

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2000 - 1187
(22) Přihlášeno: 14.09.1998
(30) Právo přednosti:
01.10.1997 CH 1997/2297
(40) Zveřejněno: 13.06.2001
(Věstník č. 6/2001)
(47) Uděleno: 07.11.2001
(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 16.01.2002
(Věstník č. 1/2002)
(86) PCT číslo: PCT/EP98/05828
(87) PCT číslo zveřejnění: WO 99/16564

(11) Číslo dokumentu:

289 354

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 22 D 11/04
B 22 D 11/059

(73) Majitel patentu:

CONCAST STANDARD AG, Zürich, CH;

(72) Původce vynálezu:

Stilli Adrian, Bülach, CH;

(74) Zástupce:

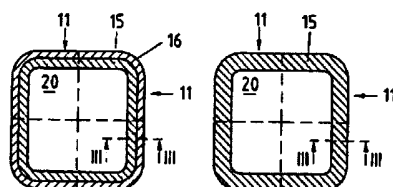
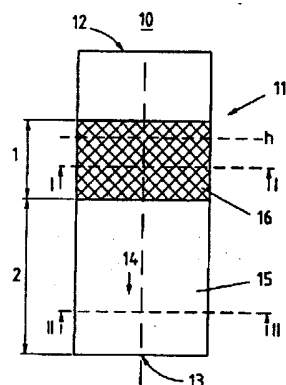
Všetečka Miloš JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název vynálezu:

Kokilová trubka pro kokilu pro kontinuální lité oceli, zejména peritektických ocelí

(57) Anotace:

Kokilová trubka pro kokilu pro kontinuální lité oceli, zejména peritektických ocelí, má první podélný úsek (1), ve kterém se nachází předem stanovená poloha (h) hladiny taveniny, a na něj navazující druhý podélný úsek (2), přičemž první podélný úsek (1) zahrnuje tepelně izolační vrstvu (16), která je dimenzována tak, že tepelný odpor kokilové trubky (10) v prvním podélném úseku (1) je větší než v druhém podélném úseku (2). Tepelně izolační vrstva (16) zaplňuje prostor od vnějšího povrchu (11) kokilové trubky (10) do vzdálenosti nejvýše 75 % tloušťky (d_w) stěny kokilové trubky (10), měřeno od vnějšího povrchu (11) kokilové trubky (10). Prostřednictvím vhodné volby tloušťkového profilu tepelně izolační vrstvy ve směru (14) odtahování předlitku je možno nastavit v procesu lité předem daný teplotní profil na vnitřní straně (25) kokilové trubky a optimalizovat tak nárůst lité kůry předlitku.



Kokilová trubka pro kokilu pro kontinuální lití ocelí, zejména peritektických ocelí

Oblast techniky

Předložený vynález se týká kokilové trubky pro kokilu pro kontinuální lití ocelí, zejména peritektických ocelí, podle úvodní části nároku 1, a kokily pro kontinuální lití, obsahující tuto kokilovou trubku.

Dosavadní stav techniky

Technika kontinuálního lití, při kterém se prostřednictvím ochlazování kovové taveniny na stěnách formovací dutiny kokily pro kontinuální lití tvoří kůra předlitku s kontinuálně narůstající tloušťkou a předlitek se odtahuje z výstupního otvoru kokily pro kontinuální lití, vede, jak známo, při použití pro peritektické oceli, například oceli s obsahem uhlíku 0,1 až 0,14 % hmotn., k problémům, které se projevují zejména v nedostatečné kvalitě vyrobeného předlitku. Takovéto nedostatky kvality jsou nežádoucí, neboť další zpracování předlitku opět často vede k neakceptovatelným nedostatkům kvality následného produktu.

Příčina uvedených problémů je, jak známo, spatřována ve fázovém přechodu, kterému peritektické oceli podléhají při teplotě těsně pod jejich teplotou tuhnutí, a který je spojen se značnou objemovou kontrakcí. Při kontinuálním lití peritektických ocelí probíhá tento fázový přechod během počátku tuhnutí kůry předlitku za podmínek, při kterých je vytvářející se kůra předlitku ještě tenká, má malou mechanickou stabilitu a v důsledku fázového přechodu vytváří nerovný povrch, jen místy přiléhající na stěnu formovací dutiny, čehož důsledkem je, že ztuhlé předlitky vykazují na povrchu porézní vrstvu nebo dokonce vrstvu s trhlinami.

Známým způsobem je možno dosáhnout při kontinuálním lití peritektických ocelí zlepšené kvality povrchu předlitku tím, že se počáteční ztuhnutí kůry předlitku v oblasti kokily pro kontinuální lití, v níž se nachází hladina taveniny, ovlivňuje zmenšením odvodu tepla z taveniny oceli, popřípadě z kůry předlitku. Toto zmenšení odvodu tepla v oblasti počátečního ztuhnutí je obvykle realizováno pomocí kokil pro kontinuální lití, které jsou opatřeny tepelnou bariérou na povrchu podélného úseku stěny formovací dutiny na straně oceli. Tepelná bariéra a podélný úsek jsou přitom dimenzovány tak, aby hustota toku tepla jednak byla v oblasti počátečního ztuhnutí snížena, a aby současně byla v oblasti podélného úseku navazující na tepelnou bariéru dost velká tak, aby po proběhnutí celé délky formovací dutiny bylo dosaženo dostatečného nárůstu lící kůry předlitku.

