



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

231 135

(11) (B1)

(51)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 18 01 83
(21) PV 311-83

(51) Int. Cl.³
B 23 K 35/24

(40) Zveřejněno 15 02 84
(45) Vydáno 01 06 86

(75)
Autor vynálezu

SMRKOVSKÝ EVŽEN ing.,
HAKL JAN ing., CSc.,
BUGANIČ JIŘÍ,
VOČKA IVAN, PRAHA

(54)

Přísada do pájky pro pájení vysokopevnostních slitin

Přísada do pájky pro pájení vysokopevnostních, zejména niklových žárupevných a žáruvzdorných slitin, charakterizována tím, že její složení je totožné se složením materiálu spojovacích dílců, přičemž hmotnostní poměr přísady v pájce se pohybuje v rozmezí 10 : 1 až 1 : 10.

Vynález se týká přísady do pájky pro pájení vysokopevnostních slitin, zejména niklových.

Řada vysokopevnostních žáruvzdorných a žárupevných niklových slitin je velmi obtížně svařitelná. Některé poslední typy těchto slitin jsou prakticky nesvařitelné, neboť se i při použití nejnovějších poznatků z oblasti svařovací techniky a tepelného zpracování v okolí svaru vyskytují trhliny, které vylučují použití těchto svařenců ve většině jejich aplikací. Za jeden z posledních a pro provoz velmi slibných postupů lze považovat používání pájek, které mají podobné chemické složení jako pájené dílce. Oproti chemickému složení materiálu pájených dílců však neobsahují ty prvky, které znesnadňují difúzní pochody, jako titan a hliník, navíc však obsahují ty prvky, které výrazně snižují jejich ~~tepelné~~ *tepelné* tavení, popřípadě mají i vysokou hodnotu koeficientu difuze, jako bór, křemík, fosfor a podobně. Prvky, snižující ~~tepelné~~ *tepelné* tavení, velmi příznivě ovlivňují roztékavost a zabíhavost pájky, na druhé straně jsou však příčinou toho, že v oblasti spoje vznikají křehké intermetalické fáze, výrazně snižující některé mechanické vlastnosti spoje. Aby se snížila křehkost spoje, doporučuje se používat při pájení co nejmenších pájecích mezer. Za optimum se považují pájecí mezery v rozmezí 0,02 až 0,08 mm. Při těchto pájecích mezerách se vyskytují křehké intermetalické fáze v omezené míře a je možno je následným tepelným zpracováním po jistotu, z provozního hlediska přijatelnou dobu rozpustit, a tak zvýšit kvalitu spoje. Přestože uvedený postup znamená velký přínos pro nerozebíratelné spojování součástí z uvedených niklových slitin, má řadu nedostatků. Podstatné je to, že přestože se pájka do pájecí mezery a její blízkosti dodává v přebytku, velmi často se stává, že nedojde k jejímu dokonalému a spolehlivému zatečení mezi spojované dílce. Oprava je pak problematická a drahá. Některé spoje jsou dokonce

neopravitelné a součást se musí zmetkovat. Druhou, z hospodářského hlediska závažnou nevýhodou je bezpodmínečný požadavek na přesnost výroby pájecích mezer. Tato nevýhoda je zřejmá tehdy, kdy se jedná o spojování členitých povrchů, u nichž je obtížné zajistit konstantní tloušťku pájecí mezery v požadovaných tolerancích. Dodržení předepsaných úzkých tolerancí je pak velmi nákladné a často i problematické.

