PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:
2000 - 2946

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[7]:
B 22 D 11/06
B 22 D 11/12

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12.02.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **13.02.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/9801987**

(33) Země priority: **FR**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.07.2001**
(Věstník č. 7/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/FR99/00319**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/41031**

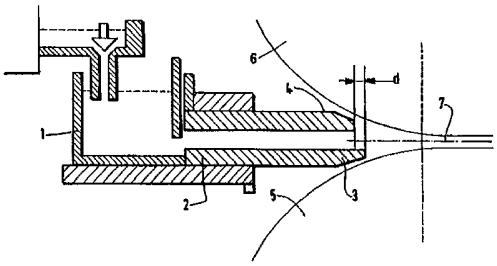
(71) Přihlašovatel:
PECHINEY RHENALU, Paris, FR;

(72) Původce:
Hoffmann Jean-Luc, Erstein, FR;
Menet Pierre-Yves, Colmar, FR;
Maiwald Klaus, Moirans, FR;
Debreux Régine, Le Touvet, FR;
Schmidt Martin Peter, La Murette, FR;
Scelles Yves, Vodable, FR;

(74) Zástupce:
Všetečka Miloš Dr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Pás z hliníkové slitiny, způsob jeho výroby plynulým odléváním a použití pásu



(57) Anotace:

Pás z hliníkové slitiny, se zlepšenou homogenitou povrchu, plynule odlévaný mezi dvěma válci, s horním povrchem vykazujícím: a) po anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové s vytvořením povlaku tloušťky 1mm index optické drsnosti S_N takový, že jeho střední výchylka na každém profilu, definovaná poměrem (S_N max. - S_N min.) /S_N střední, je nižší než 20% a rozdíl $DS_N = S_N$ max.- S_N min. je nižší než 20; a b) po válcování za studena až na tloušťku od 4 do 0,1 mm, a s výhodou od 2 do 0,1 mm, a po kyselém moření na tloušťce 10mm a následné anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové s vytvořením povlaku tloušťky 1 mm index optické drsnosti S_N takový, že jeho střední výchylka je nižší než 20% a rozdíl DS_N je nižší než 12. Při způsobu se plynule odlévá tekutý kov mezi dva chlazené válce (5, 6) z licí pánve (1) přes injektor (2), tvořený dolním okrajem (3) a horním okrajem (4), přičemž horní okraj (3) injektoru (2) ustupuje o nejméně 2 mm vzhledem k dolnímu okraji (4). Vytvořený pás se používá pro výrobu optických reflektorů, plechů pro stavebnictví a pro výrobu taţených výrobků.

CZ 2000 - 2946 A3

PV 2000-2946

10.08.00

JUDr. Miloš VŠETIČKA
advokát
120 00 PRAHA 2, Hálkova 2

Pás z hliníkové slitiny, způsob jeho výroby plynulým odléváním a použití pásu

Oblast techniky

Vynález se týká pásů z hliníkové slitiny s vysokou homogenitou povrchu, určených pro aplikace, vyžadující dobrou vizuální kvalitu nebo zvláštní optické vlastnosti, jako například reflektory nebo anodicky oxidované plechy pro stavebnictví a dekorační účely. Týká se rovněž způsobu výroby plynulého odlévání těchto pásů mezi válce a použití plechů.

Dosavadní stav techniky

Plynulé odlévání pásů mezi chlazenými válci ("twin-roll casting") se používá v široké míře již řadu desítek let pro výrobu tenkých plechů nebo kontinuálních plochých vývalků. Spočívá, jak je uvedeno v základním francouzském patentovém spisu FR 1 198 006, přihlášeného v roce 1958 společností Pechiney, v zavádění tekutého kovu, uloženého v napájecí pánvi, do mezery mezi dvěma vodorovnými chlazenými válci, otáčejícími se ve vzájemně opačném směru, pomocí injektoru. Kov tuhne ve formě souvislého pásu, přičemž u něj současně dochází ke zmenšování tloušťky vzhledem k tlaku válců. Tyto stroje na plynulé odlévání se velmi často používají pro výrobu pásů o tloušťce od 5 do 12 mm. V novějších verzích, jako je odlévání JUMBO 3 CM (ochranná známka společnosti Péchiney Rhenalu) rovněž dovolují odlévat tenčí pásy o tloušťce nižší než 5 mm, jak je popsáno například ve francouzském patentovém spisu FR 2 737 430.

Pásy, které vystupují z těchto odlévacích strojů se velmi zřídka používají v surovém stavu z odlévání. Zpravidla jsou podrobovány prvnímu sledu válcování za studena a pro určitá použití jsou podrobovány druhému sledu dokončovacího válcování za studena, eventuelně se zvláštními válci.

Tyto obvyklé stroje pro plynulé odlévání mezi válci dovolují získat pásy homogenního vzhledu, ale pro aplikace, které jsou velmi náročné na stav povrchu, spojené s úpravou povrchu pásu, způsobilé odhalovat stávající vady povrchu, nebo pro jejich vytváření z metalurgických nestejnorodostí, například anodickou oxidací nebo chemickým nebo elektrolytickým leštěním, mořením, chemickým satinováním, kataforézou nebo lakováním, nemají pásy vycházející z plynulého odlévání mezi válci v současném stavu techniky uspokojivou kvalitu povrchu. Horní povrch odlévaného pásu má nejčastěji vlnky ("ripples"), které se vyskytují ve formě čar kolmých ke směru odlévání a jejich původ je pravděpodobně kmitání menisku tekutého kovu během odlévání. Po anodické oxidaci se tyto vlnky stávají viditelné ve formě rovnoběžných pruhů. To je vizuelní vada, která se projevuje rozdílem úrovni šedi s roztečí od řádově jednoho do několika (například deseti) milimetrů.

Jiná vada povrchu, která se obvykle pozoruje, spočívá v přítomnosti rovnoběžných mechanických rýh v podélném směru pásu. Jedná se vadu v podobně povrchové nerovnosti. Dolní povrch má obvyklou kvalitu "mill finish".

Tyto dva typy vad povrchu se příležitostně kombinují s nahodilými rýhami, které nejsou specifické pro technologii

plynulého odlévání mezi válci.

