



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 195423

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
B 23 K 35/22

/22/ Přihlášeno 09 02 76
/21/ /PV 805-76/
/32//31//33/ Právo přednosti od 10 02 75
/2103769/ Svaz sovětských
socialistických republik

(10) Zveřejněno 31 05 79

(45) Vydáno 15 05 82

(75)

Autor vynálezu

TABĚLEV VLADISLAV DMITRIJEVIČ, PUZRIN LEONID GUSTAVOVIČ,
KRASČENKO VLADIMIR MICHAJLOVIČ, BĚLECKIJ VJAČESLAV ALEXANDROVIČ
a BLANIN VALENTIN ALEXEJEVIČ, KYJEV /SSSR/

(54) Slinutá pájka k pájení feromagnetických látek

1.

Vynález se týká slinuté pájky k pájení feromagnetických látek, již lze využít při výrobě různých kovových konstrukcí z feromagnetických látek a rovněž při výrobě různých trubkových vedení za montážních podmínek, kdy montáž článků s kapilárními štěrbinami je obtížně proveditelná.

Jsou známa pájení včetně takových, jež se týkají feromagnetických látek, která umožňují spojení jednotlivých článků s relativně velkými štěrbinami. Tyto postupy předpokládají vložení pletiv nebo drátů mezi vnější a vnitřní plochy obrobků. Viz například západoněmecký patent č. 1 193 770, zveřejněný 27. ledna 1966.

Nevýhodou známých postupů je to, že je při nich nutný čas a úkon vyžadující sílu, k vložení pletiv nebo drátů, protože tyto postupy se mohou využít zejména pouze pro teleskopické spojení trubek.

Tyto známé postupy také neřeší problémy vznikající při pájení stykových spojů článků, často se v průmyslu vyskytujících.

Je rovněž známo pájení feromagnetických látek, při němž se používá slinuté pájky, která se skládá z těžko tavitelné složky - v předem zmagnetizovaném železném prášku, pokrytém kadmíem - a z lehce tavitelné složky - vlastní pájky. K pájení se používají slisované brikety z práškových směsí při hmotnostním poměru pájky k pokrytým železným částicím od 15 do 20:1.

Brikety, které byly upraveny do tvaru příslušné štěrbin, se vloží do spojovacího pásma látek a zahřejí se až do úplného roztavení lehce rozpustné fáze, jejíž bod tání leží značně pod Curieovým bodem předem

2

zmagnetizovaného železného plniva.

Tímto způsobem je možno zachovat magnetické vlastnosti slisovaných briket, čímž se briketa v pájecím pásmu upevní. Pak se pásmo spojení zchladí. Viz například japonský patent č. 45-23403 ze 6. srpna 1970.

Hlavním účelem uvedených známých způsobů je snížení ztrát při pájení úsporou surovin a tím, že celý postup možno automatizovat.

Podstatnou nevýhodou známých způsobů pájení slinutým kovem je pak to, že železné plnivo se musí předem zmagnetizovat a že je komplikované lisování briket do žádoucího tvaru, který musí odpovídat tvaru štěrbin mezi spojovacími články.

Magnetické vlastnosti pájky jsou při uvedeném poměru složek slabé a prakticky nemohou být použity k tomu, aby se získalo vysoce hodnotné spojení při plnění širokých štěrbin, zejména při pájení výrobků s protaženými průřezy.

Tento postup také nemůže vyřešit problémy, které vznikají při provádění stykových spojů trubek, když není zajištěno axiální centrování trubek, a rovněž tehdy, když jsou štěrbinové nerovnoměrné, mají popraskaný povrch nebo nízký stupeň opracování. Při zahřívání, když se zhorší magnetické vlastnosti feromagnetického výrobku a těžkotavitelných složek, nedrží roztavená pájka pevně ve štěrbině. Tavenina spolu s částicemi železa vytéká přes hrany. Pájení je neproveditelné.

Tato nevýhoda se projevuje zejména u svislých nebo téměř svislých štěrbin, když na každou předem zmagnetizovanou částici

působí velká váha roztavené lehko tavitelné složky.

Úkolem vynálezu je vytvořit nepříliš drahou pájku k pájení feromagnetických látek, která by i v roztaveném stavu pevně držela ve spojovacím pásmu, a to i tehdy, kdyby spojované látky měly mezi sebou velké nerovnoměrné šterbiny.

