

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 643

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C22C 21/00 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2002-2446**
(22) Přihlášeno: **22.01.2001**
(30) Právo přednosti: **21.01.2000 US 0009489082**
(40) Zveřejněno: **12.02.2003**
(Věstník č. 2/2003)
(47) Uděleno: **09.07.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **20.08.2014**
(Věstník č. 34/2014)
(86) PCT číslo: **PCT/CA2001/000058**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2001/053552**

(56) Relevantní dokumenty:

WO 00/05426 A; GB 1524355 A; JP 11131166 A.

(73) Majitel patentu:

Novelis Inc., Toronto, Ontario, CA

(72) Původce:

Iljoon Jin, Kingston, CA
Kevin Gatenby, Kingston, CA
Willard Mark Truman Gallemeault, Kingston, CA
Toshiya Anami, Kingston, CA
Yoshito Oki, Fuji-shi, JP
Ichiro Okamoto, Aichi, JP

(74) Zástupce:

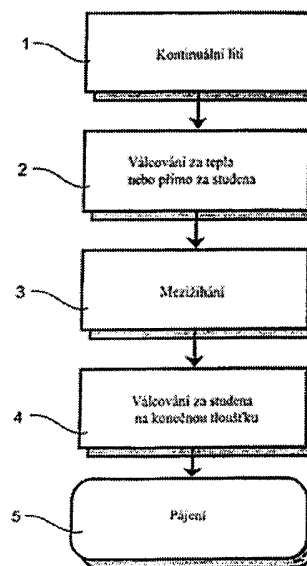
PATENTSERVIS Praha a.s., Na Podkovce 281/10,
147 00 Praha 4

(54) Název vynálezu:

Způsob výroby hliníkové slitiny a hliníková slitina pro žebrový materiál s vysokou tepelnou vodivostí

(57) Anotace:

Způsob výroby slitin hliníku pro žebrový materiál, sestávající z kroků kontinuálního lité pásu ze slitiny pro žebrový materiál k získání pásu v odlitém stavu, z válcování pásu v odlitém stavu k vytvoření plechu střední tloušťky, z žíhání plechu střední tloušťky, a z válcování za studena vyžíhaného plechu střední tloušťky k vyrobení slitiny hliníku konečné tloušťky k použití jako žebrový materiál. Tyto kroky se podstupují se slitinou hliníku pro žebrový materiál, která obsahuje následující prvky (uvedeno v hmotnostních procentech): Fe 1,6 až 2,4; Si 0,7 až 1,1; Mn 0,3 až 0,6; Zn 0,3 až 2,0; Ti 0,005 až 0,040; vedlejší prvky (nahodilé příměsi) pod 0,05 každý a celkem nejvýše 0,15; zbytek do 100 % je hliník. Řešení se také týká žebrového materiálu uvedeného složení, který lze výhodně vyrobit způsobem podle řešení tak, aby měl dobrou tepelnou vodivost a byl použitelný i v malých tloušťkách, např. pod 100 μm , a výhodněji v tloušťce 60 $\pm$ 10 μm .



CZ 304643 B6

Způsob výroby hliníkové slitiny a hliníková slitina pro žebrový materiál s vysokou tepelnou vodivostí

5 Oblast techniky

Vynález se týká zdokonalených slitin hliníku pro použití při výrobě žeber tepelných výměníků, konkrétněji při výrobě žebrových materiálů, které mají vysokou tepelnou vodivost.

10

Dosavadní stav techniky

Slitiny hliníku jsou již dlouho používány ve výrobě žebrových tepelných výměníků např. pro automobilové radiátory, pro kondenzátory, odparky atd. Tradiční dosavadní slitiny na žebrové tepelné výměny jsou navrhovány tak, aby po pájení na tvrdo měly vysokou mez pevnosti v tahu (UTS = MPT), dobrou pájitelnost (při vysoké teplotě pájení) a dobrou odolnost k průhybu během pájení. Slitiny používané k tomuto účelu mívají vysoký obsah manganu. Příkladem je hliníková slitina AA3003. Tepelná vodivost takových slitin je poměrně nízká. Nízká tepelná vodivost nebyla v minulosti vážným problémem, a to vzhledem ke značné tloušťce žebrového materiálu. Má-li materiál vhodnou tloušťku, může vést značné množství tepla i v případě, že koeficient tepelné vodivosti slitiny je nízký. Avšak při snižování hmotnosti automobilů vyvstává požadavek tenčího žebrového materiálu, což vede k potřebě zvýšení tepelné vodivosti. Je samozřejmé, že menší tloušťky brání tepelnému toku v místě ztenčení.