Zlepšení vzhledu povrchu pásů, získaných plynulým odléváním, odpovídá potřebě pociťované již dlouhou dobu, a byl navržen určitý počet řešení. Jako příklad je možné uvést americký patentový spis US 4 461 152, který popisuje způsob zpracování tekutého kovu, začínající tím, že se do tekutého kovu vhání plyn, obsahující chlor, a po té se tekutý kov nechává procházet řadou koalescenčních komor, a nakonec se provádí filtrace, dovolující tak snížit podíl vměstků v tekutém kovu, což vede ke zlepšení vzhledu povrchu pásů ze slitin 5086 a 5182 pro počítačové disky. V současné době je však v průmyslu spíše sledována snaha minimalizovat použití plynů s obsahem chloru.

Německá patentová přihláška DE 2 443 068 z roku 1974 popisuje stroj na plynulé odlévání mezi ocelové pásy, který usiluje o zlepšení vzhledu povrchu pásů z hliníku nebo hliníkové slitiny za účelem zhotovování pásů pro dekorativní anodickou oxidaci. Technické řešení, navrhované v této patentové přihlášce, nemůže být aplikováno na plynulé odlévání mezi válci ze tří důvodů. Prvním důvodem je, že kvalita povrchu, získaného mezi pásy, je vnitřně méně dobrá, než plynulém odlévání mezi válci, což vyplývá pravděpodobně z vibrací pásů. Dalším důvodem je, že podmínky tuhnutí kovu jsou zcela odlišné, poněvadž v případě plynulého odlévání mezi pásy dochází k tuhnutí středu pásu ve směru jeho postupu dále za rovinou od válců, blízkých k injektoru, zatímco v případě plynulého odlévání mezi válci k němu dochází před touto osou. Plynulé odlévání mezi pásy konečně nedovoluje získat tenké pásy o tloušťce nižší než 5 mm, a mezera mezi válci je

tedy ve stroji na plynulé odlévání mezi válce menší.

Britská patentová přihláška GB 2 198 976 popisuje asymetrický injektor, dovolující zvýšit rychlost odlévání a tedy i průmyslovou výtěžnost stroje na plynulé odlévání mezi válci. Spis nepočítá se zlepšením povrchu získaných výrobků, které není předmětem vynálezu, které popisuje.

Patentový spis US 5 350 010 usiluje o optimalizaci kvality povrchu pásů, určených k výrobě desek pro ofsetový tisk jemným ovládáním velikosti zrna hotového výrobku, což předpokládá brát zřetel na určité složení kovu a ovládání určitých parametrů způsobu, které se vyskytují na výstupní straně od plynulého odlévání, jako je redukce tloušťky na průchod při válcování za studena. Bere-li se zřetel na to, že vady povrchu, přítomné na surovém pásu z odlévání obvykle nezmizí během následujících pochodů válcování za studena, nezdá se podle názoru přihlašovatele, že by tento přístup řešil zdroj vad, ale snaží se pouze minimalizovat jejich důsledky na hotovém výrobku.

Při použití podobného přístupu popisuje evropská patentová přihláška EP 0 821 074 rovněž způsob přeměny pásu, získaného plynulým odléváním mezi válci, dovolující výrobu ofsetových desek.

Přihlašovatel konstatuje, že žádný z přístupů nedovoluje získat povrchy, které uspokojují požadavky na velkou optickou a vizuální homogenitu přímo plynulým odléváním mezi válce, eventuelně následovaným jedním nebo více průchody válcováním za studena.

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol získat plynulým odléváním mezi válci pásy z hliníkových slitin, které by měly na nejméně jednom povrchu velkou homogentitu povrchu a které by byly použitelné pro oblasti použití, jaké jim až dosud nebyly otevřeny. Je vhodné poznamenat, že velká většina těchto použití vyžaduje nezbytně velmi homogenní stav povrchu pouze pro jednu z jejich lícních stran. Pro účinky podle vynálezu tedy stačí, aby vynález výrazně zlepšoval vzhledový stav povrchu pouze pro jednu z jejich lícních stran.

Pásy podle vynálezu, plynule odlévané mezi dvěma válci, o tloušťce nižší než 12 mm, s výhodou nižší než 5 mm, mají horní povrch, jehož stav povrchu může být charakterizován třemi odlišnými stádii výroby, odpovídajícími třem typům průmyslových výrobků s vyšší nebo nižší mírou zpracování, na vzorcích, které byly podrobeny zvláštní přípravě, reprezentující typické průmyslové zpracování povrchu, který vykazuje vady povrchu:

a) Surové pásy z odlévání mají povrch (bez uvažování nahodilých mechanických rýh, viditelných pouhým okem) na jejich horní lícní straně, s vytvořením vrstvy anodického oxidového povlaku tloušťky 1 µm anodickou oxidací v lázni na bázi kyseliny sírové index S_N optické drsnosti, měřený na třech profilech délky 5 cm ve směru délky a tři profily délky 5 cm v příčném směru, takový, že jeho střední výchylka na každém profilu, definovaná poměrem:

(S_N maximální - S_N minimální)/S_N střední

je nižší než 20% a rozdíl ΔS_N = S_N max - S_N min je nižší

než 20.

b) Pásy po válcování za studena o tloušťce od 4 do 0,1 mm, s výhodou od 2 do 0,1 mm, mají na povrchu jejich horní lícní strany index optické drsnosti S_N, naměřený ve stejných podmínkách, na vzorku, který byl podroben zásaditému moření na 10 µm, po té anodické oxidaci v lázni kyseliny sírové, vedoucí k vytvoření vrstvy anodického oxidu o tloušťce 1 µm, takže jeho střední výchylka na každém profilu je nižší než 20% a ΔS_N je nižší než 12.

c) Pásy, které byly podrobeny prvnímu válcování za studena, následovanému dokončovacímu válcování na drsnost $R_a < 0,2$ µm a elektrolyticky leštěné, mají na povrchu jejich horní lícní strany, po vytvoření vrstvy anodického oxidového povlaku tloušťky 1 µm anodickou oxidací v lázni na bázi kyseliny sírové index S_N optické drsnosti takový, že směru délky a tři profily délky 5 cm v příčném směru, takový, že jeho střední výchylka na každém profilu je nižší než 20% a ΔS_N je nižší než 3,5 a dokonce než 0,5.

