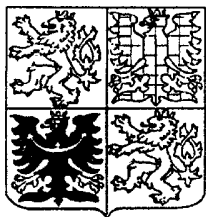


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 20.11.90

(40) 15.12.93

(21) 5729-90.T

(13) A3

5(51)

C 23 C 4/00

(71) Železářny Hrádek, a.s., Hrádek-Nová Huť, CZ;

(72) Neufuss Karel ing., Praha, CZ;
Kolomazník Miroslav, Praha, CZ;
Kotva Vlastimil ing., Rokycany, CZ;
Kůs Petr, Rokycany, CZ;

(54) Způsob výroby keramických rotačních dutých
těles

(57) Práškový materiál se plazmovým stříkáním nanáší na rotující tepelně vodivou formovací rotační plochu s plynule se zmenšujícím příčným průřezem, která se před nastříkáním první vrstvy předehřívá na teplotu 130 až 360 °C, přičemž stříkání se provádí v souvislých vrstvách až do dosažení o požadovaného vnějšího průměru. Poté se formovací rotační plocha ochlazením na teplotu vnějšího prostředí oddělí od první nastříkané vrstvy práškového materiálu.

Vynález se týká způsobu výroby keramických rotačních dutých těles z materiálu na bázi žáruvzdorné kysličníkové keramiky, zejména silnostěnných průchozích nebo jednostranně zaslepených trubíc pro ochranu topných článků před aktivní atmosférou v odporových pecích.

Dosud se tyto keramické trubice vyrábějí vytvarováním ze směsi mullitu, kaolínu a případně korundu, načež se vypálí při teplotách nad 1700°C , čímž dojde ke slinování. Nevýhodou tohoto způsobu výroby keramických trubíc je skutečnost, že neumožňuje vyrábět trubice libovolných délek, protože při jejich výrobě dochází ke značným deformacím povrchu. Vzhledem k vysokým teplotám, při kterých dochází ke slinování, nelze tyto deformace omezit například vypalováním trubíc na trnu z důvodů jeho omezené a nedostatečné tepelné odolnosti vůči těmto teplotám. Podstatná nevýhoda tohoto způsobu výroby keramických trubíc spočívá rovněž v tom, že při slinování dochází k jejich velkému smršťování, a to zhruba o jednu třetinu, což má další negativní vliv na dodržení požadovaných konečných rozměrů vyráběných trubíc, jejich rozměrovou a tvarovou přesnost a což klade značné nároky na dodržení výrobního postupu a s ním spojené praktické zkušenosti. Známé jsou rovněž způsoby vytváření keramických trubíc nanášením keramické látky ve formě prášku do požadovaného tvaru pomocí plasmového hořáku. Například dle čs. patentového spisu AO 153 615 se keramická látka na bázi žáruvzdorných oxidů, jako oxidu zirkoničitého, korundu, křemičitanu zirkoničitého, spinelu, mullitu nebo jejich kombinace, přivádí do plasmového hořáku, kde se nataví a nanáší se stříkáním do požadovaného tvaru této trubice. Nevýhodou tohoto způsobu výroby je, že v něm není řešen základní povrch, na který se keramický práškový materiál nanáší a který má zásadní význam pro celý proces nanášení a poté pro vzájemné oddělení tohoto základního povrchu od vyrobené keramické trubice. Vzhledem k absenci meziochlazování po nanesení každé jednotlivé vrstvy je celý proces výroby značně zdlouhavý, případně při nedodržení dostatečně dlouhých prodlev mezi nanášením jednotlivých vrstev vede k malé soudržnosti nanášených vrstev, k jejich odlupování a