Je známo několik koncepcí, jak opatřit stěny formovací dutiny kokily pro kontinuální lití v oblasti části délky, v níž se nachází hladina taveniny při provozu lití, na povrchu ohraničujícím formovací dutinu tepelnou bariérou.

Z anotace JP 01-224 142 je známa kokila pro výrobu peritektických ocelí, jejíž stěna formovací dutiny sestává z trubkového tělesa s jednostranně uspořádaným válcovitým nástavcem z oceli nebo jiných materiálů, které mají vyšší tepelný odpor než materiál tvořící trubkové těleso. Tato kokila má tu nevýhodu, že nástavec tvořící tepelnou bariéru je náchylný vůči opotřebení a jsou nezbytná zvláštní, výrobu kokily prodražující opatření, působící proti tvorbě trhlin, popřípadě deformaci stěny formovací dutiny účinkem tepelného zatížení během provozu lití.

Alternativní koncepce pro vytváření tepelné bariéry je popsána v anotaci JP 01-170 550 na příkladě deskové kokily pro výrobu bram z peritektické oceli. Povrchy z mědi zhotovených bočních stěn formovací dutiny této kokily vykazují v oblasti, kde se nachází hladina taveniny, otvory které jsou volitelně vyplněny niklem, nerezovou ocelí nebo vhodným keramickým materiálem. S touto alternativní koncepcí je spojena nevýhoda, nehledě na náchylnost výplně

otvorů vůči opotřebení spočívající v tom, že není z technologických důvodů použitelná ve spojení s trubkovými kokilami pro malé formáty předlitků, například pro sochorové formáty, neboť vnitřní strany kokilové trubky jsou pro vhodné zpracování přístupné jen nedostatečně.

- 5 Z anotace JP 02-006 038 je známa kokila pro lití peritektických ocelí, jejíž stěny formovací dutiny jsou zhotoveny z mědi a na straně odvrácené od formovací dutiny mají štěrbinu pro chladicí vodu. Ve štěrbinách pro chladicí vodu jsou v oblasti, kde se nachází poloha hladiny taveniny, v periodických odstupech velikosti 5 až 20 mm uloženy kovy nebo keramické materiály s menší tepelnou vodivostí než má měď. Aby byla prostřednictvím této koncepce realizována
10 tepelná bariéra s předem daným tepelným odporem, musí se uložené materiály rozprostírat přes poměrně velkou hloubku stěny formovací dutiny. Realizace takovéto tepelné bariéry je výhodně nákladná a to zejména proto, že na množství míst ve stěně formovací dutiny musí být příslušné materiály uloženy poměrně hluboko.

15

Podstata vynálezu

- Cílem předloženého vynálezu je přispět k vyřešení uvedeného problému a vytvořit k tomuto účelu kokilovou trubku, která je opatřena tepelnou bariérou vyrobitelnou zjednodušenými
20 technologickými prostředky, uspořádanou v poloze hladiny taveniny a chráněnou proti opotřebení, a odpovídající kokilu pro kontinuální lití opatřenou touto kokilovou trubkou.

- Uvedený cíl řeší kokilová trubka, která je charakteristická kombinací znaků uvedených v nároku 1, a kokila pro kontinuální lití s charakteristickými znaky uvedenými v nároku 10.

25

- Kokilová trubka podle vynálezu má první podélný úsek, ve kterém se nachází předem stanovená poloha hladiny taveniny, a na něj navazující druhý podélný úsek, přičemž první podélný úsek zahrnuje tepelně izolační vrstvu, která je dimenzována tak, že tepelný odpor kokilové trubky v prvním podélném úseku je větší než ve druhém podélném úseku. Kokila se vyznačuje tím, že
30 tepelně izolační vrstva zaplňuje prostor od vnějšího povrchu kokilové trubky do vzdálenosti nejvýše 75 % tloušťky d_w stěny kokilové trubky, měřeno od vnějšího povrchu kokilové trubky.

- Tepelně izolační vrstva kokilové trubky podle vynálezu je uspořádána na vnější straně kokilové trubky, popřípadě v její blízkosti, přičemž nedosahuje až k vnitřnímu povrchu trubky. Kokilová
35 trubka je vyrobitelná z trubkového tělesa, které může být na vnější straně opracováno a opatřeno tepelně izolační vrstvou. Opracování je proveditelné konvenčními metodami zejména u trubkových těles, která se používají pro výrobu kokilových trubek s malým vnitřním průměrem, a která, vzhledem k jejich geometrickým rozměrům nelze vůbec, nebo jen velmi nákladně podrobovat opracování na vnitřní straně.