Mimo to mezi vlastnosti požadované výrobcí automobilových tepelných výměníků patří i nízký (negativnější) korozní potenciál, než jaký mají slitiny používané na trubky a jiné části tepelného výměníku.

Autoři tohoto vynálezu již dříve zjistili, že určité slitiny hliníku jsou obzvláště vhodné jako materiál žeber (jak je to uvedeno v jejich přihlášce PCT pod číslem WO 00/05 426, zveřejněné dne 3. února 2000). Tyto slitiny obsahují Fe, Si, Mn, obvykle Zn a výhodně Ti v příslušných rozměrech obsahu. Avšak zlepšení tepelné vodivosti slitin tohoto druhu by učinilo tyto slitiny použitelnějšími pro splnění přísných požadavků automobilového průmyslu, a to zejména požadavků na materiál žeber menší tloušťky.

35

Podstata vynálezu

Předmětem tohoto vynálezu je zlepšení vlastností žebrového materiálu z hliníku.

40

Dalším předmětem tohoto vynálezu je žebrový materiál z nové slitiny hliníku, který má vysokou tepelnou vodivost.

Dalším předmětem tohoto vynálezu je umožnit zmenšení tloušťky hliníkového žebrového materiálu bez porušení provozní výkonnosti těchto materiálů.

45

Ještě dalším předmětem tohoto vynálezu je zlepšení tepelné vodivosti žebrových hliníkových slitin obsahujících Fe, Si, Mn, Zn a výhodně Ti při dosažení vyhovující pevnosti, pájitelnosti a malých (negativnějších) korozních potenciálů.

50

Podle jednoho hlediska tohoto vynálezu se navrhuje způsob výroby hliníkové slitiny pro žebrový materiál, přičemž tento způsob sestává z kroků kontinuálního lití pásu slitiny k vytvoření pásu v odlitém stavu, z válcování pásu k vytvoření plechu střední tloušťky, z žihání plechu střední tloušťky a z válcování za studena plechu střední tloušťky k vytvoření konečné tloušťky hliníkové

slitiny pro žebrový materiál, přičemž uvedené kroky se provádějí se slitinou, která obsahuje následující prvky (v hmotnostních procentech):

	Fe	1,6 až 2,4
5	Si	0,7 až 1,1
	Mn	0,3 až 0,6
	Zn	0,3 až 2,0
	Ti (volitelně)	0,005 až 0,040
	nahodilé příměsi	každý z prvků pod 0,05, celkem ne přes 0,15
10	Al	zbytek do 100 %.

Vynález se také týká žebrového materiálu z hliníkové slitiny o výše uvedeném složení, který byl výhodně vyroben výše uvedeným způsobem, a to zejména žebrového materiálu o tloušťce 100 μm nebo méně, výhodněji 80 μm nebo méně, a ideálně $60 \pm 10 \mu\text{m}$.

Podle tohoto vynálezu se vyrobí nový žebrový materiál, který je vhodný pro výrobu tvrdě pájených tepelných výměníků s použitím tenčích žebor, než tomu bylo dosud. Toho se dosahuje zachováním přiměřené tepelné vodivosti a pevnosti žebor, umožňujících jejich použití v tepelných výměnících.

Ve výhodných provedeních tyto slitiny obsahují větší množství Zn, Si a/nebo Mn, než jaké se používalo u slitin tohoto druhu, přičemž hladiny tepelné vodivosti mohou být ještě zachovány použitím kompenzujícího zvýšeného množství železa.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 je schéma jednotlivých kroků při výhodném způsobu výroby žebrového materiálu podle výhodného provedení tohoto vynálezu, spočívajícího v lití, válcování, žíhání a případného konečného pájení na tvrdo; a

Obr. 2 je diagram znázorňující elektrickou vodivost žebrového materiálu obsahujícího různá množství železa.

Podrobný popis vynálezu (Nejlepší způsoby provedení vynálezu)

V žebrových materiálech na základě hliníku a legovacích prvků včetně Zn, Mn, Si a Fe se vlastnosti materiálu upravují měněním obsahu prvků. Obecně se požaduje získání materiálu o vysoké pevnosti a nízkém (negativnějším) korozním potenciálu. Tak např. korozní materiál bude negativnější po zvýšení obsahu Zn ve slitině (což vede k získání lepší protikorozi odolnosti tepelných výměníků, u nichž byla použita žebra z takového materiálu). Avšak zvýšení obsahu Zn má negativní dopad na tepelnou vodivost žebrového materiálu. Podobně zvýšení obsahu Mn a Si ke zlepšení pevnosti materiálu (meze pevnosti v tahu – UTS) po pájení má podobný negativní účinek na tepelnou vodivost. Toto se stává problémem u novějších žebrových materiálů, kde se požaduje vysoká tepelná vodivost, která umožňuje vyrobít tenčí žebra.

