

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **3667-91**

(22) Přihlášeno: **03. 12. 91**

(40) Zveřejněno: **16. 06. 93**
(Věstník č. 6/93)

(47) Uděleno: **06. 10. 98**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **16. 12. 98**
(Věstník č. 12/98)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:

B 22 D 11/124

B 22 D 11/06

(73) Majitel patentu:

USINOR SACILOR, Puteaux, FR;
THYSEN STAHL AKTIENGESELLSCHAFT,
Duisburg, DE;

(72) Původce vynálezu:

Demarez Philippe, Labeuvriere, FR;
Hauser Jean-Michel, Ugine, FR;

(74) Zástupce:

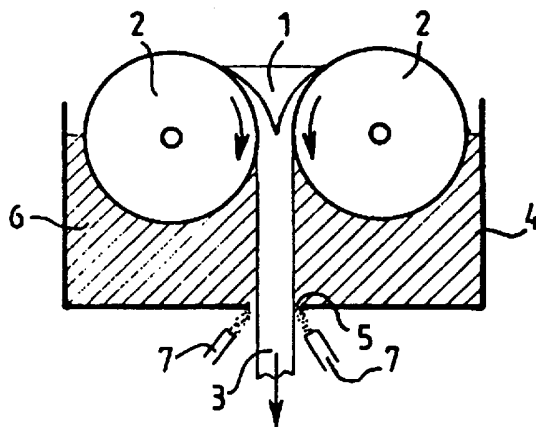
Kalenský Petr JUDr., Žitná 25, Praha 1,
11505;

(54) Název vynálezu:

**Způsob a zařízení pro výrobu pásu ze
semi-feritické nerezavějící oceli
plynulým odléváním roztaveného kovu**

(57) Anotace:

Při způsobu výroby pásu (3) ze semi-feritické nerezavějící oceli plynulým odléváním roztaveného kovu v krystalizátoru tvořeném dvěma chlazenými válci (2), se odebrá ztuhlý pás (3) z krystalizátoru s následným ochlazováním pásu přímo pod krystalizátorem, rychlostí minimálně 300 °C/s alespoň na teplotu 500 °C tak, že ochlazování je dostatečně rychlé a zároveň dostatečně dlouhé pro zabránění tvorbě austenitu. Zařízení obsahuje krystalizátor, tvořený dvěma chlazenými válci (2), otáčivými v navzájem opačných směrech a umístěnými jeden proti druhému, přičemž mezi sebou vymezují lící prostor, a kalicí prostředky (4, 6; 8, 9) pro zajištění ochlazení pásu (3) ztuhlé oceli pod krystalizátorem, které je dostatečně rychlé pro zabránění tvorbě austenitu. Kalicí prostředky obsahují například kapalnou lázeň (6), uspořádanou pod krystalizátorem (2), přes kterou je ztuhlý ocelový pás (3) odtahován, přičemž tato lázeň je umístěna v nádrži (4), jejíž dno je opatřeno otvorem (5) pro průchod ztuhlého pásu.



Způsob a zařízení pro výrobu pásu ze semi-feritické nerezavějící oceli plynulým odléváním roztaveného kovu

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a zařízení pro výrobu semi-feritického pásu z nerezavějící oceli z výchozí kovové taveniny. Konkrétněji se vynález týká plynulého odlévání semi-feritické nerezové oceli na dvou válcích do tenkého pásu.

10

Dosavadní stav techniky

15 Je třeba připomenout, že pod pojmem "semi-feritický" se rozumí, že feritická struktura, vykazující kubickou krystalickou mřížku s prostorově centrovaným uspořádáním atomů, je schopná se transformovat při zvýšené teplotě (900 až 1100 °C) částečně na austenitickou strukturu, která vykazuje kubickou krystalickou mřížku s plošně centrovaným uspořádáním atomů.