40

- Při procesu lití slouží tepelně izolační vrstva v oblasti podélného úseku pro zvýšení teploty na vnitřní straně kokilové trubky. Tím, že vzdálenost tepelně izolační vrstvy od vnitřního povrchu kokilové trubky činí alespoň 25 % tloušťky stěny kokilové trubky, je opotřebení kokilové trubky během procesu lití následkem tepelného a mechanického namáhání materiálu v oblasti prvního
45 podélného úseku, ve srovnání s kokilovou trubkou, která je opatřena tepelně izolační vrstvou stejné tloušťky na vnitřní straně kokilové trubky, zmenšeno.

- V případě kokilové trubky podle vynálezu je možné prostřednictvím vhodného dimenzování tloušťkového profilu tepelně izolační vrstvy definovaně nastavit rozdělení teplot, které se
50 uskutečňuje při procesu lití na vnitřním povrchu kokilové trubky, a cíleně tak ovlivňovat nárůst lící kúry předlitku v oblasti prvního podélného úseku. Tento stupeň volnosti se u kokily podle vynálezu využívá pro její optimalizaci z hlediska výroby peritektického ocelového předlitku. Pro optimalizaci kvality odlitého produktu z peritektické oceli musí být během procesu lití teplota na vnitřním povrchu kokilové trubky v oblasti prvního podélného úseku co možná nejvyšší.
55 V důsledku toho začíná počáteční tuhnutí ocelové taveniny zpožděně, v co největším odstupu od

- hladiny taveniny, s tím efektem, že ferostatický tlak taveniny, který s narůstajícím odstupem od hladiny taveniny roste, zesiluje lokální, peritektickým fázovým přechodem stimulované oddělení vytvářející se lici kůry předlitku od vnitřního povrchu kokilové trubky, a upřednostňuje tak vytváření hladké kůry předlitku. Na druhé straně teplota na vnitřním povrchu kokilové trubky nemůže být během procesu lití libovolně vysoká, neboť materiálové vlastnosti kokilové trubky jsou limitovány. Je například známo, že z mědi zhotovená kokilová trubka má po zahřátí na teplotu nad kritickou teplotou 450 °C, která představuje její teplotu měknutí, nepříjemně krátkou životnost.
- Podle výhodného provedení kokilové trubky podle vynálezu je proto tloušťka tepelně izolační vrstvy dimenzována tak, že při procesu lití teplota na vnitřní straně kokilové trubky nepřesáhne předem danou kritickou teplotu T_k .
- Podle dalšího provedení kokilové trubky podle vynálezu je vnější povrch kokilové trubky na hranici mezi podélnými úseky vytvořen bez stupňovitých přechodů. Toto vytvoření je zvláště vhodné pro použití v kokilách s vodním plášťovým chlazením na vnější straně kokilové trubky. Protože u takovýchto kokil má vodní plášť obvykle tloušťku jen několik mm, a jeho tloušťka musí být podél kokilové trubky přesně kontrolována, umožňuje vytvoření bez stupňovitých přechodů mezi oběma podélnými úseky zvláště jednoduchou konstrukci vodního plášťového chlazení.
- Podle dalšího vytvoření kokilové trubky podle vynálezu je tepelně izolační vrstva uložena na trubkovém tělese z kovu nebo kovové slitiny. Výhodných tepelných a mechanických vlastností kokilové trubky se dosáhne, když je trubkové těleso vytvořeno z mědi nebo měděné slitiny a tepelně izolační vrstva z kovu, například z niklu nebo chromu. Tyto materiály si dobře navzájem odpovídají pokud jde o jejich koeficienty roztažnosti, takže niklová, popřípadě chromová vrstva nanesená na povrch mědi se vyznačuje dobrým ulpěním a vysokou odolností vůči opotřebení.
- Další formy provedení kokilové trubky podle vynálezu jsou opatřeny teplotechnickým chlazením vnějšího povrchu kokilové trubky chladicím médiem tak, že teplota vnitřního povrchu v oblasti prvního podélného úseku dosahuje nejvýše předem dané kritické teploty, a alespoň v dílčím úseku prvního podélného úseku je přibližně konstantní. Tím způsobem se může počáteční ztuhnutí kůry předlitku zpozdít do zvláště velkého odstupu od hladiny taveniny a je možno dosáhnout zvláště hladkého povrchu předlitku po proběhnutí peritektického fázového přechodu. Pro dosažení pokud možno konstantního teplotního profilu v podélném směru musí tloušťka (d) tepelně izolační vrstvy alespoň v části mezi polohou hladiny taveniny a druhým podélným úsekem ve směru ke druhému podélnému úseku narůstat.