Uvedené nedostatky odstraňuje přísada do pájky pro pájení vysokopevnostních slitin podle vynálezu. Jedná se zejména o niklové slitiny o směrném hmotnostním složení od 5 do 30 % hmot. chromu, od 0,01 do 0,25 % hmot. uhlíku, nejvýše 1 % hmot. křemíku, 1,5 % hmot. manganu, 5 % hmot. titanu, 7 % hmot. hliníku, nikl základ, případně nejvýše 10 % hmot. wolframu, 30 % hmot. kobaltu, 10 % hmot. molybdenu, 7 % hmot. niobu, 7 % hmot. tantalu, 2,5 % hmot. hafnia, 7 % hmot. železa. Bór, zirkon a cér je obsažen jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci nejvýše 0,5 % hmot. Pájka o směrném hmotnostním složení od 3 do 30 % hmot. chromu, od 0,01 do 0,5 % hmot. uhlíku, nejvýše 1,5 % hmot. manganu, nikl základ. Bór, fosfor a křemík je obsažen jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci od 1 do 12 % hmot., případně nejvýše 16 % hmot. wolframu, 30 % hmot. kobaltu, 10 % hmot. molybdenu, 7 % hmot. niobu, 7 % hmot. tantalu, 2,5 % hmot. hafnia, 7 % hmot. železa a 2 % hmot. mědi. Zirkon a cér je obsažen jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci nejvýše 0,5 % hmot. Podstatou vynálezu je přísada obsahující od 5 do 30 % hmot. chromu, od 0,01 do 0,25 % hmot. uhlíku, nejvýše 1 % hmot. křemíku, 1,5 % hmot. manganu, 5 % hmot. titanu, 7 % hmot. hliníku, nikl základ, případně nejvýše 30 % hmot. kobaltu, 10 % hmot. wolframu, 10 % hmot. molybdenu, 7 % hmot. niobu, 7 % hmot. tantalu, 2,5 % hmot. hafnia, 7 % hmot. železa. Bór, zirkon a cér jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci nejvýše 0,5 % hmot., přičemž hmotnostní poměr pájky a přísady je v rozmezí od 1 : 10 do 10 : 1.

Přísada základního materiálu ve formě prášku do pájky umožňuje zvětšit velikost pájecí mezery na technicky a ekonomicky přijatelnou hodnotu, aniž by přitom došlo k zhoršení vlastností spoje. Při dodržení optimálních poměrů při volbě chemického složení a zrnitosti pájky a přidávaného základního materiálu lze i snížit dobu difúzního žíhání po spájení, neboť i při použití širší pájecí mezery dochází k zmenšení dráhy, kterou musí překonat atomy

prvků, snižujících ~~tepelné~~ tavení pájky, aby došlo při následném homogenizačním žíhání k odstranění nebo alespoň ke snížení koncentračních gradientů, a tím i k zrovnoměrnění mechanických vlastností spoje. Další předností přísady dle vynálezu je dokonalé zaplnění pájecí mezery, a tím snížení výskytu zmetků. Přídavek práškového materiálu o shodném chemickém složení jako mají pájené dílce se dále projevuje navenek tak, jako by byla použita pájka o nižší koncentraci prvků, jež se má následným tepelným zpracováním rozptýlit, přičemž však přednost původní pájky, to je její relativně nízká ~~tepelná~~ tavení, zůstává v plné míře zachována.

Příklad 1

Pájené dílce byly vyrobeny ze slitiny na bázi niklu o chemickém složení 0,05 % hmot. uhlíku, 12 % hmot. chromu, 4,5 % hmot. molybdenu, 2 % hmot. niobu a tantalu, 5,9 % hmot. hliníku, 0,6 % hmot. titanu, 0,01 % hmot. bóru, 0,1 % hmot. zirkonu, nikl - základ. Pro pájení byla použita pájka o chemickém složení 7 % hmot. chromu, 3 % hmot. železa, 4,5 % hmot. křemíku, 2,9 % hmot. bóru, 0,03 % hmot. uhlíku, nikl - základ, přičemž pájka měla zrnitost max. 0,05 mm. Do této pájky byl přidán základní kov o chemickém složení 0,05 % hmot. uhlíku, 12 % hmot. chromu, 4,5 % hmot. molybdenu, 2 % hmot. niob + tantal, 5,9 % hmot. hliníku, 0,6 % hmot. titanu, 0,01 % hmot. bóru, 0,1 % hmot. zirkonu, nikl - základ, přičemž tento materiál byl přidáván ve formě prášku o zrnitosti max. 0,05 mm. Poměr hmotnosti pájky a práškového základního materiálu v takto vzniklé směsi byl 2 : 1. Pájení se provádělo ve vakuu řádu 10^{-2} Pa při teplotě 1070° C po dobu 20 minut.