20 Jak je známo, jsou způsoby a zařízení na plyné odlévání ocelového pásu malé tloušťky dosud ještě v experimentálních stádiích. Kov tuhne v krystalizátoru (kokile na plynulé odlévání, dále krystalizátoru), tvořeném ochrannými pásy, otáčející se v navzájem opačných směrech a uloženými navzájem proti sobě s navzájem rovnoběžnými osami a s předem určeným odstupem, přičemž mezi sebou vymezují lící prostor, uzavřený na navzájem opačných koncích válců uzavíracími deskami.

30 S přihlédnutím k rychlosti vzduchového chlazení pásů ze ztuhlé oceli, odtahovaných plynule z lícího prostoru, lze konstatovat, že jestliže se požaduje lité pásy ze semi-feritické nerezavějící oceli, tvoří se během chlazení austenit. Austenit, zpočátku nepřítomný v jednofázové feritické struktuře, se přeměňuje na konci chlazení na tvrdý martenzit. Přesněji řečeno, a například pro semi-feritické nerezavějící oceli, obsahující 17 % hmot. chromu a přibližně 0,050 % hmot. uhlíku, dochází k tomu, že zatímco během tuhnutí a právě po ztuhnutí je struktura oceli jednofázová feritická, objevuje se během chlazení austenit, a to v maximálním podílu 40 až 50 %. Martenzit, který je potom výsledkem přeměny austenitu, je fází velmi tvrdou vzhledem k okolnímu feritu.

40 Tato různorodá struktura přináší obtíže při manipulaci s kovem a během navíjení a odvíjení pásu, a také při přímém válcování surového předlitku za studena, zejména obtíže při střihání a navíjení pásů, vystupujících z lící linky do svitků. Jiná nevýhoda, vyplývající z tohoto způsobu lité, spočívá ve skutečnosti, že pás vystupující z krystalizátoru je vystavený povrchové oxidaci při styku s okolním vzduchem.

45 Zařízení, popsané v evropském patentovém spise EP 181 090, sestává z chladicího zařízení pásu, například ze slitiny Fe-Si, odlévaného mezi dva válce, které je zabudované právě před zařízení pro válcování uvedeného pásu a jeho navíjení do svitku. Není však nijak uzpůsobeno na lité semi-feritické nerezavějící oceli, neboť jednak je toto chladicí zařízení vřazeno velmi daleko za krystalizátor a jednak používá jako chladicího prostředí plyn nebo mlhu a zavádí na pás jen relativně malou rychlost chlazení.

50

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol realizovat způsob a zařízení výše uvedeného typu umožňující vyloučit uvedené nedostatky.

Uvedeného cíle je dosaženo vynálezem způsobu výroby pásu ze semi-feritické nerezavějící oceli plynulým odléváním roztaveného kovu v krystalizátoru (kokile na plynulé odlévání, dále krystalizátoru), tvořeném dvěma chlazenými válci, vyznačený tím, že probíhá odebíráním ztuhlého pásu z krystalizátoru, s následným ochlazováním pásu přímo pod krystalizátorem, rychlostí minimálně 300 °C/s alespoň na teplotu 500 °C (tj. 500 °C nebo nižší) tak, že ochlazování je dostatečně rychlé a zároveň dostatečně dlouhé pro zabránění tvorbě austenitu.

Při rychlém chlazení z teploty vyšší, než je mezní teplota existence austenitu (teplota, která je zpravidla v rozmezí 1200 °C až 1250 °C pro uvažované typy nerezavějících ocelí), a nižší než koncová teplota tuhnutí, se konstatuje, že je skutečně možné zafixovat feritickou strukturu a zabránit tvorbě austenitu.

Chladí-li se navíc pár právě pod licími válci, využívá se kalicí efekt na povrchovou kůru kovu, vyvíjený vodivým materiálem licích válců, přičemž pás se chladí z teploty vyšší, než je teplota, při níž se objevuje austenit ve feritické matici.