Tento úkol byl vyřešen a uvedené nevýhody odstraněny slinutou pájkou k pájení feromagnetických látek, která obsahuje feromagnetickou těžko tavitelnou složku a lehko tavitelnou složku, jejíž bod tání leží pod Curieovým bodem těžko tavitelné složky. Tato pájka se vloží do šterbiny mezi spojovacími látkami, spojovací pásmo látek se zahřeje na pájecí teplotu a ve šterbině se vytvoří magnetické pole, jehož siločáry přetínají šterbinu, a jeho síla je dostatečná k udržení feromagnetické těžko tavitelné složky ve šterbině při nízkotepelem tavení lehko tavitelné složky.

Slinutá pájka podle vynálezu se vyznačuje tím, že těžko tavitelná složka je tvořena slitinou složenou z 50 až 90 hmotnostních procent mědi a 50 až 10 hmotnostních procent kobaltu, a lehko tavitelná složka je tvořena slitinou složenou z 50 až 66 hmotnostních procent mědi, 24 až 34 hmotnostních procent manganu a 2 až 16 hmotnostních procent niklu.

Pájkou podle vynálezu lze pájet výrobky z feromagnetických látek, k nimž patří velké množství typů oceli a litiny.

Pájet je možno za přívodu vzduchu v libovolné poloze s velkými a nepravidelnými šterbinami a při malých nárocích na opravování hran.

Na spojované části není nutné působit tlakem.

Pájet lze za přívodu vzduchu v libovolné poloze v prostoru, jakož i na těžko přístupných a nepohodlně dostupných místech a rovněž při kladení všech možných typů potrubí za montážních podmínek.

Pájkou podle vynálezu se pájí takto:

Ve šterbině mezi spojovanými členy z feromagnetických látek se při stykových spojení, při spojení přelátování a při jiných typech spojování vytváří konstantní magnetické pole, jehož siločáry překřičují šterbinu.

Spotřeba energie je minimální, když siločáry pole stojí kolmo ke hranám spojovaných částí. Magnetické pole je možno vytvořit ve šterbině různým způsobem. Jedním z nejběžnějších způsobů je, když obrobky, které se mají pájet, se uvedou do styku s opačnými póly například podkovovitěho magnetu.

Je možno rovněž použít elektromagnetu, čímž se umožňuje změnou počtu ampérzavítek v budici cívice měnit intenzitu pole ve šterbině v žádaném rozmezí.

Intenzita magnetického pole má být dostatečná k pevnému udržení feromagnetických těžko tavitelných složek ve šterbině při nízkotepelem tavení lehko tavitelných složek.

Intenzita magnetického pole se určuje v přímé závislosti na šířce šterbiny a plochy průřezu výrobku, na velikosti částic těžko tavitelného plniva pájky a také na poměru množství nemagnetické fáze - lehko tavitelné složky - k feromagnetické těžko tavitelné složce.

Tak například se může intenzita magnetického pole ve šterbině pohybovat v rozmezí od 5000 do 15 000 Oe při pájení ocelových trubek o průměru 0,5" až 1" při šterbinách do velikosti 2 mm a při zrnitosti částic těžko tavitelného plniva z mědi a kobaltu od 30 do 50 μ m.

Je-li intenzita magnetického pole známa,

vypočte se známým způsobem potřebný počet vinutí v elektromagnetické cívice při použití napětí a proudu povoleného bezpečnostními normami.

Vinutí elektromagnetu se napájí co nejjednodušším usměrňovačem.

Uvedeným způsobem zhotovený elektromagnet má nepatrnou váhu, je kompaktní a lehce ovladatelný. Spolu s nutným pomocným nářadím ho může pracovník přemísťovat z jednoho pracoviště na druhé.

Použití permanentního magnetu ještě více zjednodušuje postup pájení, protože při něm není zapotřebí zdroje proudu, což je výhodné při pájení na volných prostranstvích, na staveništích atd.

Do šterbiny mezi feromagnetickými materiály, které se mají spojovat, se vloží pájka, skládající se z práškové směsi, přičemž feromagnetická těžko tavitelná složka - plnivo - má teplotu Curieova bodu, která je vyšší než teplota pájky.

Spojovací pásmo feromagnetických materiálů se zahřeje na bod tání lehko tavitelné složky.