40

Přehled obrázků na výkresech

Různá provedení kokilové trubky podle vynálezu budou blíže vysvětlena prostřednictvím schematických výkresů, na kterých představuje

45

- obr. 1a příklad kokilové trubky podle vynálezu v nárysu;
- obr. 1b řez rovinou I–I z obr. 1a;
- obr. 1c řez rovinou II–II z obr. 1a;
- obr. 2a podélný řez rovinou III–III z obr. 1c pro určitý tloušťkový profil tepelně izolační vrstvy;
- obr. 2b podélný řez jako na obr. 2a pro jiný tloušťkový profil tepelně izolační vrstvy;

55

- obr. 3 průběhy tloušťky (d) tepelně izolační vrstvy podle obr. 2a jako funkce tloušťky stěny (d_w) kokilové trubky pro předem danou teplotu stěny; a
- 5 obr. 4 dimenzování tepelně izolační vrstvy podle obr. 2a jako funkce tloušťky stěny (d_w) kokilové trubky pro předem daný profil teploty stěny.

Příklady provedení vynálezu

10 Obr. 1a představuje v nárysu znázorněný příklad kokilové trubky 10 podle vynálezu s formovou dutinou 20, vtokovým otvorem 12 a odtahovacím otvorem 13 pro (neznázorněný) předlitek. Směr odtahování předlitku při provozu lití je znázorněn šipkou 14. Kokilová trubka 10 vykazuje první podélný úsek 1 a druhý podélný úsek 2, přičemž v podélném úseku 1 se nachází předem stanovená poloha h hladiny taveniny, a na něj navazuje ve směru 14 odtahování předlitku druhý podélný úsek 2. Kokilová trubka 10 sestává z trubkového tělesa 15 s tepelně izolační vrstvou 16 v oblasti podélného úseku 1.

20 Obr. 1b a 1c představují průřezy kokilové trubky 10, přičemž obr. 1b představuje průřez v rovině I–I z obr. 1a v oblasti podélného úseku 1 a obr. 1c představuje průřez v rovině II–II z obr. 1a v oblasti podélného úseku 1. Jak je zřejmé z obr. 1a až 1c, je tepelně izolační vrstva 16 uspořádána na vnějším povrchu 11 trubkového tělesa 15. Tvarovací dutina 20 má například kvadratický průřez se zaobalenými rohy. Tato volba je libovolná. Za tohoto stavu může kokilová trubka podle vynálezu vykazovat libovolný, při kontinuálním lití v praxi používaný průřez.

25 Obr. 2a a 2b představují podélné řezy rovinou III–III z obr. 1b, respektive 1c a představují dvě různá provedení kokilové trubky 10 podle vynálezu, která se liší vytvořením tloušťkového profilu tepelně izolační vrstvy 16 v podélném směru kokilové trubky. V obou případech je tepelně izolační vrstva 16 uložena ve vybrání na vnějším povrchu 11 trubkového tělesa 15. V těchto příkladech je vnější povrch 11 kokilové trubky 10 na okrajích podélného úseku 1 bez stupňovitých přechodů.

35 Trubkové těleso sestává s výhodou z mědi nebo měděné slitiny. Jako materiály pro konstrukci tepelně izolační vrstvy přicházejí v úvahu s výhodou kovy jako je nikl nebo chróm, které se mohou nanášet na trubkové těleso 15 konvenčními metodami, například plátováním nebo elektrochemickými postupy. Pro konstrukci tepelně izolační vrstvy se však mohou použít také jiné materiály, například keramické materiály, za předpokladu, že mají menší tepelnou vodivost než trubkové těleso 15, a že jsou vhodné pokud jde o jejich přilnavost a odolnost proti opotřebení.

40 Příklad provedení kokilové trubky 10 podle vynálezu znázorněný na obr. 2a je charakteristický tím, že tepelně izolační vrstva 16 má v oblasti mezi polohou h hladiny taveniny a svým na podélný úsek 2 navazujícím okrajem v podstatě konstantní tloušťku, která je na obr. 2a označena vztahovou značkou d. Při této geometrii by při provozu lití stejnoměrném chlazení vnějšího povrchu 11 kokilové trubky 10 teplota na vnitřní straně 25 kokilové trubky 10 klesla od místa maximální teploty v poloze h hladiny taveniny ve směru 14 odtahování předlitku, zvláště když licí kůra předlitku, tvořící se v oblasti podélného úseku na vnitřní straně 25 kokilové trubky 10, vykazuje tloušťku narůstající ve směru 14 odtahování předlitku, a způsobuje, že tok tepla mezi vnitřní stranou 25 a vnějším povrchem 11 kokilové trubky 10 podél kokilové trubky 10 ubývá ve směru 14 odtahování předlitku.

55 Prostřednictvím odpovídající změny tloušťky tepelně izolační vrstvy 16 ve směru 14 odtahování předlitku může být teplotní profil ustavující se na vnitřní straně 25 kokilové trubky 10 cíleně modifikován pro optimalizaci nárůstu licí kůry předlitku. Příklad provedení kokilové trubky 10 podle vynálezu znázorněný na obr. 2b je charakteristický tím, že tepelně izolační vrstva 16

v oblasti mezi polohou hladiny taveniny a svým okrajem, navazujícím na podélný úsek 2, klínovitě narůstá od tloušťky d na tloušťku b. Tloušťky d a b mohou být v poměru k tloušťce d_w stěny kokilové trubky 10 zvoleny například tak, že průběh teploty na vnitřní straně 25 kokilové trubky 10 je ve směru 14 odtahování předlitku přibližně konstantní a dosahuje předem určené hodnoty. Detailní průběh teploty, přitom koreluje s nárůstem lící kůry předlitku na povrchu vnitřní strany 25.