Příklad 2

Pájené dílce byly vyrobeny ze slitiny na bázi niklu o chemickém složení 0,1 % hmot. uhlíku, 0,5 % hmot. manganu, 0,4 % hmot. křemíku, 19 % hmot. chromu, 2,1 % hmot. titanu, 0,9 % hmot. hliníku, 1,5 % hmot. železa, 0,001 % hmot. boru, nikl - základ. Pro pájení byla použita pájka o chemickém složení 7 % hmot. chromu, 3 % hmot. železa, 4,5 % hmot. křemíku, 2,9 % hmot. boru, 0,03 % hmot. uhlíku, nikl - základ, přičemž pájka měla zrnitost max. 0,05 mm. Do této pájky byl přidán základní kov o chemickém složení 0,1 % hmot. uhlíku, 0,5 % hmot. manganu, 0,4 % hmot. křemíku, 19 % hmot. chromu, 2,1 % hmot. titanu, 0,9 % hmot. hliníku,

1,5 % hmot. železa, 0,001 % hmot. boru, nikl - základ, přičemž tento materiál byl přidáván ve formě prášku o zrnitosti max. 0,05 mm. Poměr hmotnosti pájky a práškového základního materiálu v takto vzniklé směsi byl 1 : 1. Pájení se provádělo ve vakuu řádu 10^{-2} Pa při teplotě 1060° C po dobu 20 minut.

Příklad 3

Pájené dílce byly vyrobeny ze slitiny na bázi niklu o chemickém složení 0,04 % hmot. uhlíku, 12,0 % hmot. chromu, 4,4 % hmot. molybdenu, 2 % hmot. niobu + tantalu, 5,9 % hmot. hliníku, 0,55 % hmot. titanu, 0,01 % hmot. boru, 0,1 % hmot. zirkonu, nikl - základ. Pro pájení byla použita folie o tloušťce 0,12 mm, vyrobená ze směsi pájky o složení 7 % hmot. chromu, 3 % hmot. železa, 4,5 % hmot. křemíku, 2,9 % hmot. boru, 0,03 % hmot. uhlíku, nikl - základ a základního materiálu o složení 0,04 % hmot. uhlíku, 12,0 % hmot. chromu, 4,4 % hmot. molybdenu, 2 % hmot. niobu + tantalu, 5,9 % hmot. hliníku, 0,55 % hmot. titanu, 0,01 % hmot. boru, 0,1 % hmot. zirkonu, nikl - základ. Poměr hmotnosti pájky ku hmotnosti základního materiálu ve folii byl 2 : 3. Pájení bylo prováděno ve vakuu řádu 10^{-2} Pa při teplotě 1090° C po dobu 30 minut.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

231 135

Přísada do pájky pro pájení vysokopevnostních slitin, zejména niklových o směrném hmotnostním složení od 5 do 30 % hmot. chromu, od 0,01 do 0,25 % hmot. uhlíku, nejvýše 1 % hmot. křemíku, 1,5 % hmot. manganu, 5 % hmot. titanu, 7 % hmot. hliníku, nikl základ, případně nejvýše 10 % hmot. wolframu, 30 % hmot. kobaltu, 10 % hmot. molybdenu, 7 % hmot. niobu, 7 % hmot. tantalu, 2,5 % hmot. hafnia, 7 % hmot. železa a bór, zirkon a cér jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci nejvýše 0,5 % hmot., pájkou o směrném hmotnostním složení od 3 do 30 % hmot. chromu, od 0,01 do 0,5 % hmot. uhlíku, nejvýše 1,5 % hmot. manganu, nikl základ, bór, fosfor a křemík jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci od 1 do 12 % hmot., případně nejvýše 16 % hmot. wolframu, 30 % hmot. kobaltu, 10 % hmot. molybdenu, 7 % hmot. niobu, 7 % hmot. tantalu, 2,5 % hmot. hafnia, 7 % hmot. železa a 2 % hmot. mědi, zirkon a cér jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci nejvýše 0,5 % hmot., vyznačená tím, že její hmotnostní složení sestává od 5 do 30 % hmot. chromu, od 0,01 do 0,25 % hmot. uhlíku, nejvýše 1 % hmot. křemíku, 1,5 % hmot. manganu, 5 % hmot. titanu, 7 % hmot. hliníku, nikl základ, případně nejvýše 30 % hmot. kobaltu, 10 % hmot. wolframu, 10 % hmot. molybdenu, 7 % hmot. niobu, 7 % hmot. tantalu, 2,5 % hmot. hafnia, 7 % hmot. železa a bór, zirkon a cér jednotlivě nebo ve vzájemné kombinaci nejvýše 0,5 % hmot., přičemž hmotnostní poměr pájky a přísady je v rozmezí od 1 : 10 do 10 : 1.