Vnější magnetickým polem se částice plniva zmagnetizují a rozptýlí se rovnoměrně podél siločar magnetického pole, přičemž se pevně udržují v širokých a nerovných šterbinách. Tyto částice pevně drží roztavenou lehko tavitelnou fázi a nedovolí, aby během celého pracovního cyklu vytekla přes hrany obrobku.

Jako zdroje tepla se používají v průmyslu široce rozšířené acetyléno-kyslíkové hořáky, které zahřívají na stykovém obvodu díly určené k pájení. Velmi dobrých výsledků se dosáhne vysokofrekvenčním zahříváním, které zvyšuje jak výkon při pájení, tak i kulturu výroby. Není při něm potřebí používat plyny a umožňuje průběžnou zřakovou kontrolu procesu pájení během zahřívání. Intenzita vysokofrekvenčního zahřívání je vysoká a doba zahřívání například při pájení litinové roury o průměru 55 mm a síle stěny 5 mm činí pouze 1 minutu.

K zahřátí je možno rovněž použít elektrického proudu proudícího od hrany ke hraně. Intenzivní tvorba tepla, jímž se pájka roztaví, vzniká v prostoru se sníženou vodivostí, tj. ve šterbině, která je naplněna slinutou pájkou.

Rovněž je možné zahřátí pomocí paprsků použitím nejzářnějších druhů zářičů.

Nejvýhodnější se používají binární slitiny mědi a kobaltu jako těžko tavitelná fáze, kde obsah kobaltu se může pohybovat mezi 10 a 50 hmotnostními procenty, přičemž zbytek do 100 hmot. procent slitiny tvoří měď.

Jak je uvedeno výše, cena pájky je o to nižší, o co menší je obsah kobaltu v pájce. Naproti tomu však s klesajícím obsahem kobaltu klesají také magnetické vlastnosti pájky. V takovém případě pak nemůže plnivo držet pevně ve šterbině roztavenou lehko tavitelnou fázi, která nemůže zůstat mezi hranami a vyteče. Za účelem odstranění této nevýhody mohl by se zvětšit obsah plniva v pájce, ale tím by se opět zvýšila cena pájky. Mohlo by se rovněž použít silnějších magnetických polí, to by však vyžadovalo vyvinutí neskladných speciálních zařízení.

Proto byla uvedena dolní hranice obsahu kobaltu ve slitinách zvolena tak, aby se zachovalo bezvadné spojení pájením, zatímco horní hranice byla stanovena s ohledem na cenu. Slitin mědi a kobaltu jako plniva se používá rovněž pro jejich vysoké pevnostní vlastnosti.

Spájený šev je vyztužen částicemi těžko tavitelného plniva, které jsou rovnoměrně

rozptýleny v přebytku lehkého tavitelné fáze, takže po zkrystalizování vznikne zpevněná kompoziční slitina.

Nejvýhodnější obsah feromagnetického plniva ve slinuté pájce je 30 hmot. %. Lehko tavitelná fáze činí pak 70 hmot. %, přesto je však možný i poměr 20 hmot. % ku 80 hmot. procentům nebo 50 hmot. % ku 50 hmot. %. Tento poměr se zvolí analogicky k optimálnímu obsahu kobaltu v plnivu.

Jak bylo uvedeno výše, má bod tání lehkého tavitelné fáze ležet co možno nejvýše, aby se dosáhlo co možno nejpevnějšího spájeného švu, avšak současně se musí zachovat dostatečné rozmezí mezi bodem tání této lehkého tavitelné fáze a Curieovým bodem plniva.

Čím je tato difference větší, tím silnější je účinek, jímž se tavenina udržuje ve velkých štěrbinách, protože se vzrůstem teploty klesají feromagnetické vlastnosti plniva.

Berou-li se v úvahu tyto podmínky, má činit difference mezi Curieovým bodem plniva a bodem tání lehkého tavitelné fáze při pájení ocelových konstrukcí nejméně 80 až 100 °C.

Proto se pro zvolené plnivo používají jako lehkého tavitelné složky nejvýhodnější sloučeniny na bázi mědi, manganu a niklu, které mají následující složení, vyjádřeno ve hmot. %:

měď 50 až 66, mangan 24 až 34, nikl 2 až 16.

Slitiny uvedených složení, v nichž celkový součet jednotlivých složek má činit 100 procent, dobře smáčeji částice plniva z mědi a kobaltu a rovněž vykazují uspokojivou tvárnost a pevnost.