Pásy podle vynálezu mají rovněž homogenitu povrchu takovou, že hodnota asymetrie rozdělení amplitudy drsnosti 2D (parametr S_k nebo skewness), měřená technikou založenou na níže popsaném optickém skeneru, je od -0,2 do +0,3 a s výhodou od -0,1 do +0,2. Drsnost 3D (parametr E_k), určená mechanickým čidlem rovnoběžně se směrem válcování níže popisovaným způsobem je nižší než 15 a s výhodou než 8.

Vynález rovněž navrhuje způsob výroby pásů z hliníkové slitiny mezi dvěma chlazenými válci z licí pánve, obsahu-

jící tekutý kov, připojený k injektoru, vymezovanému horním okrajem a dolním okrajem, při kterém se přivádí tekutý kov do mezery mezi dvěma válci, v níž horní okraj ustupuje o nejméně 2 mm a s výhodou o nejméně 5 mm vzhledem k dolnímu okraji. Výška tekutého kovu v licí pánvi, měřená od střední roviny odlévání, je udržována nižší než 30 mm a s výhodou nižší než 25 mm.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr.1 řez rovinou kolmou k ose válců stroje na plynulé odlévání mezi válci podle vynálezu, obr.2 příklad záznamu indexu optické drsnosti S_N podél měřicího profilu pro pás podle vynálezu z příkladu 1 a obr.3 příklad záznamu indexu optické drsnosti S_N podél měřicího profilu pro pás podle stavu techniky z příkladu 1.

Popis vynálezu a příklady jeho provedení

Homogenita povrchu horní lícní plochy pásů je hodnocena podle dvou odlišných hledisek, a to přítomnosti zdrsnění (mechanických rýh, rovnoběžných s podélným směrem) a přítomnosti výchylek úrovně šedi (pruhů kolmých k podélnému směru). Pro označování výchylek úrovně šedi byly přihlašovatelem použity tři odlišné a vzájemně doplňkové postupy.

Prvním z postupů je index optické drsnosti (optical roughness value) S_N, který byl měřen pomocí systému optického měření povrchu RM 100 společnosti Rodenstock. Tento přístroj definuje a měří index S_N od 4 do 100 pro povrchové drsnosti od 5 do 2000 nm. Je založen na principu difuze zá-

ření zdrsněným povrchem. Hodnocený povrch přijímá svazek infračervených paprsků, jehož část je opětovně difundovaná, přičemž úhlové rozdělování difundovaných paprsků závisí na morfologii povrchu. Index S_N se měří kontinuálně na profilech délky 5 cm pomocí svazku o průměru 0,5 mm, a na každém vzorku se měří tři profily v podélném směru a tři profily v příčném směru, snímané ve stejném pásmu o průměru okolo 10 mm. Pro každý profil se vyloučí izolované odchylné vrcholy, vyplývající z nahodilých mechanických rýh viditelných pouhým okem, pro jejich odlišení od vlnek, které se mají hodnotit. Jak je vyznačeno na obr.2 a 3, určuje se ze zaznamenané křivky maximální hodnota, minimální hodnota a střední hodnota S_N, rozdíl ΔS_N mezi maximální a minimální hodnotou, jakož i odchylka tohoto indexu, definovaná poměrem ΔS_N/střední S_N. Stanoví se průměr z šesti rozdílů a odchylek, odpovídajících třem měřením v podélném směru a třem měřením v příčném směru, což poskytuje střední rozdíl a střední odchylku.

Druhým z prostředků pro hodnocení výchylek úrovně šedi je určení parametru L^*a^*b. To měření bylo provedeno pomocí kolorimetru Minolta ChromaMeter CR-221 s průměrem měřicí plochy 3 mm, úhlem osvětlení 45^o a úhlem pozorování 0^o. Osvětlení bylo poskytnuto pulzující xenonovou lampou. Referenční spektrum bylo spektrum CIE D_{65}. Parametr L^*a^*b byl vypočítán podle normy ASTM D2244-89, §6.2. Vzorky byly hodnoceny střední hodnotou parametrů L^* a směrodatnou odchylkou tohoto parametru. Pro každý vzorek bylo provedeno dvacet měření podél přímky, kolmé ke kmitům. To dovoluje s jednostranným rizikem 0,05 rozlišovat dvě série měření, u nichž je poměr směrodatných odchylek 2,17. Přihlašovatel zjistil,

že tento pokus dovoluje reprodukovat vizuální třídění vzorků, až na vzorky ukazující rozkmit oscilace značně nižší, než je průměr měřicí plochy.

Třetí prostředek pro hodnocení oscilačních výchylek úrovni šedě je použití skeneru pro získání kartografie úrovní šedi, následovaný dvourozměrnou měřicí analýzou drsností pomocí postupů, známých pro odborníka v oboru. Plechový vzorek o minimální velikosti 14 cm x 14 cm a s výhodou o velikosti blízké formátu A4 dle DIN, se položí na desku skeneru. Vedle se položí, rovněž naplocho, mřížka kalibrovaných úrovní šedi, která slouží pro každé měření jako vnitřní referenční základna. Pokusy byly provedeny s referenční mřížkou společnosti Kodak, která obsahuje dvacet plošek šedi s odstupňováním po 0,10 mezi bílou ploškou o hustotě 0,00 a prakticky černou ploškou o hustotě 1,90. Ukazuje se jako užitečné zakrýt bílou plošku s hustotou 0,00, aby se detekční systém nenasytil.

Použil se skener typu UMAX. Tento přístroj dovoluje získat rozlišení 150 dpi x 150 dpi s 256 úrovněmi šedi. Ukázalo se jako užitečné provést nejprve záznam (scan) kalibrace pouze s kalibrovanou mřížkou, aby se umožnilo zařízení automaticky volit samočinně vhodný kontrast. Po té se provedla digitalizace s použitím vzorku a referenční mřížky. Pokud se stále používá kalibrované referenční mřížky, je odborník v oboru schopný používat jiných modelů skenerů s alespoň srovnatelnou schopností.

Pomocí programu (v daném případě Spyglass Transform 3,02) se interaktivně vybrala studovaná oblast, vyloučila se

referenční mřížka a okraje zbývajícího obrazu, v typickém případě 1 až 3 cm na každém okraji, a v případě potřeby obvodové oblasti se závoji nebo skvrnami, nereprezentativními pro oscilace výchylek šedi, které se mají hodnotit. Takto získaná užitečná oblast musí mít minimální velikost 12 cm x 12 cm.