Tento podaný vynález, při nejmenším ve svých výhodných provedeních, je založen na neočekávaném zjištění, že snížení vodivosti v důsledku zvýšení obsahu zinku je možno kompenzovat odpovídajícím zvýšením obsahu železa ve slitině. Mimo to bylo zjištěno, že zvýšení obsahu železa může podobně kompenzovat snížení tepelné vodivosti, způsobené zvýšením obsahu křemíku a manganu ve slitině. A dále, požaduje-li se tepelná vodivost větší než u základní slitiny, jakož i další zlepšení vlastností, potom může být přídavek Fe větší, než činí „kompenzační“ množství, založené na výše uvedených vztazích. Tudíž ve vynálezu se používají větší množství železa, než

se používala doposud ke kompenzaci obsahů Zn, Mn a Si za účelem dosažení dobré pevnosti, pájitelnosti a korozního potenciálu, a vynález také umožňuje další zvyšování hladiny těchto prvků, než to bylo doposud možné.

- 5 Nejsou známy důvody, proč přídavek Fe zvyšuje vodivost slitin v kompenzaci za zvýšení obsahu jiných prvků. Avšak (bez naší snahy vázat se na nějakou speciální teorii) je možné, že přebytek Fe způsobuje zvýšení rozkladu přesycené matrice slitiny, vytvořené během lití a následném válcování a v mezižihacích stupních (během zpracovací rutiny), čímž se sníží obsah solutu v matici mnohem účinněji, než by tomu bylo bez použití nadbytku Fe.

10 Kromě výše uvedených úvah je možno různé prvky slitiny a jejich příslušná množství volit ještě na základě následujících úvah.

- 15 Železo ve slitině vytváří během lití intermetalické částice, které jsou poměrně malé a přispívají ke zpevnění částic. Při obsahu železa nad 2,4 hmotnostních procent se tvoří velké částice primární intermetalické fáze, které brání válcování na požadovanou velmi malou tloušťku žebrového materiálu. Začátek vytváření takových částic je závislý na použitých exaktních podmínkách lití, a je tudíž výhodné použít železo v množství pod 2,0 %, aby se zajistila kvalita materiálu při co možno nejširších podmínkách zpracování. Spodní mezi 1,6 % Fe zajistíme, že je obsaženo přiměřené množství Fe k vytvoření kompenzačního efektu za přidaný Zn, Mn a Si. Železo také vytváří
- 20 ve slitině zpevňující částice, a spodní mez zajišťuje, aby ho bylo přiměřené množství. Je-li to žádoucí, množství železa v určité slitině se zvolí tak, aby bylo úplně kompenzováno jakékoli snížení tepelné vodivosti, již bylo dosaženo vyššími než normálními koncentracemi Zn, Si a/nebo Mn. Taková množství železa můžeme označit jako kompenzační množství. Avšak v rámci výše uvedeného rozmezí je možno použít množství nad nebo pod kompenzačním množstvím, a to je-li to požadováno a můžeme-li tolerovat odchylky tepelné vodivosti od požadované úrovně.

- 30 Křemík ve slitině v rozmezí 0,7 až 1,1 hmotnostních procenta přispívá ke zpevnění jak částic, tak i tuhého roztoku. Obsah pod 0,7 % křemíku je pro účely zpevnění nedostačující, zatímco nad 1,1 % je značně snížena vodivost vzdor kompenzaci zvýšeným množstvím Fe. Významnější je, že při vysokém obsahu křemíku je snížena teplota tavení slitiny až k bodu, při němž materiál není možno pájet. Pro optimální zpevnění se zvláště doporučuje přebytek nad 0,8 % křemíku. Mangan obsažený v rozmezí 0,3 až 0,6 % významně přispívá ke zpevnění tuhého roztoku, a do určité míry i ke zpevnění částic. Obsah manganu pod 0,3 % je pro tento účel nedostačující. Obsah manganu v tuhém roztoku nad 6 % je značně zhoubný pro vodivost, a to vzdor kompenzaci zvýšeným množstvím Fe.

- 40 Zinek v rozmezí 0,3 až 2,0 % umožňuje nastavení korozního potenciálu žebrového materiálu v širokém rozpětí. Je však výhodné mít obsah zinku nejvýše do 1,5 %, a to vzhledem k jeho nanejvýš negativnímu účinku na vodivost i při vyšším obsahu Fe, povoleném v určitém případě. Rovněž je žádoucí obsah zinku nad 0,6 %, aby se zajistilo dosažení přiměřeného (negativního) korozního potenciálu, a tato vyšší mez je více než přiměřeně kompenzována vyšším obsahem Fe podle tohoto vynálezu.