v konečném důsledku ke zmetkovitosti výroby. Rovněž je známo podle čs. patentového spisu AO 244 752 nanášení potřebného množství vrstev kysličníkové keramiky plasmovým stříkáním na trvalé jádro, které je opatřeno odstranitelnou mezivrstvou, která se zhotoví plasmovým nástřikem materiálu na bázi hliníku nebo zinku, případně chloridu draselného. Poté se jádro přehřeje na teplotu 450 až 950 °K, provede se nástřikání potřebného množství vrstev kysličníkové keramiky, načež se jádro s nástřikáním materiálem ochladí, mezivrstva se odstraní nebo oddělí od materiálu konstrukčního prvku a konstrukční prvek se sejme z jádra. Mezivrstva se dle tohoto patentového spisu odstraní vhodným rozpustidlem nebo vytavením. Nevýhodou tohoto způsobu pro výrobu keramických trubíc je značně problematická a složitá příprava jádra ke vlastnímu stříkání kysličníkové keramiky a nutnost dodatečného odstraňování mezivrstvy. Řešení dle tohoto patentového spisu dále nerespektuje skutečnost, že při vytváření mezivrstvy plasmovým nástřikem chloridu draselného dochází k jeho rozkladu a uvolňování chloru vlivem teploty plasmového hořáku ještě dříve než před uvažovaným dopadem částic chloridu draselného na povrch jádra. Rovněž je známý způsob výroby keramických trubíc dle německého patentového spisu DE 30 01 371, který spočívá v tom, že keramická trubice se vyrábí termickým stříkáním práškového materiálu na vnitřně chlazené jádro. Tloušťka nanášených vrstev činí 0,05 až 0,15 mm, přičemž teplotní gradient nepřesahuje během stříkání hodnotu 1 °C/mm. Nevýhodou tohoto způsobu výroby keramických trubíc je nutnost zabezpečení stálého chlazení vnitřního povrchu jádra a nízká produktivita výroby. Nevýhodou všech výše uvedených způsobů výroby je rovněž skutečnost, že neumožňují výrobu jednostranně zaslepených keramických trubíc.

Tyto nevýhody jsou odstraněny způsobem výroby keramických rotačních dutých těles podle vynálezu. Tato tělesa se vyrábí postupným vrstvením práškového materiálu na bázi žáruvzdorné kysličníkové keramiky plasmovým stříkáním v nejméně dvou stříkacích cyklech s meziochlazováním stříkaného povrchu stlačeným vzduchem nebo vodní mlhou, přičemž podstata vynálezu spočívá v tom, že práškový materiál se ve vrstvách stříká na rotující tepelně vodivou formovací rotační plochu s plynule se zmenšujícím příčným průřezem. Dle vynálezu se tato formovací rotační plocha před nástřikáním první vrstvy přehřeje na teplotu 130 až 360 °C, přičemž

stříkání se provádí v souvislých vrstvách až do dosažení požadovaného vnějšího průměru, načež se formovací rotační plocha ochlazením na teplotu vnějšího prostředí oddělí od první nastříkané vrstvy práškového materiálu. S výhodou se práškový materiál stříká v souvislých vrstvách o tloušťkách 0,15 až 0,30 mm s teplotním gradientem 1 až 150 °C/mm na vnější formovací rotační plochu o tvaru komolého kužele a povrchové drsnosti Ra 2,8 až 12 μm s tepelnou vodivostí 420 až 5 W/m⁰K a koeficientem tepelné roztažnosti 4,3 až 31,5 · 10⁻⁶/°K. Při výrobě jednostranně zaslepených keramických trubíc se práškový materiál na konci formovací rotační plochy o menším průměru nanáší na plynule navazující rotační plochu, jejíž povrchové křivky, procházející osou rotace, jsou spojitě po celé své délce.

Výhoda způsobu výroby keramických rotačních dutých těles dle vynálezu spočívá zejména ve značné efektivnosti výrobního postupu a docílené kvalitě konečných výrobků. Způsob dle vynálezu nevyžaduje používání mezivrstvy, jejíž vytváření a zejména odstranění je časově náročné, není nutné zajištění stálého chlazení formovací rotační plochy, na níž se práškový materiál ve vrstvách nanáší. Podstatnou výhodou je dále i snadné oddělení této formovací rotační plochy od první nastříkané vrstvy práškového materiálu, která tvoří vnitřní povrch vyráběného keramického rotačního dutého tělesa. Způsob dle vynálezu umožňuje vyrábět keramická rotační dutá tělesa ve formě trubíc libovolných délek, průměrů a tloušťek stěn a zejména i jednostranně zaslepené trubice, jejichž výrobu dosud známé způsoby neumožňují vůbec. Výhodou způsobu dle vynálezu je dále skutečnost, že takto vyráběná keramická rotační dutá tělesa dosahují vysoké rozměrové a tvarové přesnosti v tolerancích, které jsou pro účel použití těchto těles plně dostačující bez nutnosti jejich dodatečného opracovávání.

Jako konkrétní příklad provedení způsobu výroby keramických rotačních dutých těles dle vynálezu je dále uveden způsob výroby keramické trubice vnitřního průměru 203 mm, síly stěny 20 mm a délky 2800 mm.