Podle prvního provedení vynálezu se pro ochlazování použije jako kalicí prostředí lázeň z roztavené slitiny kovu jako olova, cínu a zinku nebo jejich kombinace, nebo roztavené soli jako je směs dusičnanu draselného KNO_3 , dusitanu sodného NaNO_2 a dusičnanu sodného NaNO_3 , do níž jsou ponořeny dolní část válců a horní počáteční část pásu, přičemž se zabráňuje uvedenému kalicímu prostředku, aby byl unášen posunem pásu, například foukáním proudů tekutiny na pás na výstupu z kalicí lázně nebo pomocí elektromagnetických polí. Rztavená sůl může být s výhodou tvořena následující směsí: 50 až 60 hmot. % KNO_3 , 40 až 50 hmot. % NaNO_2 a 0 až 10 hmot. % NaNO_3 . Tato směs se taví při teplotě okolo 140 °C a je použitelná pro teploty v rozmezí 160 °C až 500 °C.

Podle jiného provedení se jako kalicí prostředí pro ochlazování použije inertní plyn, ochlazený do kapalného stavu, který se žene na horní počáteční část pásu na jeho navzájem opačné strany pod válci právě po oddělení pásu od válců.

Vynález dále přináší zařízení pro provádění výše uvedeného způsobu, obsahující krystalizátor, tvořený dvěma chlazenými válci, otáčivými v navzájem opačných směrech a umístěnými jeden proti druhému, přičemž mezi sebou vymezují licí prostor, a kalicí prostředky pro zajištění ochlazení pásu ztuhlé oceli pod krystalizátorem, dostatečně rychlého pro zabránění tvorbě austenitu, přičemž podle prvního provedení zařízení podle vynálezu uvedené kalicí prostředky obsahují kapalnou lázeň, uspořádanou pod krystalizátorem, přes kterou je ztuhlý ocelový pás odtahován, přičemž tato lázeň je umístěná v nádrži, jejíž dno je opatřené otvorem pro průchod ztuhlého pásu.

Zařízení podle tohoto provedení s výhodou obsahuje prostředky pro zadržování kapaliny, unášené posuvem pásu, jako jsou trysky umístěné pod nádrží po každé straně pásu, pro vrhání tekutiny, jako je voda nebo rozprášená směs vody a vzduchu, na pás vystupující z nádrže.

Vynález dále přináší v druhém provedení zařízení podle vynálezu, obsahující krystalizátor, tvořený dvěma chlazenými válci, otáčivými v navzájem opačných směrech a umístěnými jeden proti druhému, přičemž mezi sebou vymezují licí prostor, a kalicí prostředky pro pás ztuhlé oceli, umístěné pod krystalizátorem, přičemž podle tohoto provedení kalicí prostředky obsahují trysky umístěné pod válci po obou stranách pásu, pro vrhání zkapalněného inertního plynu na ztuhlý pás, na jeho výstupu z licího prostoru.

Trysky jsou podle tohoto provedení s výhodou umístěny v krytu uloženém pod krystalizátorem, a obklopujícím odebíraný pás, který vymezuje plyn, hnaný na něj a za účelem jeho ochrany proti

oxidaci, přičemž uvedený kryt je na své základně opatřen otvorem, skrz který se pás vytahuje a odebírá.

5 Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popise na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr. 1 schematický čelní pohled na zařízení pro plynulé odlévání kovového pásu mezi dvěma válci, vybavené nádrží umístěnou pod válci a obsahující kapalnou kalicí lázeň pásů odtahovaných ze zařízení, a obr. 2 znázorňuje schematický čelní pohled, analogický pohled z obr. 1, na druhé provedení zařízení podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je znázorněno zařízení pro plynulé lití z taveniny roztaveného kovu mezi dvěma válci 2, uspořádanými vodorovně a rovnoběžně jeden vedle druhého tak, že je mezi nimi vymezována mezera proti lití ztuhlého tenkého pásu 3. Toto zařízení tvoří krystalizátor, přičemž válce 2 jsou chlazeny a otáčivě poháněny v navzájem opačných směrech ve směru šípek, vyznačený na obr. 1, a to pomocí prostředků, které jsou známy ze stavu techniky a nejsou proto znázorněny.