- 45 Titan obsažený ve slitině jako TiB_2 působí během lití jako zjemňovač zrna. Při obsahu větším než 0,04 % má tendenci k negativnímu dopadu na vodivost.

- 50 Vedlejší (nahodilé) prvky smějí být ve slitině v množství pod 0,05 % každý, a v agregaci (celkem) pod 0,15 %. Zejména hořčík smí být v množství od 0,10 %, výhodněji do 0,05 %, aby se zajistila pájitelnost postupem Nocolok®. Měď musí být udržována pod 0,05 %, protože má podobný účinek na vodivost jako mangan, a protože také způsobuje důlkovou korozi.

- 55 K danému rozsahu složení těchto slitin je nutno poznamenat, že k výrobě plechů jako žebrového materiálu požadovaných vlastností je nutné, aby slitina byla odlévána a tvářena za zcela specifických podmínek.

Výhodný postup zpracování je znázorněn na obr. 1 na připojených výkresech, kde je uvedeno několik kroků v pořadí, v jakém jsou prováděny. Jak vidíme v kroku 1, slitina se odlévá nejprve kontinuálním postupem (např. pásovým litím) a vytvoří se plynulý pás v odlitém stavu, který
 5 mívá normálně tloušťku 3 až 30 mm (výhodná tloušťka je nejméně 5 mm, optimální tloušťka je 5 až 25 mm). Průměrná rychlost chlazení během lití pásu má být výhodně větší než 10 °C/s. Přitom je výhodné, aby rychlost ochlazování činila méně než 250 °C/s, a výhodněji méně než 200 °C/s. Odlitý pás se potom válcuje na střední tloušťku (krok 2). To může být provedeno válcováním za studena, v závislosti na tloušťce pásu v odlitém stavu a je-li to třeba, může být pás válcován za
 10 tepla na převálcovací tloušťku (1 až 5 mm) ještě dříve, než se provede válcování za studena na střední tloušťku. Je-li toto požadováno, válcování za tepla musí být provedeno bez předběžné homogenizace. Pás střední tloušťky (výhodně 0,08 až 0,2 mm, výhodněji 0,092 až 0,150 mm) se potom žihá (krok 3) např. při teplotě 320 až 450 °C po dobu 1 až 6 hodin, a válcuje se za studena na konečnou tloušťku (krok 4), a to výhodně na 0,05 až 0,1 mm, výhodněji na 0,06 mm. Výsled-
 15 ný žebrový plech o konečné tloušťce se potom podrobí pájení během výroby tepelných výměníků (krok 5) v obr. 1). Tento konečný krok se normálně provádí u výrobců radiátorů, spíše, než u výrobců plechů (tato skutečnost je vyjádřena odlišným tvarem ohraničení kroku 5 v obr. 1).

Střední rychlost chlazení, zmíněná ve výše uvedeném popisu je průměr rychlostí chlazení po celé
 20 tloušťce bramy (plosky) v odlitém stavu, a tato rychlost chlazení je určována průměrným rozestupem interdendritických buněk po celé tloušťce bramy v odlitém stavu, jako je to popsáno např. v článku R: E. Speara aj. ve sborníku „Transactions of the American Foundrymen's Society, Proceedings of the Sixty-Seventh Annual Meeting“, 1963, vol. 71, vyd. American Foundrymen's Society, Des Plaines, Ill., USA, 1964, stránky 209 až 215. Průměrná velikost interdendritických
 25 buněk odpovídající výhodné průměrné rychlosti chlazení je v rozsahu 7 až 15 mikrometrů (mikronů).

V průběhu litého procesu při rychlosti ochlazování nižší než 10 °C/s budou intermetalické částice vznikající během lití příliš velké a způsobí problémy při válcování. Nižší rychlost ochlazování
 30 obvykle vede k přímému lití (DC casting) a homogenizaci, a za těchto podmínek se jednotlivé prvky vyplaví (vyjdou) z přesycené matrice slitiny, tím se omezí mechanismus zpevňování rozto- ku, což vede k materiálu s nepřiměřenou pevností. Znamená to, že je nutno použít kontinuálního lití pásu. Těchto postupů je několik, včetně válcového lití, pásového lití a blokového lití. Pásové a blokové lití se provádí při nižších maximálních středních rychlostech ochlazování, které jsou
 35 menší než 250 °C/s, výhodněji menší než 200 °C/s, takže tyto postupy jsou obzvláště preferovány, jelikož jsou vhodnější k lití slitin s vysokým obsahem železa bez defektů.