Uvedená lehkého tavitelná fáze byla vyvinuta na bázi binární slitiny mědi a manganu legované niklem, s co možno nejnižším bodem tání, tj. 870 °C.

Je známo, že přidání niklu do slitin mědi a manganu ustaluje pevný roztok a zvyšuje pevnostní vlastnosti slitin. Již 2 hmot. % niklu, přidán do slitin mědi a manganu, dalekosáhle odstraňují porézitu spájeného švu.

S růstem obsahu niklu stoupá odolnost vůči korozi spájených spojů, ale na druhé straně se zvyšuje cena lehkého tavitelné fáze a roste její křehkost, protože se zvyšuje fáze manganu a niklu.

Aby se zmenšilo množství křehké fáze manganu a niklu, činí s výhodou nejvyšší obsah manganu 34 hmot. %.

Obsah niklu ve slinuté pájce se zvolí v množství od 2 do 16 hmot. %. Při větším obsahu niklu se zhoršují plastické vlastnosti pájky a její cena se podstatně zvyšuje. Přitom je nutno vzít v úvahu, že přitom rovněž nežádoucím způsobem stoupá bod tání lehkého tavitelné fáze.

K pájení výrobků, kterých bude použito v korozivním prostředí, se použije lehkého tavitelné fáze s nejvyšším obsahem niklu, například slitina skládající se ze 60 hmot. procent mědi, 34 hmot. % manganu a 16 hmot. procent niklu.

K pájení potrubí pro běžné použití o průměru do 50 mm se použije slitiny s 8 hmot. procenty niklu, ale k pájení nevysoce namáhaných konstrukcí s 2 hmot. % niklu.

Změna obsahu mědi a manganu v rozmezí 10 až 15 %, vztaženo na vypočítané složení, je v závislosti na bodu tání slitiny přípustná. Tato teplota je přibližně 900 °C. Proto obsahují doporučené slitiny za předpokladu, že je přidána třetí složka, 50 až 60 hmot. % mědi a 24 až 34 hmot. % manganu.

Protože bod tání lehkého tavitelné fáze je jednou z nejdůležitějších hodnot, jsou dále uvedena složení řady slitin používaných

pro přípravu slinuté pájky a jejich přibližné body tání. Obsah jednotlivých složek je uveden v hmotnostních %.

Slitina A:

Cu - 50, Mn - 34, Ni - 16; bod tání 960 °C

Slitina B:

Cu - 62, Mn - 30, Ni - 8; bod tání 930 °C

Slitina C:

Cu - 64, Mn - 34, Ni - 2; bod tání 900 °C

Pásmo spojovaných látek se zahřeje, až se dokonale roztaví lehkého tavitelné fáze, přitom se však nesmí překročit teplota magnetické přeměny - Curieův bod.

Poté začíná smršťování, kterým se vyznačuje slinování kapalně fáze a normální průběh celého procesu.

Smršťování slinuté pájky je snadno zrakem kontrolovatelné a může sloužit jako znamení k ukončení zahřívání. Po vypnutí zdroje zahřívání následuje ochlazování, spojené s krystalizací roztavené lehkého tavitelné fáze spolu s plnivem a s tvorbou spájeného švu.

Pájení se provádí za přítomnosti tavidla. Použití tavidla umožňuje spojovat feromagnetické materiály za přístupu vzduchu. Volba druhu tavidla závisí na reakční schopnosti pájky a bodu tání lehkého tavitelné fáze.

S výhodou se pro uvedenou slinutou pájku používá tavidlo, skládající se z 80 hmot. procent boraxu a 20 hmot. % kyseliny borité. Množství tavidla se stanoví tak, že činí 30 % celkové hmotnosti lehkého tavitelné složky a plniva.

Tavidlo právě tak jako všechny složky pájky se používá v práškové formě o zrnitosti od 30 do 50 µm. Pečlivě připravená prášková směs, složená z lehkého tavitelné a těžkého tavitelné fáze a rovněž z tavidla, se za účelem usnadnění svého použití rozmíchá v alkoholu nebo v jiném lehce odpařitelném rozpouštědle, až se dosáhne konsistence kyselé smetany. Prášková směs může být delší dobu skladována a dopravována ve formě pasty v tubách.

V dalším jsou uvedeny příklady pájení pájkou.