Trubkové těleso 15 je zpravidla dimenzováno pro použití při teplotě pod maximální kritickou teplotou T_k. Kokilová trubka 10 může být teplotně technicky, za předpokladu chlazení vnějšího povrchu prostřednictvím přivádění chladicího média, dimenzována pro kontinuální lití oceli. Aby teplota na povrchu vnitřní strany 25 kokilové trubky 10 nepřekročila předem danou kritickou teplotu T_k, měla by tloušťka d tepelně izolační vrstvy 16 v poloze h hladiny taveniny být dimenzována podle vztahu

$$d \leq \frac{d_w}{[1-f]} + \frac{\lambda_w [10 T_L + T_s - 11 T_k]}{\alpha [T_s - T_k] [1-f]} = d_{max} \quad (1)$$

kde je d_w: tloušťka stěny kokilové trubky 10 v prvním podélném úseku 1;

λ_w: tepelná vodivost kokilové trubky 10 ve druhém podélném úseku 2;

f: poměr λ_w/λ_i, kde λ_i je tepelná vodivost tepelně izolační vrstvy 16;

T_k: kritická teplota;

T_s: teplota oceli na vnitřní straně 25 kokilové trubky 10;

T_L: teplota chladicího prostředku; a

α: koeficient přestupu tepla pro přestup mezi chladicím prostředkem a tepelně izolační vrstvou 16.

Na obr. 3 je tloušťka d=d_{max} podle rovnice (1) graficky znázorněna jako funkce tloušťky d_w stěny kokilové trubky 10 pro parametry f=4 a f=10, přičemž T_k=450 0176C, T_s=1480 °C, a hodnoty charakteristické pro vodní chlazení jsou α=20 000 W/(m²*K) a T_L=40 °C. Přitom T_k=450 °C je charakteristická empirická hodnota pro měď. Parametry f=4 a f=10 jsou charakteristické pro kokilovou trubku 10 s trubkovým tělesem 15 z mědi a s tepelně izolačně izolační vrstvou 16 z niklu (f=4), respektive z oceli (f=10). Jak je zřejmé z obr. 3, poměr d_{max}/d_w klesá s rostoucí tloušťkou d_w stěny kokilové trubky 10. Čím menší je tloušťka d_w stěny kokilové trubky 10, tím větší musí být podíl tloušťky tepelně izolační vrstvy 16 na celkové tloušťce d_w stěny kokilové trubky 10 tak, aby se teplota na vnitřní straně 25 kokilové trubky 10 v podélném úseku 1 zvýšila až na kritickou teplotu T_k, v daném příkladě T_k=450 °C. Dále je d_{max}/d_w při dané tloušťce d_w stěny tím větší, čím menší parametr je f, tj. čím větší je tepelná vodivost λ_i tepelně izolační vrstvy. Podle vynálezu by měla tloušťka d_w stěny kokilové trubky 10 být zpravidla přibližně 10 % délky strany průřezu formovací dutiny 20. Jestliže má kokilová trubka 10 pro malé sochory s délkou strany průřez asi 10 cm, bude pro f=4 tloušťkový poměr d_{max}/d_w přibližně 75 %. Pro d_{max}/d_w ≥ 75 % a f<4 se zhotovení kokilové trubky 10 z masivního trubkového tělesa 15 stává problematickým, neboť realizace vybrání na vnější straně 11 trubkového tělesa 15, určeného pro uložení tepelně izolační vrstvy 16, nadměrně zhoršuje mechanickou stabilitu trubkového tělesa 15. Dále, s rostoucím poměrem d_{max}/d_w rostou náklady při realizaci tepelně izolační vrstvy 16, zejména při způsobu výroby, při kterém se tepelně izolační vrstva 16 vytváří kontinuálním

nanášením tenkých vrstev odpovídajícího materiálu. Pro realizaci tepelně izolační vrstvy 16 je proto, vedle podmínky $d_{\max}/d_w \leq 75 \%$, výhodná oblast parametru $f \geq 4$.

Obr. 4 znázorňuje kokilovou trubku 10 pro případ, že tloušťka tepelně izolační vrstvy 16 ve směru 14 odtahování předlitku narůstá z tloušťky d v poloze hladiny taveniny na tloušťku b podle tloušťkového profilu, který je stanoven tak, že při procesu lití je teplota na povrchu vnitřní strany 25 podél tloušťkového profilu konstantní, jak se mění poměr b/d_w jako funkce tloušťky d_w stěny. Z rovnice (1) a obr. 4 mohou být určeny poměry b/d_w pro případ, že se při procesu lití podél tloušťkového profilu realizuje kritická teplota T_k . Srovnání s obr. 3 poskytuje příslušné hodnoty pro zvláštní případ $T_k = 450^\circ\text{C}$. Průběh křivky znázorněný na obr. 4 není závislý na parametru f .