Podle obzvláště výhodné charakteristiky tohoto vynálezu se žebrový materiál vyrobí kontinuál-
 40 ním litím na pás tloušťky 5 až 30 mm při rychlosti ochlazování 10 °C/s nebo vyšší, avšak nižší než 25 °C/s, případně (výhodně) válcováním za tepla pásu v odlitém stavu na plech tloušťky 1 až 5 mm, válcováním za studena na plech tloušťky 0,08 až 0,20 mm (což je střední tloušťka), žihá- ním při 340 až 450 °C po dobu 1 až 6 hodin, a válcováním a studena na konečnou tloušťku (0,05 až 0,10 mm). Je výhodné, aby pás v odlitém stavu vstoupil do procesu válcování za tepla při tep-
 45 lotě v rozmezí 400 až 550 °C. Kroku válcování za tepla není třeba, blíží-li se tloušťka pásu v odlitém stavu těsně minimální tloušťce. Konečné válcování za studena bude výhodné, použije- li se redukce do 60 %, a výhodněji méně než 50 %. Intenzita válcování za studena v kroku konečného válcování se nastaví tak, aby po pájení vznikla optimální velikost zrna, tj. velikost
 50 zrna 30 až 80 μm, výhodněji 40 až 80 μm. Je-li redukce při válcování za studena příliš velká, pak mez pevnosti v tahu (UTS) po pájení je vysoká, avšak velikost zrna se stává příliš malou a teplota pájení příliš nízkou. Na druhé straně je-li redukce za studena příliš malá, pak teplota pájení je vysoká, avšak mez pevnosti v tahu (UTS) po pájení je příliš nízká. Výhodnou metodou kontinuál- ního lití pásu je pásové lití.

Jak již bylo uvedeno, pás po odlití může být válcován za tepla nebo přímo za studena (v závislos-
 55 ti na tloušťce pásu v odlitém stavu) na střední tloušťku (obvykle 0,092 až 0,150 mm). Při této

tloušťce vyválcovaný pás se podrobí mezižihání při teplotě v rozmezí 320 až 450 °C po dobu 1 až 6 hodin. Po ochlazení tento mezižiháný pás se podrobí válcování za studena na konečnou tloušťku (obvykle na 0,06 mm, požaduje-li se tenký žebrovaný materiál). Tento produkt je určen pro výrobu tepelných výměníků, a pájení se podrobí až v kroku výroby tepelných výměníků.

5

Pás jako produkt vytvořený z této slitiny podle vynálezu má mez pevnosti v tahu (UTS) po pájení vyšší než 127 MPa, výhodněji vyšší než 130 MPa, a vodivost po pájení má vyšší než 49,0 % IACS, výhodněji vyšší než 49,8 % IACS, a nejvýhodněji vyšší než 50,0 % IACS, a teplotu pájení má vyšší než 595 °C, výhodněji vyšší než 600 °C.

10

Tyto vlastnosti pásu se měří při simulovaných podmínkách pájení, a to následovně:

Mez pevnosti v tahu (UTS) po pájení se měří následujícím postupem, jímž jsou simulovány podmínky pájení. Zpracovaný žebrovaný materiál o konečné válcovací tloušťce (např. po válcování na tloušťku 0,06 mm) se vloží do pece předehřáté na 570 °C, potom se vyhřívá asi 12 minut na 600 °C, pak se udržuje na 600 °C po tři minuty (vyrovnávací teploty), ochladí se na 400 °C rychlostí 50 °C/min. a nakonec se ochladí vzduchem na teplotu místnosti. Na tomto materiálu se potom provede zkouška pevnosti v tahu.

Vodivost po pájení se měří jako elektrická vodivost (která přímo odpovídá tepelné vodivosti, a která se snadněji měří), a to na vzorku zpracovaném jako pro zkoušku meze pevnosti v tahu, která simuluje podmínky pájení; použije se zkoušky vodivosti stanovené v normě JIS-H0505. Elektrická vodivost se vyjádří jako procento Mezinárodního standardu (etalonu) pro žíhanou měď („International Annealed Copper Standard“ – % IACS).

25

Příklady provedení vynálezu

Na laboratorním lícím zařízení s dvojitém pásem byla odlita řada experimentálních slitin, které pak byly válcovány na konečnou tloušťku za výše popsaných podmínek. V tabulce 1 je uvedeno složení slitin a jejich vodivost ve „stavu po pájení“.