Aby se umožnila konkrétně výroba pásů 3 ze semiřitické nerezavějící oceli, je zařízení doplněno nádrží 4 umístěnou pod válce 2, jejíž dno je opatřeno ve své středové oblasti otvorem 5 pro průchod pásu 3, a která obsahuje kapalnou lázeň 6 pro kalení pásu 3. Rozměry nádrže 4 a hladina lázně 6 v ní jsou takové, že dolní část válců 2 a horní část průběžně se posouvajícího pásu 3 jsou ponořeny v lázni 6.

Kapalná lázeň 6 musí mít teplotu, která nepřesahuje rozmezí 300 °C až 350 °C, a je do ní tedy náhle ponořován pás 3 s teplotou okolo 1300 °C. Navíc musí být lázeň 6 zvolená z materiálu, který by nežádoucím způsobem neznečišťoval pás 3.

Jako příklad, neomezuující rozsah vynálezu, je možné použít kalicí lázeň tvořenou roztavenou slitinou olova, zinku a cínu, nebo kombinace dvou z těchto kovů, nebo lázeň z jediného z těchto kovů. Je též možné použít roztavené soli jako je vysrážená směs sodných a draselných solí.

Licí zařízení obsahuje rovněž prostředky pro zadržování kalicí kapaliny unášené pásem 3. Ve znázorněném příkladě sestávají tyto prostředky ze dvou řad trysek 7, umístěných pod dno nádrže 4 na každé straně pásu 3 a orientovaných k průsečnici pásu a otvoru 5 tak, že mohou vrhat tekutinu na povrch pásu 3 na výstupu z nádrže 4. Tekutinou může být voda o teplotě místnosti (například 20 °C) nebo směs rozprášené vody a vzduchu s výtokovým množstvím dostatečným k tomu, aby zadržovalo uvnitř nádrže 4 kapalinu lázně 6.

Jako demonstrativní příklad je možné uvést, že toto výtokové množství může být 50 m³/h pro lineární rychlost posuvu pásu 3 řádově 1 m/s, odpovídající válcům 2 o průměru 1,5 m, otáčejících se nejméně o čtvrtotáčku za sekundu. Aby se vyloučila tvorba austenitu v pásu 3 během jeho chlazení, musí být pás ochlazen z teploty 1300 °C na teplotu kolem 500 °C rychlostí 300 °C/s. Výše uvedené lázně dovolují rychlost chlazení kolem 2700 °C/s.

V důsledku toho může být pro pás tloušťky 3,5 mm, postupující rychlostí 1 m/s, vhodná výška lázně 6, jíž prochází pás 3, přibližně 40 cm tak, aby pás 3 vystupoval z lázně při teplotě kolem 400 °C.

Je samozřejmé, že není nutné, aby pás vystupoval z chladicí lázně dnem nádrže. Uvnitř lázně může být pás vychylován, například válečky, aby vystupoval z lázně při posunu po jejím

povrchu. Takové uspořádání má účinek v tom, že se při stejné hloubce lázně zvýší doba pobytu pásu v lázni vzhledem k výše popsání uspořádání.

Byly provedeny laboratorní pokusy pro následující typy nerezavějících ocelí: AISI 430 (podle normy ASTM A176) pro studium eventuálního srážení austenitu a jeho přechodu na martenzit; AISI 304 (podle normy ASTM A 167) pro vyhodnocování rychlosti chlazení, přičemž jemnost dendritické struktury tuhnutí austenitické oceli se dá předvídat metalografickým působením. Výsledky pokusů, provedené se vzorky těchto typů oceli, při teplotě kalení 1500 °C v lázni 6 kapalného cínu o teplotě 300 °C, ochlazením za asi 0,45 sekundy na teplotu 500 °C, jsou následující:

- typ AISI 430 vykazuje feritickou strukturu obsahující velmi málo martenzitické fáze (méně než 1 %),
- rychlost chlazení, odhadovaná na podkladě odběru struktury austenitického typu AISI 304 leží v rozmezí 5000 °C/s až 15 000 °C/s.