Délka kokilové trubky 10 činí zpravidla 80 až 100 cm. Délka podélného úseku 1 je s výhodou 10 až 15 cm, přičemž poloha hladiny taveniny se nachází s výhodou v horní čtvrtině podélného úseku 1.

Ve výše uvedených příkladech provedení je tepelně izolační vrstva 16 vždy uložena ve vybraní trubkového tělesa 15 tak, že vnější povrch 11 kokilové trubky je vytvořen bez stupňovitých přechodů. V rámci vynálezecké myšlenky je také možno od uložení tepelně izolační vrstvy 16 v prohloubení, nebo od vytvoření bez stupňovitých přechodů upustit. Vnější povrch 11 a vnitřní strana 25 kokilové trubky podle vynálezu mohou být také opatřeny povlaky z vhodných materiálů.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Kokilová trubka pro kokilu pro kontinuální lití ocelí, zejména peritektických ocelí, s prvním podélným úsekem (1), ve kterém se nachází předem stanovená poloha (h) hladiny taveniny, a na něj navazujícím druhým podélným úsekem (2), přičemž první podélný úsek (1) má na vnější straně nebo v blízkosti vnější strany kokilové trubky (10) alespoň jednu tepelně izolační oblast (16) a je vytvořen tak, že tepelný odpor kokilové trubky (10) v prvním podélném úseku (1) je větší než ve druhém podélném úseku (2), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že tepelně izolační oblast je vytvořena jako tepelně izolační vrstva (16), která zaplňuje prostor od vnějšího povrchu (11) kokilové trubky (10) do vzdálenosti nejvýše 75 % tloušťky (d_w) stěny kokilové trubky (10), měřeno od vnějšího povrchu (11) kokilové trubky (10).

2. Kokilová trubka podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vnější povrch (11) kokilové trubky (10) na hranici mezi podélnými úseky (1, 2) je vytvořen bez stupňovitých přechodů.

3. Kokilová trubka podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že tloušťka (d) tepelně izolační vrstvy (16) je dimenzována tak, že při procesu lití teplota na vnitřní straně (25) kokilové trubky (10) nepřesáhne předem danou kritickou teplotu T_k .

4. Kokilová trubka podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že tepelně izolační vrstva (16) je uložena na trubkovém tělese (15) z kovu nebo kovové slitiny.

5. Kokilová trubka podle nároku 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že kokilová trubka (10) je opatřena teplotnickým chlazením vnějšího povrchu (11) chladicím médiem, přičemž tloušťka (d) tepelně izolační vrstvy (16) v poloze (h) hladiny taveniny je dimenzována podle vztahu

$$d \leq \frac{d_w}{[1-f]} + \frac{\lambda_w [10 T_L + T_s - 11 T_K]}{\alpha [T_s - T_K] [1-f]}$$

kde je d_w : tloušťka stěny kokilové trubky (10) v prvním podélném úseku (1);

λ_w : tepelná vodivost kokilové trubky (10) ve druhém podélném úseku (2);

f : poměr λ_w/λ_i , kde λ_i je tepelná vodivost tepelně izolační vrstvy (16);

T_K : kritická teplota;

T_s : teplota oceli na vnitřní straně (25) kokilové trubky (10);

T_L : teplota chladicího prostředí; a

α : koeficient přestupu tepla pro přestup mezi chladicím prostředkem a tepelně izolační vrstvou (16).

6. Kokilová trubka podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že $f \geq 4$.

7. Kokilová trubka podle některého z nároků 5 nebo 6, **vyznačující se tím**, že tloušťka (d, b) tepelně izolační vrstvy alespoň v části mezi polohou (h) hladiny taveniny a druhým podélným úsekem (2) ve směru ke druhému podélnému úseku narůstá.