30

Tabulka 1
Složení slitin (v hmotnostních %) a vodivost

Si	Fe	Mn	Zn	Vodivost (% IACS)	
0,97	1,45	0,31	0,51	50,3	
0,93	1,53	0,42	0,46	49,8	
0,86	1,54	0,41	0,46	50,7	*
0,84	1,85	0,42	0,47	51,4	*
0,75	1,49	0,41	0,47	50,5	
0,80	1,51	0,52	0,46	49,7	
1,02	1,50	0,32	0,45	50,2	
0,85	1,44	0,39	0,54	51,1	*
0,83	1,47	0,38	0,92	50,3	
0,89	1,52	0,38	1,43	49,6	
0,83	0,93	0,37	0,93	49,5	
0,86	0,29	0,41	0,88	48,3	*
0,87	1,41	0,41	0,95	49,4	*
0,86	1,68	0,41	0,95	50,1	
*0,90	1,40	0,29	1,08	49,9	
0,98	1,73	0,34	1,15	49,6	
1,04	1,90	0,45	1,09	49,3	
1,02	2,22	0,55	0,98	49,4	

5

U výsledných materiálů byla provedena multivariační regresní analýza, a z výsledků zkoušek byl stanoven účinek přídatku 0,1 hmotn. % legovacích prvků (Mn, Si, Fe a Zn) na vodivost ve stavu po pájení. Toto znázorňuje tabulka 2.

10

Tabulka 2
Vliv přídatku 0,1 hmotn. % Mn, Si, Fe a Zn na vodivost ve stavu po pájení

	Legovací prvky			
	Mn	Si	Fe	Zn
Vodivost (% IACS)	-0,65	-0,39	+0,23	-0,17

15

Z tabulky 2 je patrné, že Mn, Si a Zn způsobují pokles vodivosti, zatím co Fe způsobuje neočekávané zvýšení vodivosti.

K lepšímu znázornění vlivu železa byly v tabulce 1 vybrány určité případy údajů (označené v tabulce hvězdičkou), u kterých obsah Si a Mn byl v podstatě konstantní (v rámci nejistoty analýzy). I když se obsah Zn stále měnil, jako účinek byl mnohem menší než u Si a Mn, takže zinek je možno zanedbat.

V obr. 2 byla pro uvedené případy vynesena do grafu vodivost oproti obsahu Fe; jasně se ukázal překvapivý vliv železa na vodivost. Při obsahu Fe nad 1,6 % je vodivost dostačující ke kompenzování případných negativních účinků jiných prvků, což umožňuje zvýšit ve slitinách podle vynálezu obsah Mn, Si a Zn. Mimo to, ve všech případech tabulky 1, kdy obsah železa převýšil 1,6 %, byla naměřena vodivost nejméně 49,0 % IACS (přesahující cílovou vodivost), a to i při poměrně vysokém obsahu Si a/nebo Mn.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby hliníkové slitiny pro žebrový materiál, sestávající z kroků kontinuálního litého pásu slitiny hliníku pro žebrový materiál k vytvoření pásu v odlitém stavu s použitím rychlosti ochlazování v rozmezí 10 až 250 °C/s, z válcování pásu v odlitém stavu k vytvoření plechu střední tloušťky, z žíhání plechu střední tloušťky, a z válcování za studena žíhaného plechu střední tloušťky k vyrobení hliníkového žebrového materiálu konečné tloušťky, který má po pájení vodivost větší než 49,0 % IACS, **vyznačující se tím**, že všechny tyto kroky se provedou s žebrovou slitinou, která obsahuje následující prvky v hmotnostních procentech:

Fe	1,6 až 2,4
Si	0,7 až 1,1
Mn	0,3 až 0,6
Zn	0,3 až 2,0
Ti	0,005 až 0,040
nahodilé příměsi	každý z prvků pod 0,05, celkem ne přes 0,15
Al	zbytek do 100 %.

2. Způsob výroby podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že výrobní kroky se provedou se slitinou, obsahující 0,005 až 0,02 hmotnostních % Ti.

3. Způsob výroby podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že výrobní kroky se provedou se slitinou, obsahující 1,6 až méně než 2,0 hmotnostních % Fe.

4. Způsob výroby podle nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že výrobní kroky se provedou se slitinou, obsahující více než 0,8 až 1,1 hmotnostních % Si.

5. Způsob výroby podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že výrobní kroky se provedou se slitinou, obsahující více než 0,6 až 2,0 hmotnostních % Zn.

6. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že odlitý pás se válcuje za tepla bez předchozí homogenizace, aby se vytvořil převálcovaný pás před válcováním za studena.

7. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že slitina se odlévá v tloušťce do 30 mm.

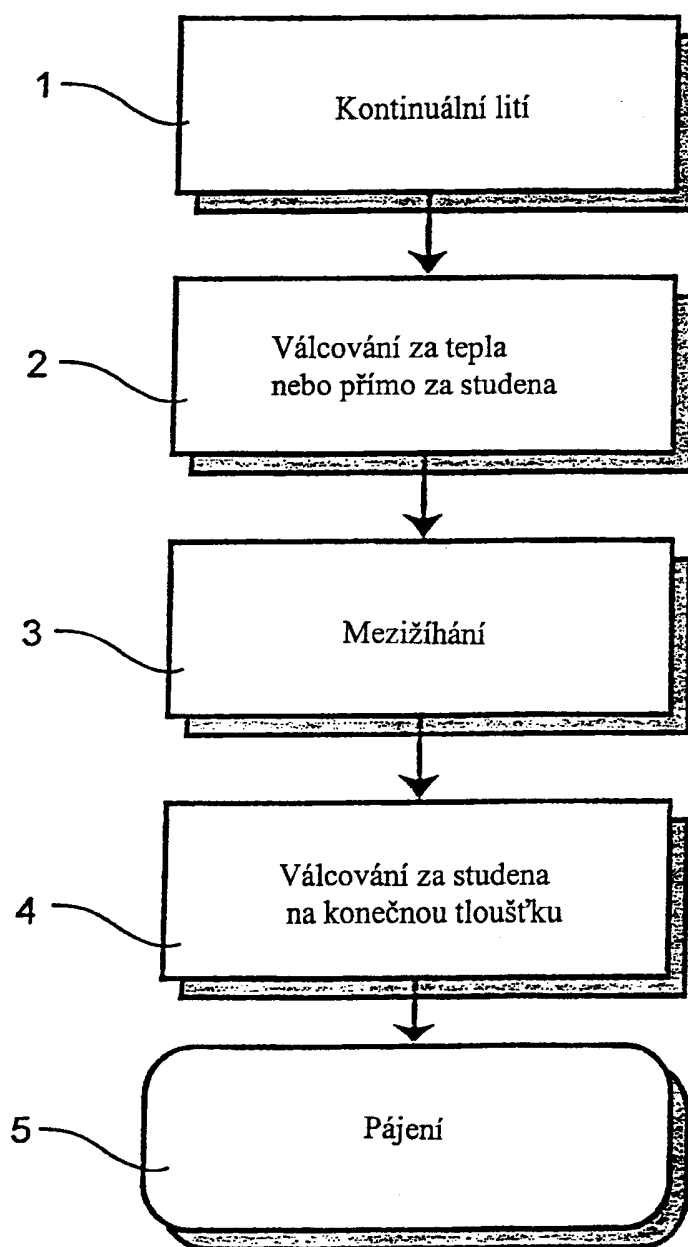
8. Způsob výroby podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že slitina se odlévá v tloušťce 3 až 30 mm.
- 5 9. Způsob výroby podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že pás se válcuje za tepla bez předchozí homogenizace na plech tloušťky 1 až 5 mm.
- 10 10. Způsob výroby podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že za tepla vyválcovaný plech se žihá při teplotě 340 až 450 °C po dobu 1 až 6 hodin.
- 10 11. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že vyžíhaný plech se válcuje za studena na pás konečné tloušťky pod 100 μm.
- 15 12. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že vyžíhaný plech se válcuje za studena na pás konečné tloušťky pod 80 μm.
- 15 13. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že vyžíhaný plech se válcuje za studena na konečnou tloušťku $60 \pm 10 \mu\text{m}$.
- 20 14. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že vyžíhaný plech se válcuje za studena na konečnou tloušťku s použitím redukce menší než 60 %.
- 25 15. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že lití pásu se provede na pásovém licím zařízení.
- 25 16. Způsob výroby podle kteréhokoliv z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že pás o konečné tloušťce má vodivost po pájení větší než 50,0 % IACS.
- 30 17. Materiál na plech pro žebra tepelných výměníků, **vyznačující se tím**, že má vodivost větší než 49,0 % IACS a že je vyroben ze slitiny hliníku, která obsahuje následující prvky (v hmotnostních procentech):
- | | |
|------------------|---|
| Fe | 1,6 až 2,4 |
| Si | 0,7 až 1,1 |
| 35 Mn | 0,3 až 0,6 |
| Zn | 0,3 až 2,0 |
| Ti | 0,005 až 0,040 |
| nahodilé příměsi | každý z prvků pod 0,05, celkem ne přes 0,15 |
| Al | zbytek do 100 % |
- 40 18. Materiál podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že má vodivost po pájení větší než 50,0 % IACS.
- 45 19. Materiál podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že má tloušťku menší než 100 μm.
20. Materiál podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že má tloušťku menší než 80 μm.