Po té se analyzuje profil zdrsnění v obou rozměrech na sedmi rovnoběžných liniích ve směru válcování (t.j. kolmo na výchylky úrovně šedi) o délce nejméně 100 mm, zvolených nahodile v užitečné oblasti. Jestliže základní linie tohoto profilu vykazuje úchylku (zejména v důsledku vady osvětlování skenerem), je zapotřebí ji odstranit způsobem, který sám nemá vliv na drsnost. Tato korekce může být prováděna tak zvaným krabicovým způsobem, známým pro odborníka v oboru, přičemž velikost krabice (box size) je seřízena tak, že nejlépe reprodukuje rozteč a amplitudu profilu.

Po té se vypočítají čtyři parametry drsnosti, známé pro odborníka v oboru, a to absolutní střední odchylka R_a, kvadratická střední odchylka R_q, maximální drsnost R_t a asymetrie rozdělení amplitudy (skewness) S_k, definovaná následovně:

$$S_k = \frac{1}{R_q^3} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (y - \bar{y})^3$$

nebo

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l_m} \int_o^x y^2 \, dx}$$

a kde l_m odpovídá střední linii, vychází-li se z toho, že pro ideální gausovské rozdělení $S_k = 0$.

Přihlašovatel zjistil, že pro vzorky s homogenním povrchem je hodnota S_k od -0,2 do +0,3. Aby bylo možné vyrábět například optické reflektory, je dávána přednost hodnotě S_k od -0,1 do +0,2. Vzorky s nehomogenním povrchem podle stavu techniky mají hodnotu S_k nižší než -0,4. Jako příklad přihlašovatel zjistil hodnoty od -0,45 do -1,38 pro vzorky ze slitiny 8011, získané plynulým odléváním mezi válci podle stavu techniky.

Pro hodnocení vad v podobě drsnosti se použil způsob měření drsnosti ve třech rozměrech. Vzorek se položil na křížový stůl TIXY 200. Čidlo (model FRW 750 společnosti Mahr Mesures) s poloměrem zakřivení 5 µm pracovalo s přístrojem Perthometer PRK společnosti Mahr Mesures. Data byla zaznamenávána pomocí analogově-číslicové karty v mikropočítači. Rozměry měřicícho pole byly 20 mm x 20 mm s kroky 40 µm ve směru x a y. Teoretické rozlišování do hloubky bylo dáno maximální amplitudou čidla (100 µm) a parametry mikropočítače (16 bitů), například 0,024 µm. Trojrozměrná drsnost byla vypočítána pomocí programu, dodávaného společností Saphir podle následujících rovnic:

$$R_a = \frac{1}{N\,M} \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} |Z_{ij} - Z_o|$$

kde N je počet bodů ve směru x, M je počet bodů ve směru y, Z_o je střední výška na pozorovacím povrchu podle vztahu

$$Z_o = \frac{1}{N\,M} \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} Z_{ij},$$

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{N\,M} \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} |Z_{ij} - Z_o|^2}$$

$$S_k = \frac{1}{N\,M\,R_q^3} \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} |Z_{ij} - Z_o|^3$$

$$S_k = \frac{1}{N\,M\,R_q^4} \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} |Z_{ij} - Z_o|^4$$

Parametr E_k, nazývaný někdy anglicky kurtosis, označuje zploštění rozdělení a má hodnotu 3 pro ideální Gaussovo rozdělení.

Všechna tato měření mohou být prováděna na horním povrchu, t.j. lícní ploše, která byla v kontaktu s horním válcem, kromě oblastí vykazujících nahodilé vady, jako jsou rýhy vyplývající z manipulace nebo ze skvrn, pro surové pásy z odlévání, pásy jednoduše válcované za studena nebo pásy válcované za studena, které byly po té podrobeny dokončovacími průchody pomocí leštících (leštěných) válců. Aby byly reprezentativní pro zamýšlený účel použití, byla všechna měření provedena na vzorcích, zpracovávaných anodickou oxidací v kyselině sírové s koncentrací kyseliny sírové 200 g/l,

teplotou 20°C a napětí 15 V. Toto zpracování vede k tloušťce vrstvy oxidu 1 μm. Eventuelně mu předchází zásadité moření (například při teplotě 60°C po dobu 7 minut v lázni Aluminex, což je tržní výrobek na bázi hydroxidu sodného, v koncentraci 50 g/l).

Pro pásy vyráběné plynulým odléváním mezi válci podle stavu techniky je střední výchylka S_N vyšší než 50%, jakož i pro surové pásy z odlévání, válcované za studena. Pro pásy podle vynálezu je ve všech případech střední výchylka nižší než 20%. Rozdíl delta S_N je nižší než 20 pro surové pásy z odlévání, a nižší než 12 pro pásy válcované za studena, až po tloušťku od 4 do 0,1 mm, které byly před anodickou oxidací podrobeny zásaditému moření. U pásů, které byly podrobeny konečnému válcování za studena, nazývanému "lešticí", t.j. vedoucí k drsnosti nižší než 0,2 μm, po té elektrolyticky leštěné před anodickou oxidací na tloušťku povlaku 1 μm, je nižší než 3,5 a dokonce i než 0,5.

Překvapivě bylo zjištěno, že homogenita povrchu horní lícní plochy pásů, odlévaných plynulým odléváním mezi válci, se značně zlepší malou úpravou stroje, znázorněnou na obr.1.

Stroj obsahuje licí pánev 1, napájenou hliníkovou slitinou v kapalném stavu a připojenou k injektoru 2, vymezovaného dolním okrajem (licí hranou) 3 a horním okrajem (licí hranou) 4, přivádějícímu tekutý kov do mezery mezi dvěma válci 5, 6, otáčejícími se ve vzájemně opačném směru. Pás 7 vystupuje ve ztuhlém stavu na druhé straně mezery mezi válci. Úprava podle vynálezu spočívá v použití injektoru majícího horní okraj 4, ustupující o vzdálenost d vůči dolnímu

okraji 3. Tato ustupující vzdálenost d je nejméně 2 mm a s výhodou nejméně 5 mm. Aby se zabránilo, že toto uspořádání vyvolá příliš velký přítok tekutého kovu do mezery mezi dvěma válci, je žádoucí snížit statický tlak kovu, t.j. výšku hladiny kovu, v licí pánvi 1, měřenou od střední licí roviny, na hodnotě méně než 30 mm, s výhodou méně než 25 mm, a to tím více, čímž je větší ustupující vzdálenost d.