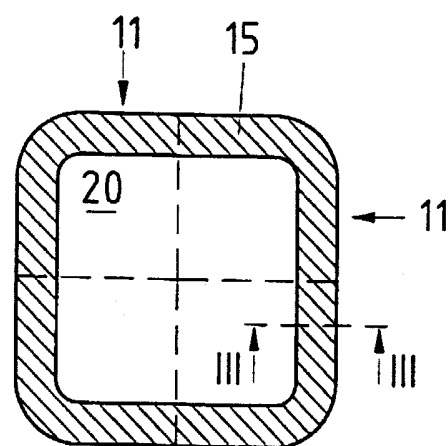
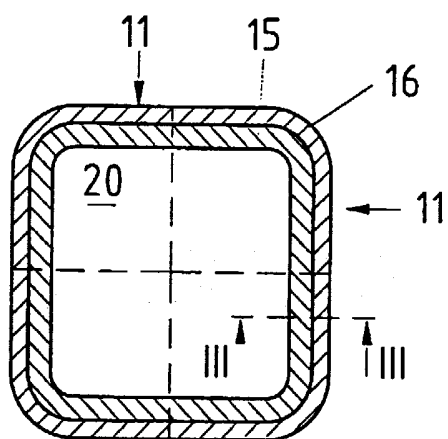
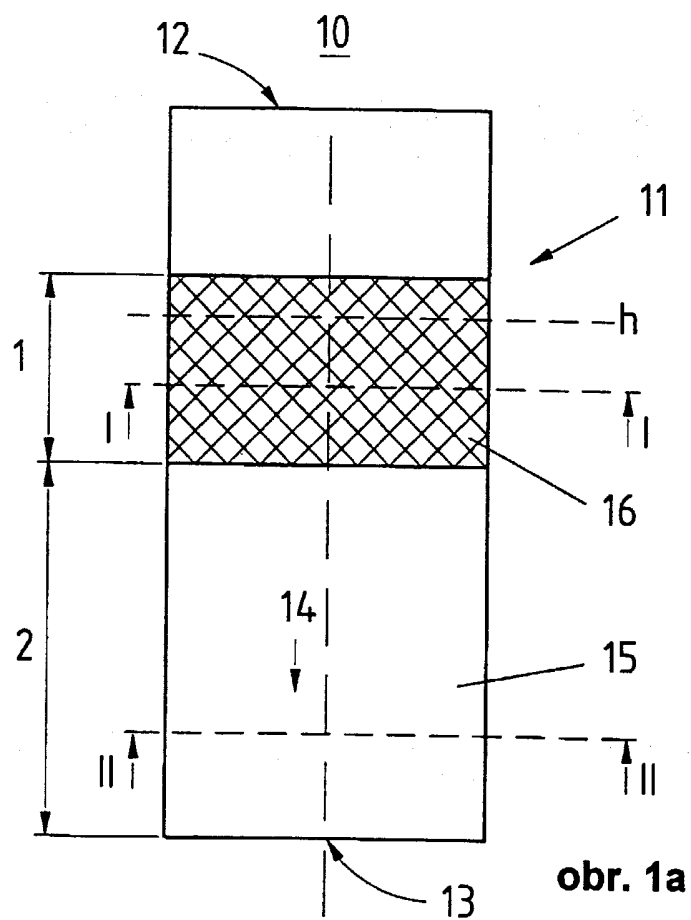
8. Kokilová trubka podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že nárůst tloušťky tepelně izolační vrstvy (16) je dimenzován tak, že teplota na vnitřní straně (25) kokilové trubky (10) je při procesu lití v oblasti této části přibližně konstantní.

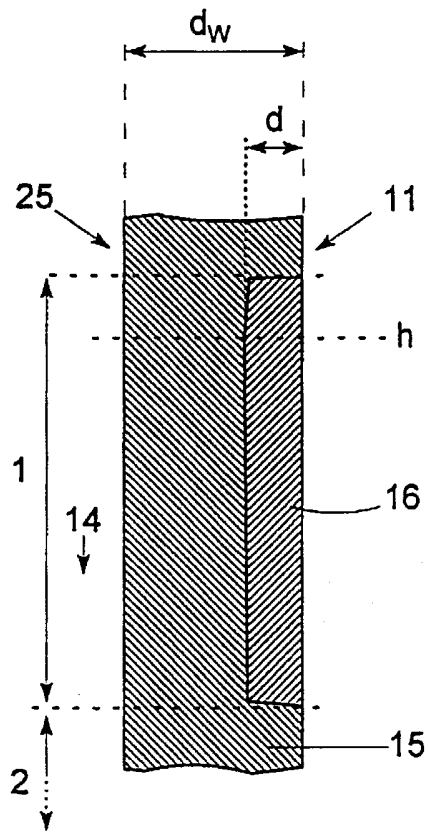
9. Kokilová trubka podle některého z nároků 4 až 8, **vyznačující se tím**, že tepelně izolační vrstva (16) je vytvořena z kovu, například niklu nebo chrómu, a trubkové těleso (15) je vytvořeno z mědi nebo měděné slitiny.

10. Kokila pro kontinuální lití ocelí, zejména peritektických ocelí, **vyznačující se tím**, že obsahuje kokilovou trubku (10) podle některého z nároků 1 až 9.

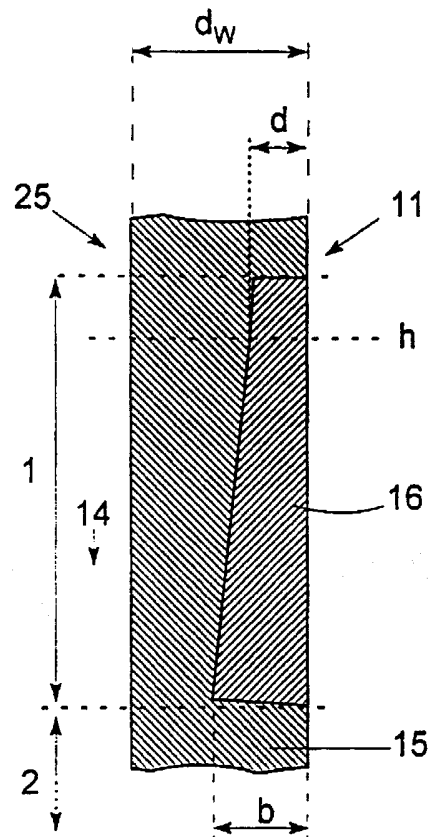
11. Kokila pro kontinuální lití podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že je opatřena prostředkem pro přivádění chladicího média k vnějšímu povrchu (11) kokilové trubky (10), například vodním plášťovým chlazením.