Práškový materiál tvořený křemičitanem zirkoničitým o zrnitosti 40 až 90 μm se přivádí do proudu plasmatu plasmového hořáku

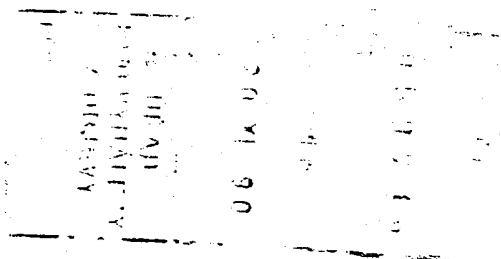
s vodní stabilizací elektrického oblouku o výkonu 160 kW a nanáší se na vnější formovací rotační plochu o tvaru komolého kužele s kuželovitostí 1 : 5 000 a drsnosti Ra 5 μm , zhotovenou z materiálu o tepelné vodivosti 240 W/m²K a tepelné roztažnosti 23,8 $\cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$. Tato formovací rotační plocha se před zahájením stříkání přehřívá na teplotu 220 $^{\circ}\text{C}$ a stříkání se provádí v souvislých vrstvách o tloušťkách 0,20 mm s teplotním gradientem 35 $^{\circ}\text{C}/\text{mm}$ až do dosažení vnějšího průměru 243 mm, při posuvu 15 mm/ot a 42 otáčkách/min. Mezi ochlazením se provádí souběžně s posuvem hořáku vodní mlha.

Objemová hmotnost takto vytvořené keramické trubice dosahuje 3,69 g/cm³, celková pórovitost 14,8, otevřená pórovitost 6,23. Teplotní součinitel délkové roztažnosti (20 až 1 000 $^{\circ}\text{C}$) činí 7,8 $\cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$. Žárovzdornost dosahuje hodnoty 1 700 $^{\circ}\text{C}$, přičemž materiál dobře odolává tepelným šokům 1 000 až 25 $^{\circ}\text{C}$, kterým je keramická trubice vystavena.

Přehřev formovací rotační plochy závisí na základním materiálu, ze kterého je zhotovena, přičemž u materiálu s velkou tepelnou roztažností, jako jsou hliníkové slitiny, je přehřev na spodní hranici intervalu, to jest 130 $^{\circ}\text{C}$, a u materiálu z austenitických, vysoce legovaných ocelí na horní hranici intervalu, to jest 360 $^{\circ}\text{C}$. Při výrobě jednostranně zaslepené keramické trubice se práškový materiál na konci formovací rotační plochy o menším průměru nanáší v souvislé pokračující vrstvě na plynule navazující rotační plochu, například na plochu kulovou.

P A T E N T O V E N A R O K Y

1. Způsob výroby keramických rotačních dutých těles, zejména silnostěnných průchozích nebo jednostranně zaslepených trubíc, postupným vrstvením práškového materiálu na bázi žáruvzdorné kysličníkové keramiky, výhodně oxidu zirkoničitého a křemičitého, křemičitanu zirkoničitého, mullitu, oxidu hlinitého, titaničitého a chromitého nebo jejich směsí, plazmovým stříkáním v nejméně dvou stříkacích cyklech s meziochlazováním stříkaného povrchu stlačeným vzduchem nebo vodní mlhou, vyznačující se tím, že práškový materiál se ve vrstvách stříká na rotující tepelné vodivou formovací rotační plochu s plynule se zmenšujícím příčným průřezem, která se před nastříkáním první vrstvy přehřívá na teplotu 130 až 360 °C, přičemž stříkání se provádí v souvislých vrstvách až do dosažení požadovaného vnějšího průměru, načež se formovací rotační plocha ochlazením na teplotu vnějšího prostředí oddělí od první nastříkané vrstvy práškového materiálu.
2. Způsob výroby keramických rotačních dutých těles podle bodu 1, vyznačující se tím, že práškový materiál se stříká v souvislých vrstvách o tloušťkách 0,15 až 0,30 mm s teplotním gradientem 1 až 150 °C/mm na vnější formovací rotační plochu o tvaru komolého kužele a povrchové drsnosti Ra 2,8 až 12 μm s tepelnou vodivostí 420 až 5 W/m⁰K a koeficientem tepelné roztažnosti 4,3 až 31,5 · 10⁻⁶/°K.
3. Způsob výroby keramických rotačních dutých těles podle bodu 1 a 2, vyznačující se tím, že na konci formovací rotační plochy o menším průměru se práškový materiál nanáší na plynule navazující rotační plochu, jejíž povrchové křivky, procházející osou rotace, jsou spojitě po celé své délce.



VÝZKUMNÝ ÚSTAV HUTNICTVÍ ŽELEZA
OBOROVÉ STŘED PRŮM. PRÁVNÍ OCHRANY
VHJ Hutnictví železa
pracoviště KLADNO - telef. 6079
272 00 KLADNO, Kleinerova čp. 1469