Ustupování horního okraje injektoru kromě toho dovoluje jemnější polohování injektoru, což zabraňuje nahodilému tření na povrchu válců, a zlepšuje tak nepřímo stav povrchu dolní lícní plochy odlévaného pásu. Přihlašovateli se podařilo při použití výšky hladiny kovu menší než 25 nm a ustupování horního okraje injektoru nejméně 25 mm vyrábět lesklé výrobky ze slitin série 1000 a 8000, dokončované válcováním pomocí leštěných válců (válcování nazývané "skin pass"), které mají užitné vlastnosti shodné se známými výrobky, zhotovovanými nákladnější cestou poloplynulého odlévání a válcování za tepla. Tyto výrobky mohou být použity pro výrobu plochých, ohnutých nebo tažených reflektorů světla.

Vynález je použitelný pro všechny hliníkové slitiny, které mohou být plynule odlévány mezi válci. Jako příklad je možno uvést, že přihlašovatel dosáhl dobrých výsledků s určitými slitinami série 3000 a s určitými slitinami typu Al-Mg s nízkým obsahem hořčíku jako 5005.

Vynález je zvlášť zajímavý pro slitiny AlFeSi sérií 1000 a 8000, obsahující 0,01 až 2 hmotn.% železa, a 0,1 až 2 hmotn.% křemíku. Když jsou tyto slitiny odlévány mezi válci, mají totiž značně lepší mechanické vlastnosti, než jaké

se získávají tradičním odléváním a válcováním za tepla, což usnadňuje jejich "lešticí" válcování. Jeden z důvodů vyšší mechanické pevnosti pásů, získaných plynulým odléváním při použití tohoto typu slitiny, je to, že množství železa v pevném roztoku v hliníku je vyšší. Pro slitinu, obsahující více než 0,01% (100 ppm) železa je množství železa v pevném roztoku vyšší než 50 ppm + 0,03 x (obsah Fe v ppm). Další výhodou toho, že v pevném roztoku je vysoký podíl železa, že se pro daný obsah železa zmenší obsah intermetalických slitin železa, jejichž přítomnost na povrchu je zdrojem optických vad. Z důvodů stejné povahy je vynález rovněž zvlášť zajímavý pro slitiny s nízkým obsahem hořčíku (Mg < 1,5%).

Kromě toho se získá na povrchu velikost zrn, definovaná jako střední šířka zrn na povrchu, měřená kolmo ke směru válcování analýzou obrazu, nižší než 20 µm a často nižší než 15 µm, jakož i na surových pásech z odlévání a pásech válcovaných za studena, což snižuje určité vzhledové vady, jako tvorbu čar. Tento znak pásů podle vynálezu se rovněž hodí pro pozdější tvarování, například tažením.

PŘÍKLAD 1

Připravila se slitina EN AW-1085 (podle normy NF EN 573-3) se složením: Si = 0,040 hmotn.%, Fe = 0,038 hmotn.%, Cu = 0,0017 hmotn.%, Zn = 0,002 hmotn.% a Ti = 0,02 hmotn.% s přidáním 3 kg/t titan-borového rafinačního činidla. Na kov bylo působeno argonem v licí kapse zn. Alpur společnosti Péchiney Rhenalu a po té byl odléván na stroji pro plynulé odlévání mezi válci zn. JUMBO 3CM společnosti Péchiney Rhenalu.

Průměr válců byl 1150 mm, s mezerou mezi válci 2,3 mm. Injektor z keramické hmoty značky Styrite měl horní okraj, ustupující o 7 mm vzhledem k dolnímu okraji, a byl napájen z licí pánve s výškou tekutého kovu okolo 18 mm. Odlévání se provádělo v šířce 1370 mm, s tloušťkou odlévaného pásu 3,6 mm a rychlostí odlévání 1,6 m/min a silou mezi válci 800 t na metr šířky pásu. Pás se potom válcoval za studena na tloušťku 0,4 mm.

Připravily se dále pásy stejného složení obvyklým způsobem poloplynulého svislého odlévání, válcováním desek za tepla a po té válcováním za studena až na stejnou tloušťku 0,4 mm s dvěma různými mírami zpevnění.

Provedlo se srovnání mechanických vlastností pásů, a to pevnosti R_m (MPa) v přetržení, mez průtažnosti $R_{0,2}$ (v MPa), tažnost (v %) a míra zpevnění n (v %). Výsledky jsou uvedeny v tab.1 a ukazují, že se pro tuto slitinu 1085 podle vynálezu hodnoty R_m > 165 MPa, $R_{0,2}$ > 160 MPa a tažnost (A) > 6%.

TAB.1

Původ	R_m(MPa)	$R_{0,2}$(MPa)	A(%)	n(%)
Plynulé odlévání JUMBO 3CM	173	167	7,7	80
Poloplynulé odlévání	155	148	7	93
Poloplynulé odlévání	165	158	6,2	96

Je možno konstatovat, že plynulé odlévání vede současně k vyšší mechanické pevnosti s menším zpevněním, usnadňujícím tak lešticí válcování, jakož i k lepší tažnosti, dovolující snadnější tvarování. Je rovněž možné konstatovat,

že velikost zrn na povrchu, určovaná analýzou obrazu, byla pro pásy podle vynálezu 7 µm a 80 µm pro pásy, pocházející ze svislého odlévání.

Připravily se rovněž pásy stejného složení, stále s plynulým odléváním mezi válci JUMBO 3CM Péchiney Rhénalu, ale s injektorem podle stavu techniky bez ustupování horního okraje. Tyto pásy byly až do tloušťky 0,4 mm podrobovány stejnému procesu jako pásy podle vynálezu.

Pásy podle vynálezu a pásy, vystupující z plynulého odlévání mezi válci s injektorem podle stavu techniky byly po té podrobeny dvěma dokončovacím průchodům při použití leštících válců na tloušťku od 0,4 mm až 0,35 mm. Po elektrolytickém leštění a následné anodické oxidaci v lázni s kyselinou sírovou na tloušťku 1 µm se měřily optické vlastnosti pásů systémem RM 400 společnosti Rodenstock. Výsledky jsou uvedeny v tab.2.

TAB.2

	S_N max	S_N min	S_N max $-S_N$ min	S_N max $-S_N$ min/S_N střed.
Podle vynálezu	7,4	6,4	1	14%
Podle stavu techniky	11	7	4	50%

Záznamy indexu drsnosti na pásech jsou uvedeny na obr.2 a 3.