4 výkresy

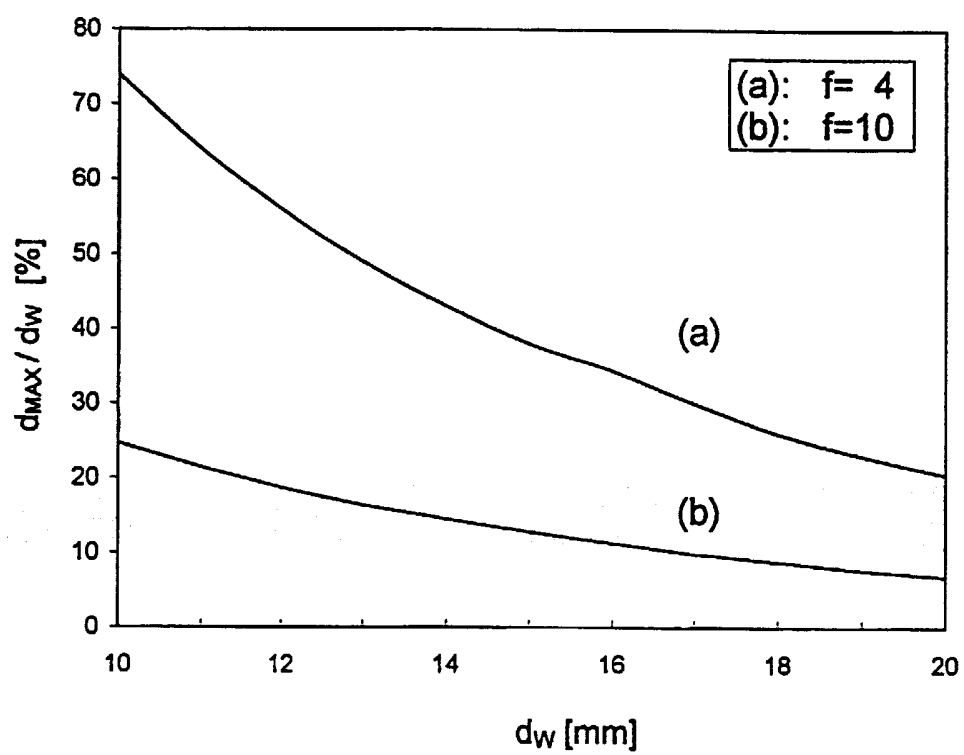


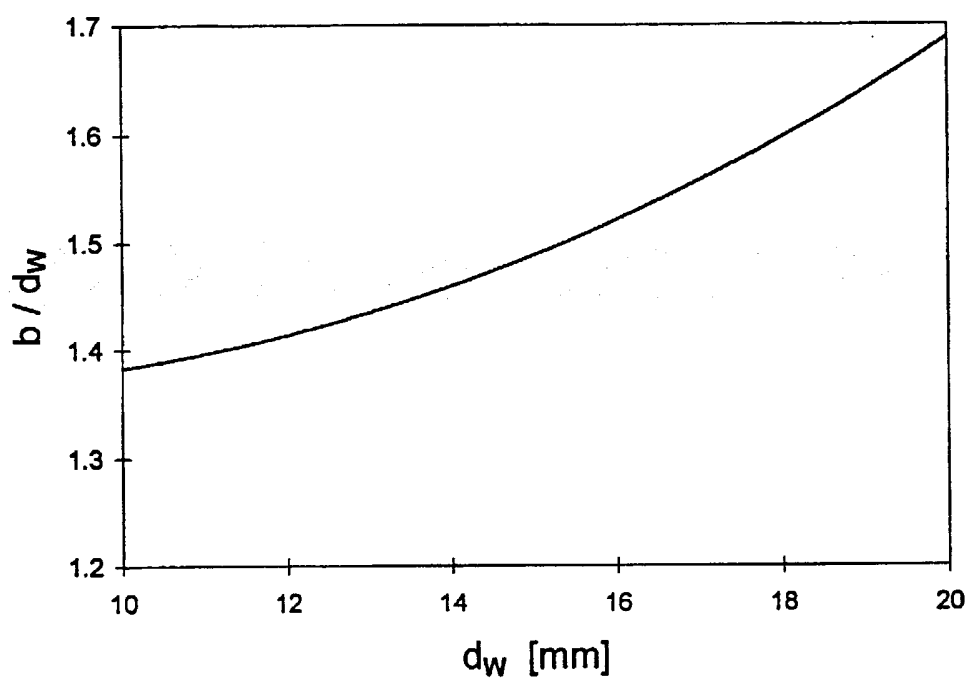


obr. 2a



obr. 2b

**obr. 3**

**obr. 4**

Konec dokumentu