Tyto pokusy tedy potvrdily platnost účinnosti způsobu podle vynálezu pro získání požadovaného cíle.

Druhé provedení zařízení podle vynálezu (obr. 2) obsahuje kromě válců 2 prostředky pro kalení, sestávající z trysek 8 pro vrhání zkapalněného inertního plynu na ztuhlý pás 3 bezprostředně na jeho výstupu z lícového prostoru. Tyto trysky 8 jsou uloženy ve dvou řadách, umístěných pod válci 2 po obou stranách pásu, a to v uspořádání podobném uspořádání trysek 7 (obr. 1). Foukací otvory trysek 8 jsou orientované na opačné strany horní části pásu 3 bezprostředně po oddělení od povrchu válců 2. Inertním plynem může být například argon nebo dusík, používaný v kapalném stavu pro zužitkování jeho odpařování v dotyku se ztuhlým kovem. Tento plyn může být foukán při výtokovém množství například 100 000 Nm³/h při rychlosti posunu pásu 3 okolo 1 m/s.

Zařízení je s výhodou doplňováno schematicky naznačeným krytem 9, uloženým pod krystalizátorem, tvořeným válci 2, dimenzovaným tak, že současně obaluje řadu trysek 8 a pás 3 a je uzavřen na svých koncích neznázorněnými prostředky. Kryt 9 je na spodním konci opatřen otvorem 10, dovolujícím odbírání pásu 3 plynule k neznázorněnému zařízení. Dovoluje vymezovat plyn, vrhaný na pás 3, na délce linky dostačující k ochraně uvedeného pásu proti povrchové oxidaci okolním vzduchem, ke které se připojuje kalení, získané vrháním inertního plynu tryskami 8.

Laboratorní pokusy byly provedeny pro typ nerezavějící oceli AISI 430 (podle normy ASTM A 176) pomocí absolutního dilatometru. Vzorek kovu byl ochlazen za 2,5 s, z výchozí teploty 1250 °C až na teplotu 500 °C, a to vháněním helia v plynném stavu do pece. Struktura vzorku je feritická a obsahuje méně než 1 % martenzitu.

Tyto pokusy rovněž potvrdily platnost způsobu podle vynálezu pro dosažení požadovaného cíle.

Kov, získaný způsobem a zařízením podle vynálezu, se dá snadněji stříhat a navíjet do svitků na výstupu z lícové linky, a to v důsledku téměř úplného potlačení martenzitu ve feritické matici.

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Způsob výroby pásu (3) ze semi-feritické nerezavějící oceli plynulým odléváním rozta-
veného kovu v krystalizátoru, tvořeném dvěma chlazenými válci (2), **v y z n a ě n ý t í m**, že
probíhá odebráním ztuhlého pásu (3) z krystalizátoru, s následným ochlazováním pásu přímo
pod krystalizátorem, rychlostí minimálně 300 °C/s alespoň na teplotu 500 °C tak, že ochlazování
10 je dostatečně rychlé a zároveň dostatečně dlouhé pro zabránění tvorbě austenitu.

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se pro ochlazování použije jako kalicí
prostředí lázeň z roztavené slitiny (6) kovu jako olova, cínu a zinku nebo jejich kombinace, nebo
roztavené soli jako je směs dusičnanu draselného KNO₃, dusitanu sodného NaNO₂ a dusičnanu
15 sodného NaNO₃, do níž jsou ponořeny dolní část válců (2) a horní počáteční část pásu (3).

3. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se jako kalicí prostředí pro ochlazování
použije inertní plyn, ochlazený do kapalného stavu, který se žene na horní počáteční část pásu
(3) na jeho navzájem opačné strany pod válci (2) právě po oddělení pásu od válců.