PŘÍKLAD 2

Připravila se slitina EN AW-1070A (podle normy NF EN 573-3)

o složení Si = 0,06, Fe = 0,12 a Ti = 0,015 s přidáním 1,5 kg/t titan-borové rafinační přísady. Kov se kontinuálně odléval na stejném odlévacím stroji mezi válci JUMBO 3CM Péchiney Rhénalu jako v příkladě 1.

Injektor, rovněž z keramiky značky Styrite, měl horní okraj ustupující o 10 mm vzhledem k dolnímu okraji a byl napájen licí pánví s výškou tekutého kovu 18 mm. Šířka pásu byla 1370 mm, tloušťka odlévaného pásu byla 3 mm, rychlost odlévání byla 2 m/mn a síla mezi válci byla 900 t/metr šířky pásu.

Takto odlité pásy byly potom válcovány za studena na tloušťku 0,8 mm a po té byly podrobeny dvěma válcovacími průchody leštícími válci až na 0,5 mm. Byly postupně odebírány vzorky surových pásů z odlévání, a to nejprve ze surových pásů z odlévání o tloušťce 3 mm, po té z pásů po válcování za studena tloušťky 0,8 mm a nakonec z pásů po "leštícím" válcování na 0,5 mm. Vzorky surových odlévaných pásů tloušťky 3 mm byly zpracovávány anodickou oxidací v lázni na bázi kyseliny sírové pro vytvoření tloušťky povlaku 1 µm. Vzorky pásů po válcování za studena na tloušťku 0,8 mm byly podrobeny zásaditému moření na 10 µm a po té anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové pro vytvoření povlaku tloušťky 1 µm.

Dále se připravily pásy stejného složení, stále při použití plynulého odlévání mezi válci JUMBO 3CM společnosti Péchiney Rhénalu, ale s injektorem podle stavu techniky bez ustupování horního okraje. Pásy sledovaly až po dosažení tloušťky 0,5 mm stejný proces, jako pásy podle vynálezu,

a byly podrobeny jako tento pás elektrolytickému leštění a anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové pro dosažení tloušťky povlaku 1 µm. Provedlo se měření optických vlastností vzorků systémem RM 400 společnosti Rodenstock. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 3.

TAB.2

	Tl. (mm)	S_N max	S_N min	S_N max $-S_N$ min	$S_N$max-$S_N$min /S_N střed.
Surové lité anodizované pásy podle vyn.	3	53	44	9	19%
Válcované moře-né anodizované pásy podle vyn.	0,8	36	32	4	11%
Válcované "leště-né" anodizované pásy podle vyn.	0,5	10	8,5	1,5	17%
Válcované "leště-né" anodizované pásy podle stavu techniky	0,5	19	13	6	37%

Dále byly na pásech podle vynálezu naměřeny velikosti povrchových zrn 12 µm, zatímco pásy stejného složení, které byly podrobeny stejnému válcování za studena, ale byly získány klasickým postupem (poloplynulé vertikální lití, následované válcováním desek za tepla) měly velikost povrchových

zrn okolo 70 μm.

PŘÍKLAD 3

Plynulým odléváním mezi válci se získalo sedm různých odlitých pásů s následujícími vlastnostmi:

TAB.4

Označení	Slitina	obsah Fe a Si	rychlost lití	tloušťka litého pásu
R1	8011	Fe 0,60 Si 0,75	0,96 m/min	7,0 mm
R3	1050	Fe 0,20 Si 0,14		3,0 mm
R4	1235	Fe 0,37 Si 0,14	2,5 m/min	2,7 mm
R5	1085	viz příklad 1		
R6	8011	Fe 0,70 Si 0,73	1,6 m/min	3,1 mm
R7	1085	viz příklad 1		

Odlitý pás R5 odpovídá pásu z příkladu 1, získanému plynulým odléváním mezi válci podle vynálezu. Odlitý pás R7 odpovídá pásu z příkladu 1, realizovanému podle stavu techniky s tradičním injektorem. Další odlité pásy byly zhotoveny s odlévacím strojem na plynulé odlévání, jaký byl popsán v příkladu 1. Výsledky měření optických vlastností a měření drsnosti, po moření a anodické oxidaci surových odlévaných pásů, byly následující:

TAB.5

Výchylky úrovně šedi

Označení	Měření L^*a^*b		
	L^* střední	Směrodatná odchylka L^*střední	Vizuální zatřídění (1: nejlepší 7: nejhorší)
R1	74,74	0,26	7
R2	75,47	0,31	3
R3	77,98	0,45	4
R4	79,42	0,20	2
R5	82,50	0,23	1
R6	74,54	0,46	5
R7	74,99	0,77	6

TAB.6

Charakterizování vady drsnosti měřením 3D

Označení	R_a µm	R_q µm	S_k	E_k
R1	2,622	4,401	-4,124	35,830
R3	2,111	2,745	-0,784	4,640
R4	3,158	4,060	-0,643	4,364
R5	2,905	3,661	-0,614	3,542
R6	1,759	2,316	-0,856	6,168
R7	2,681	4,033	-2,678	27,002

Je možno konstatovat, že směrodatná odchylka parametru L^* odpovídá vizuální odezvě, s výjimkou vzorku R1, pro

který je rozkmit (výchylka) úrovně šedi je příliš malý vzhledem k průměru jednotlivé měřicí plochy. V průmyslovém měřítku nejsou vzorky R1 a R7 použitelné pro uvažovaná použití, neboť jejich stav povrchu je esteticky a opticky nepřijatelný. Přihlašovatel konstatoval, že při měření drsnosti 3D dovolují pouze parametry S_k a E_k odlišovat výrobky podle vynálezu od výrobků nezpůsobilých pro náročná použití z hlediska vizuálního vzhledu.

Přihlašovatel konstatoval, že pro získání povrchu, vyhovujícího zamýšleným použitím, je třeba aby byla splněna jedna nebo s výhodou obě následující podmínky:
- hodnota S_k měření drsnosti 3D, provedeného popsaným způsobem, je vyšší než -2,0 a s výhodou vyšší než -1,0;
- hodnota E_k drsnosti 3D musí být nižší než 15 a s výhodou nižší než 8.

Přihlašovatel pozoroval, že je výhodné, aby kromě jedné z obou právě zmíněných podmínek měl povrch rovněž směrodatnou odchylku hodnoty L^*střední nižší než 0,5 a s výhodou nižší než 0,3.

Dr. Miloš Všetečka v.r

PV 2000-2946
10.08.00

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Pás z hliníkové slitiny se zlepšenou homogenitou povrchu, získaný plynulým odléváním mezi válci,
vyznačený tím, že jeho horní povrch má po anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové s vytvořením povlaku tloušťky 1 µm index optické drsnosti S_N, měřený na třech profilech délky 5 cm v podélném směru a na třech profilech délky 5 cm v příčném směru, takový, že jeho střední výchylka na každém profilu, definovaná poměrem:

(S_N maximální - S_N minimální)/S_N střední

je nižší než 20% a rozdíl ΔS_N = S_N max - S_N min je nižší než 20.

2. Pás z hliníkové slitiny se zlepšenou homogenitou povrchu, získaný plynulým odléváním mezi válci, a po té válcovaný za studena až na tloušťku od 4 do 0,1 mm a s výhodou od 2 do 0,1 mm,
vyznačený tím, že jeho horní povrch má po kyselém moření na tloušťce 10 µm a následné anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové s vytvořením povlaku tloušťky 1 µm index optické drsnosti S_N, měřený na třech profilech délky 5 cm v podélném směru a na třech profilech délky 5 cm v příčném směru, takový, že jeho výchylka je nižší než 20% a rozdíl ΔS_N je nižší než 12.

3. Pás z hliníkové slitiny se zlepšenou homogenitou povrchu, získaný plynulým odléváním mezi válci,
vyznačený tím, že jeho horní lícní plocha má po moření a anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové nejméně jednu z následujících vlastností:

PV 2000-2946
10.06.00

a) hodnotu S_k určenou 3D měřením drsnosti vyšší než -2,0 a s výhodou vyšší než -1,0,
b) hodnotu E_k, určenou měřením drsnosti 3D nižší než 15 a s výhodou nižší než 8.

4. Pás podle nároku 3, vyznačený tím, že směrodatná odchylka hodnoty L^*, určené podle ASTM D2244-89, §6.2, vypočítaná na bázi 20 jednotlivých měření podle povrchové přímky, rovnoběžné s podélným směrem, je nižší než 0,5 a s výhodou nižší než 0,3.

5. Pás z hliníkové slitiny se zlepšenou homogenitou povrchu, pocházející z plynulého odlévání mezi válci, vyznačený tím, že jeho horní povrch má po moření a anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové hodnotu S_k, získanou analýzou měření drsnosti 2D obrazů získaných optickým skenerem v rozmezí od -0,2 do +0,3 a s výhodou od -0,1 do +0,2.

6. Pás z hliníkové slitiny se zlepšenou homogenitou povrchu, pocházející z plynulého odlévání mezi válci, válcovaný za studena až na tloušťku od 4 do 0,1 mm a s výhodou od 2 do 0,1 mm, který byl podroben nejméně jednomu dokončovacímu průchodu při použití leštících válců, mající drsnost R_a < 0,2 µm,

vyznačený tím, že jeho horní povrch má po elektrolytickém leštění a následné anodické oxidaci v lázni na bázi kyseliny sírové s vytvořením povlaku tloušťky 1 µm index optické drsnosti S_N, měřený na třech profilech délky 5 cm v podélném směru a na třech profilech délky 5 cm v příčném směru, takový, že jeho výchylka je nižší než 20% a rozdíl S_N je nižší

PV 2000-2946
10.08.00

než 3,5.

7. Pás podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, vyznačený tím, že má na horním povrchu velikost zrna, měřenou analýzou obrazu, nižší než 20 μm, s výhodou nižší než 15 μm.

8. Pás podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, vyznačený tím, že hliníková slitina je slitina série 1000 nebo série 8000, obsahující od 0,01 do 2 % železa a od 0,01 do 2 % křemíku, a obsah železa v tuhém roztoku v hliníku je vyšší než 50 ppm + 0,03 x ppm celkového železa.

9. Pás podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, vyznačený tím, že slitina hliníku je slitina série 5000, obsahující méně než 1,5% Mg.

10. Způsob výroby pásu se zlepšenou homogenitou povrchu plynulým odléváním mezi dvěma chlazenými válci (5, 6) z licí pánve (1), obsahující tekutý kov, spojené s injektorem (2), vymezovaným dolním okrajem (3) a horním okrajem (4), přičemž se tekutý kov zavádí do mezery mezi dvěma válci, vyznačený tím, že horní okraj (3) injektoru (2) ustupuje o nejméně 2 mm vzhledem k dolnímu okraji (4).

11. Způsob výroby pásu se zlepšenou homogenitou povrchu podle nároku 10, vyznačený tím, že horní okraj (3) injektoru (2) ustupuje o nejméně 5 mm vzhledem k dolnímu okraji (4).

12. Způsob podle nároku 10 nebo 11, vyznačený tím, že výška tekutého kovu v licí pánvi (1), měřená od střední licí

PV 2000-2946
10.08.00

roviny, je menší než 30 mm.

13. Způsob podle nároku 12, vyznačený tím, že výška tekutého kovu v licí pánvi (1), měřená od střední licí roviny, je menší než 25 mm.

14. Způsob výroby pásu podle kteréhokoli z nároků 1 až 9 plynulým odléváním mezi dvěma chlazenými válci (5, 6) z licí pánve (1), obsahující tekutý kov, spojené s injektorem (2), vymezovaným dolním okrajem (3) a horním okrajem (4), přičemž se tekutý kov zavádí do mezery mezi dvěma válci, vyznačený tím, že horní okraj (3) injektoru (2) ustupuje o nejméně 2 mm vzhledem k dolnímu okraji (4).

15. Způsob podle nároku 14, vyznačený tím, že horní okraj (3) injektoru (2) ustupuje o nejméně 5 mm vzhledem k dolnímu okraji (4).

16. Způsob podle nároku 14 nebo 15, vyznačený tím, že výška tekutého kovu v licí pánvi (1), měřená od střední licí roviny, je menší než 30 mm.

17. Způsob podle nároku 16, vyznačený tím, že výška tekutého kovu v licí pánvi (1), měřená od střední licí roviny, je menší než 25 mm.

