu, užpurškimo metu naudoja įrenginį, užtikrinantį plazmos srauto galinės dalies nupūtimą.

13. Būdas pagal 1,2 ir 12 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad L (milimetrais) atstumą nuo plazmos srauto nupūtimo taško iki pagrindo, ant kurio užpurškia, nustato pagal empirinę formulę :

$$L = (0,50 - 0,75) W$$

- kur W - galingumas, naudojamas užpurškimo metu (kilovatais).

14. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pagrindą su užpurkšta danga termiškai apdirba iki pilno tarpinių fazių ir metastabilių fazių, gautų plazminio užpurškimo procese, suskilimo.

15. Būdas pagal 1 ir 14 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad terminį apdirbimą vykdo oro aplinkoje 480 - 660 °C temperatūrų diapazone.

16. Būdas pagal 1,14 ir 15 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įkaitinimą terminiam apdirbimui vykdo ne daugiau 100 °C per valandą greičiu.

REFERATAS

Išradimas priklauso dangų padengimo būdams, kai užpurškiama išlydyta medžiaga, ir gali būti panaudotas įvairiose mašinų gamybos, energetikos, cheminės pramonės, metalurgijos ir t.t. srityse atskiroms detalėms ir gaminiams apsaugoti nuo korozijos, dujų erozijos bei šiluminio apšvitinimo ir suteikti joms naujas savybes.

Kompozicinės dangos gavimo būdas realizuojamas miltelių mišinio plazminio užpurškimo metodu ant pagrindo, esant tokiam komponentų santykiui, masės % :

metalinis aliuminis ir / arba titanas	1 - 7
aliuminio ir / arba titano oksidai	0,1 - 12
stiklo milteliai	2 - 25
aliuminio ir / arba titano hidroksidai	likęs kiekis

Užpurškimą vykdo oro aplinkoje, panaudojant orą kaip plazmą sudarančias dujas. Toliau dangą termiškai apdirba 480 - 660 °C temperatūrų intervalais iki pilno hidroksidų suskilimo.

Išradimas leidžia gauti dangas ant metalinio arba keraminio pagrindo, turinčias sukibimo atsparumą, bendramatį su pagrindo atsparumu, ir santykinį laisvą paviršių nuo 10 iki 70 m² / g.