P ř í k l a d 1

Byla spájena trubka z nízkouhlikaté oceli o průměru 1/2". Stykový spoj byl proveden bez předběžné úpravy hran za přístupu vzduchu. Trubka měla v prostoru libovolnou polohu. K pájení byla použita slinutá pájka, jejíž lehkého tavitelné fáze měla následující složení v hmotnostních % : Cu - 50, Mn - 34, Ni - 16. Plnivo se skládalo z 50 hmot. % mědi a 50 hmot. % kobaltu.

Hmotnostní poměr lehkého tavitelné fáze k plnivu činil 7:3. Tavidlo, složené z 80 hmot. % boraxu a 20 hmot. % kyseliny borité, bylo přidáno v množství 30 % celkové hmotnosti kovové fáze, tj. lehkého tavitelné fáze a plniva.

Ke koncům trubky byl přiložen opačnými póly elektromagnet a ve štěrbině se vytvořila požadovaná intenzita magnetického pole 6800 Oe. Tato požadovaná intenzita magnetického pole byla nastavena regulací napětí ve vinutí elektromagnetu.

Pastovitá pájka byla nanášena na vnější hranu trubky v blízkosti štěrbin. Poté bylo zapnuto vysokofrekvenční zahřívání pomocí rozebíratelného kruhovitěho induktoru.

Vlastní doba pájení byla skončena tím okamžikem, kdy skončilo smršťování tavené pájky, a činila 30 sekund.

Po odpojení zahřívání a ochlazení styko-

vého spoje během 10 až 15 sekund byl celý postup pájení ukončen.

Celková doba pájení, k níž náležely i přípravné a závěrečné úkony, činila nejvýše 60 sekund. Trubky takto spájené byly zkoušeny na statickou pevnost v tahu. Narušení se objevilo v místě spájení při 38,8 kp/mm², tj. 92 % pevnosti základního kovu.

P ř í k l a d 2

Byly pájeny trubky obdobně jako v příkladu 1 s následujícími rozdíly.

Lehko tavitelná fáze měla v hmotnostních procentech následující složení: Cu - 62, Mn - 30, Ni - 8. Intenzita magnetického pole ve štěrbině činila 10 000 Oe.

Statická pevnost v tahu pájených spojení byla vyšší než pevnost základního kovu. Trubky se při zkouškách narušily daleko od spájeného švu.

P ř í k l a d 3

Byly pájeny trubky obdobně jako v příkladu 1 s následujícími rozdíly.

Těžko tavitelné plnivo se skládalo z 10 hmot. % kobaltu a 90 hmot. % mědi. Štěrbinová mezí hranami trubek byla široká 1,5 mm.

Intenzita magnetického pole činila 14 500 Oe. Statická pevnost v tahu spájeného švu činila 80 % pevnosti základního kovu.

Narušení trubek vzniklo ve švu při průměrném pnutí 35 kp/mm².

P ř í k l a d 4

Byly pájeny ocelové tyče průměru 5 mm. Štěrbinová mezí tyčemi byla větší než 7 mm.

Jako těžko tavitelná složka byl použit železný prášek o zrnitosti částic 30 μm. Bylo použito lehko tavitelné složky pájky na bázi cínu a olova, která obsahovala 61 hmot. % cínu.

Bylo použito práškové směsi, která se skládala z 80 hmot. % lehko tavitelné fáze a z 20 hmot. % železného plniva.

Pájení se provádělo zahříváním ozařováním pomocí wolframové spirály, která byla soustředně uspořádána vzhledem na spájené tyče. Intenzita magnetického pole ve štěrbině činila 5000 Oe.

Výsledky ukázaly, že při tak velikých štěrbinách, které odpovídaly 1,5násobku průměru spájené tyče, je pájení pájkou podle vynálezu možné. Pevnost spojení byla určena pevnostními vlastnostmi lehko tavitelné fáze.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Slinutá pájka k pájení feromagnetických látek, obsahující těžko tavitelnou složku a lehko tavitelnou složku, jejíž bod tání leží pod Curieovým bodem těžko tavitelné složky, vyznačená tím, že těžko tavitelná složka je tvořena slitinou složenou z 50

až 90 hmotnostních procent mědi a 50 až 10 hmotnostních procent kobaltu, a lehko tavitelná složka je tvořena slitinou složenou z 50 až 66 hmotnostních procent mědi, 24 až 34 hmotnostních procent manganu a 2 až 16 hmotnostních procent niklu.