18. Použití pásu podle kteréhokoli z nároků 1 až 9 pro výrobu optických reflektorů.

19. Použití pásu podle kteréhokoli z nároků 1 až 9 pro výrobu plechů pro stavebnictví, anodicky oxidovaných

a eventuelně lakovaných.

20. Použití pásu podle kteréhokoli z nároků 1 až 9 pro výrobu tažených výrobků.

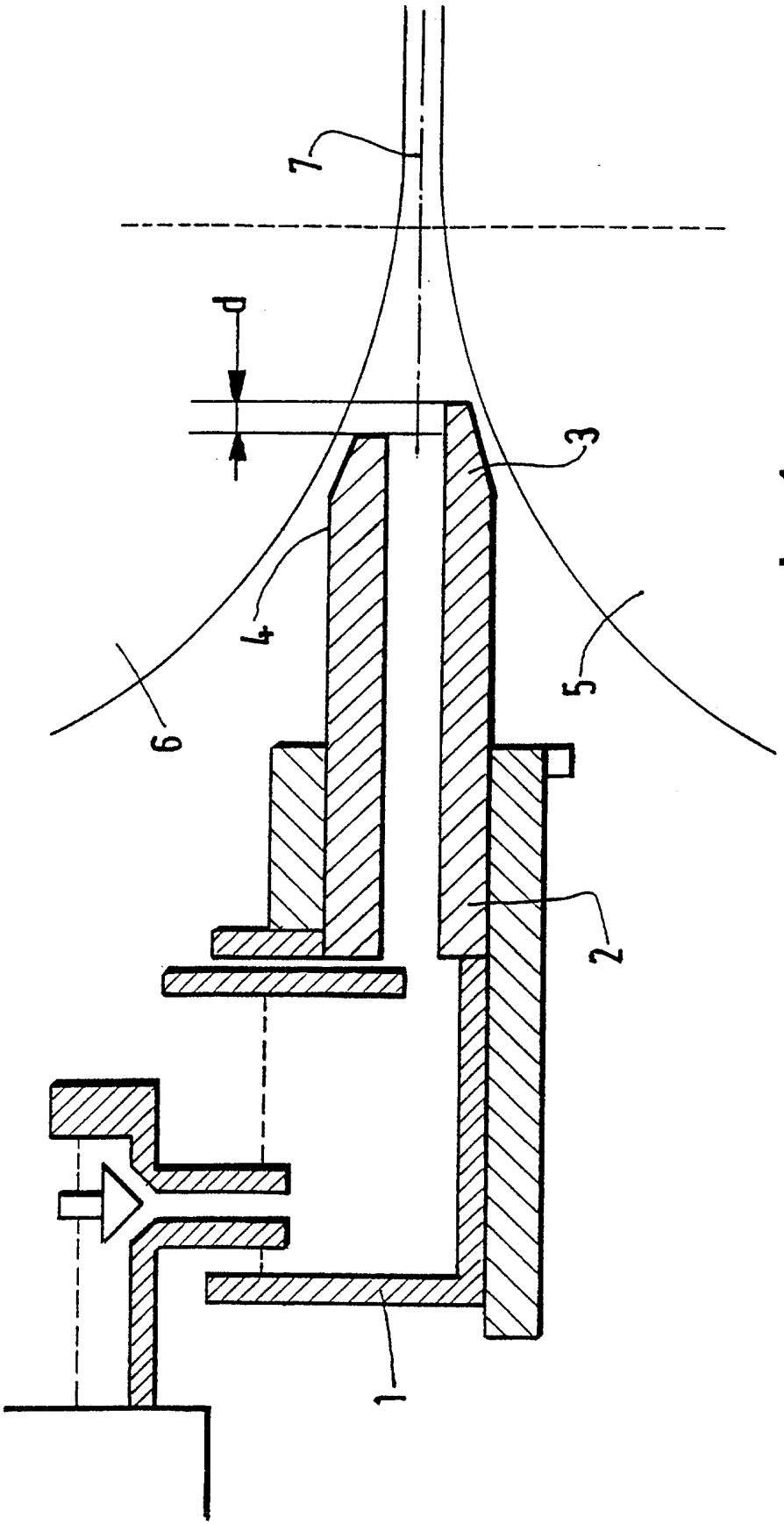
21. Pás ze slitiny 1085, vyrobený plynulým odléváním mezi válci podle kteréhokoli z nároků 10 až 17, vyznačený tím, že po jednom nebo více válcovacích průchodech za studena s celkovou mírou zpevnění nižší než 85% má nejméně jednu z následujících skupin vlastností:

a) R_m > 165 MPa a A > 6%

b) $R_{0,2}$> 160 MPa a A > 6%,

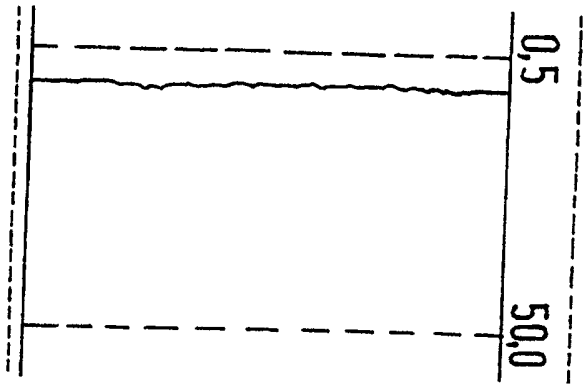
kde A značí tažnost.

PV 2000-2946
10.08.00

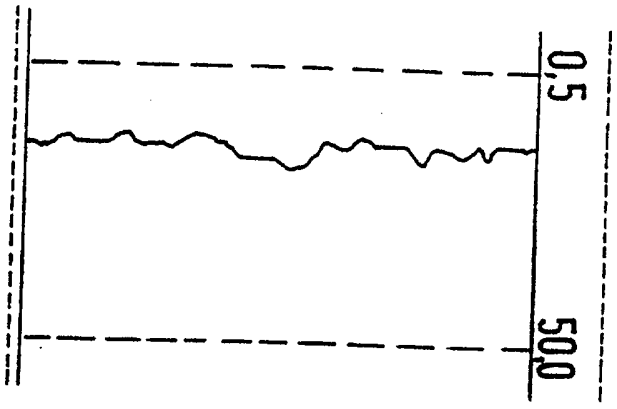


obr. 1

PV 2000-2946
10.08.00



obr. 2



obr. 3