21. Materiál podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že má tloušťku $60 \pm 10 \mu\text{m}$.

- 5 **22.** Materiál podle kteréhokoliv z nároků 17 až 21, **vyznačující se tím**, že byl vyroben způsobem podle kteréhokoliv z nároků 1 až 16.

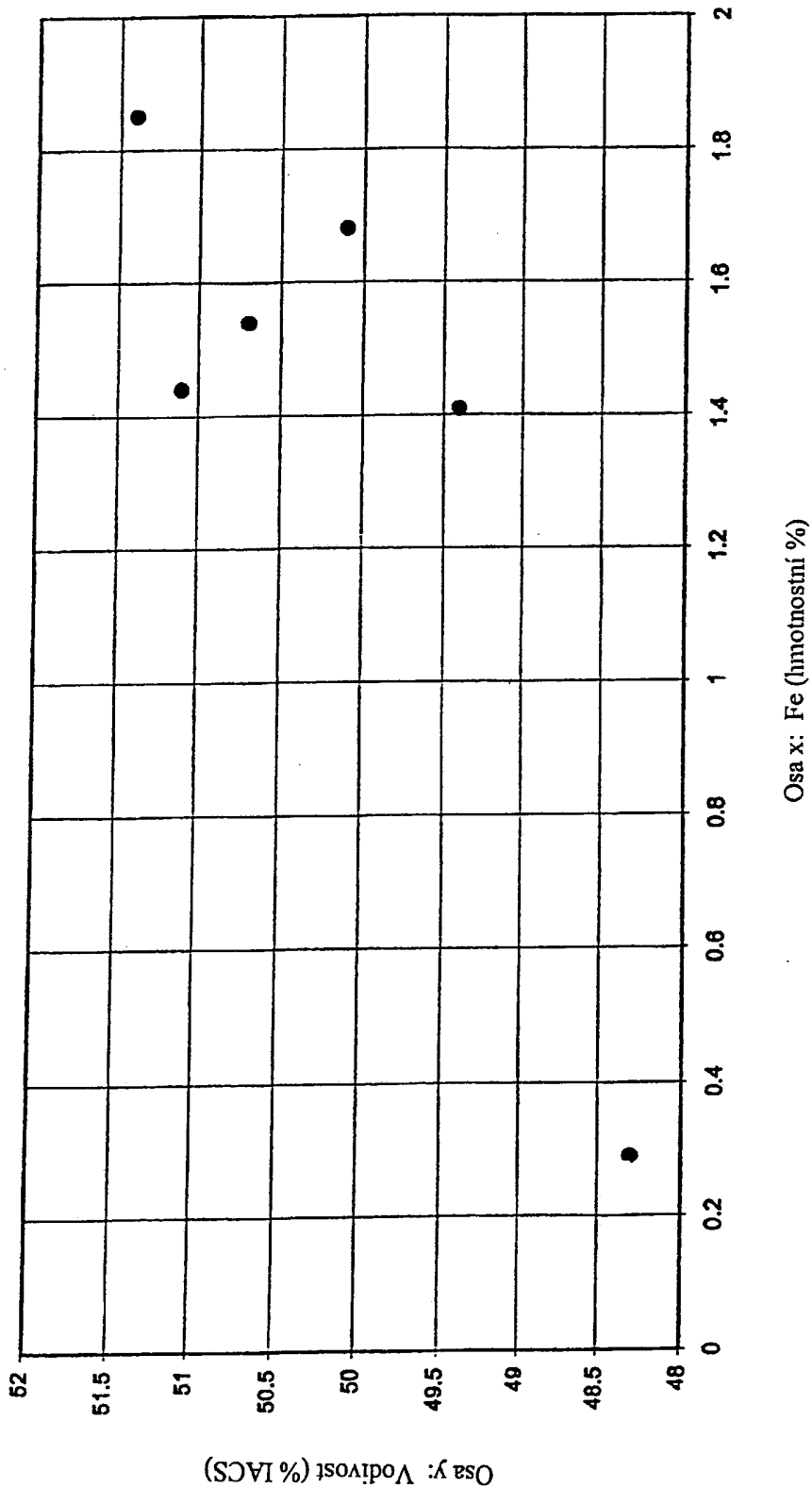
10

2 výkresy



Obr. 1

Obr. 2



Konec dokumentu