20

4. Zařízení pro provádění způsobu podle nejméně jednoho z nároků 1 až 3, obsahující
krystalizátor tvořený dvěma chlazenými válci (2), otáčivými v navzájem opačných směrech a
umístěnými jeden proti druhému, přičemž mezi sebou vymezují licí prostor, a kalicí prostředky
(4, 6; 8, 9) pro zajištění ochlazení pásu (3) ztuhlé oceli pod krystalizátorem, dostatečně rychlého
25 pro zabránění tvorbě austenitu, **v y z n a ě n ý t í m**, že uvedené kalicí prostředky obsahují
kapalnou lázeň (6), uloženou pod krystalizátorem (2), přes kterou je ztuhlý ocelový pás (3)
odtahován, přičemž tato lázeň je umístěna v nádrži (4), jejíž dno je opatřeno otvorem (5) pro
průchod ztuhlého pásu.

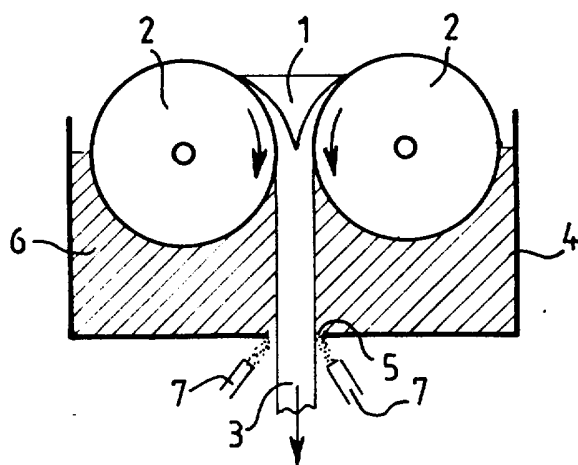
5. Zařízení podle nároku 4, **v y z n a ě n ý t í m**, že obsahuje prostředky pro zadržování
kapaliny unášené posuvem pásu (3), jako jsou trysky (7) umístěné pod nádrží (4) po každé straně
pásu, pro vrhání tekutiny, jako je voda nebo rozprášená směs vody a vzduchu, na pás vystupující
z nádrže (4).

35 6. Zařízení pro provádění způsobu podle nároku 1, obsahující krystalizátor, tvořený dvěma
chlazenými válci (2), otáčivými v navzájem opačných směrech a umístěnými jeden proti
druhému, přičemž mezi sebou vymezují licí prostor, a kalicí prostředky pro pás (3) ztuhlé oceli,
umístěné pod krystalizátorem, **v y z n a ě n ý t í m**, že kalicí prostředky obsahují trysky (8),
umístěné pod válci (2) po obou stranách pásu, pro vrhání zkapalněného inertního plynu na ztuhlý
40 pás (3), na jeho výstupu z licího prostoru.

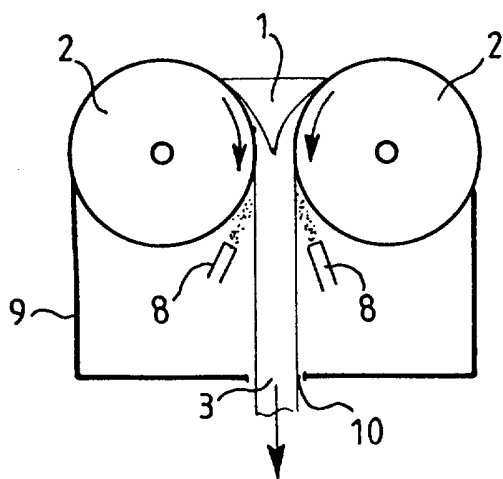
7. Zařízení podle nároku 6, **v y z n a ě n ý t í m**, že trysky (8) jsou umístěné v krytu (9),
uloženém pod krystalizátorem, a obklopujícím odebráný pás, který vymezuje plyn, na něj hnaný,
a chrání pás proti oxidaci, přičemž uvedený kryt (9) je na své základně opatřen otvorem (10),
45 skrz který se pás (3) vytahuje a odebírá.

50

I výkres



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu
