ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

218566
(11) (B2)

(51) Int. Cl.[3]
C 21 D 1/28

(22) Přihlášeno 17 06 77
(21) (PV 4016-77)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 17 06 76
(696970) Spojené státy americké

(40) Zveřejněno **30 11 81**

(45) Vydáno 15 03 85

(72)
Autor vynálezu MALAGARI FRANK ANGELO, FREEPORT (Sp. st. a.)

(73)
Majitel patentu ALLEGHENY LUDLUM STEEL CORPORATION, PITTSBURGH (Sp. st. a.)

(54) Křemíková ocel inhibovaná bórem

1

Vynález se týká křemíkové oceli inhibované bórem, se zrny orientovanými krychle na hranu, o permeabilitě alespoň $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátě v jádru nižší než 1.544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T vyrobená z taveniny křemíkové oceli. Podstata vynálezu spočívá v tom, že ocel, inhibovaná bórem, obsahuje měď v hmotnostní koncentraci od 0,3 do 1,0 %.

2

Vynález se týká křemíkové oceli inhibované bórem, s orientovanými zrny.

U elektromagnetických křemíkových ocelí, jako u většiny předmětů obchodu, je cena úměrná kvalitě. Cívky z oceli z určité tavby jsou hodnoceny a prodávány podle tříd. Cívky se značnou ztrátou v jádru obvykle obdrží nižší třídu než cívky s nižší ztrátou v jádru, i když všechny ostatní činitelé jsou stejné, a výsledkem toho je nižší prodejní cena. Řada patentů (například patenty USA č. 3 873 381, č. 3 905 842, č. 3 905 843 a č. 3 957 546 dokazuje, že kvalita elektromagnetické křemíkové oceli se může zlepšit přidáváním řízených množství bóru do taveniny. Oceli mají permeabilitu nejméně $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádrech ne větší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T a těchto vlastností se dosáhlo přidáváním uvedených přísad. Avšak, jako většina způsobů, způsoby uvedené v těchto patentech ponechávají ještě možnost dalšího zlepšení.

Vynález má za účel zlepšení magnetické kvality jednotlivých cívek z elektromagnetické oceli a vztahuje se také na způsob, podle něhož lze tavbu křemíkové oceli zpracovat tak, že nejméně 25 % a někdy více než 50 % cívek má permeabilitu nejméně $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádru ne větší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T.

Podle vynálezu se dosahuje těchto hodnot v podstatě řízeným přidáváním mědi.

Ze shora uvedených materiálů vyplývá, že přidávání znatelných přísad mědi do tavenin oceli typů uvedených v patentech USA č. 3 873 381, č. 3 905 842, č. 3 905 843 a číslo 3 957 546 není dosud známo.

Žádný ze čtyř citovaných patentů nepřisuzuje žádnou výhodu mědi, přestože tři z nich uvádějí obsah mědi v příkladných provedeních; a dále žádný z nich neuvádí přidávání mědi v tak velkých množstvích, jako je minimální množství zde uvedené. Podobně patenty USA č. 3 855 018, č. 3 855 019, číslo 3 855 020, č. 3 855 021, č. 3 925 115, č. 3 929 522 a č. 3 873 380 nečiní předložený vynález evidentní. Přestože tyto patenty uvádějí přidávání mědi, popisují úplně jiné oceli bez obsahu bóru nebo obsahující hliník. Dále, ani ony ani ostatní čtyři patenty nepopisují způsob zlepšující magnetickou kvalitu oceli tak, že nejméně 25 % cívek z určité, jednostupňové za studena válcované tavby má permeabilitu nejméně $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádru ne větší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T.

Uvedené nedostatky odstraňuje křemíková ocel inhibovaná bórem, se zrny orientovanými krychle na hranu, o permeabilitě alespoň $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátě v jádru nižší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T, vyrobená z taveniny křemíkové oceli, obsahující v hmotnostní koncentraci od 0,02 do 0,06 % uhlíku, od 0,0006 do 0,0080 % bóru, do 0,010 % dusíku, nejvýše 0,008 % hliníku a od 2,5 % do 4,0 % křemíku, odlitím této oceli, vyválcováním za tepla na mezitímní tloušťku od 1,2 do 3 mm, vyválcováním za studena na tloušťku od 0,23 mm do 0,5 milimetrů bez mezižíhání mezi průchody oceli mezi válci za studena, vytvořením několika cívek z této oceli, jejím oduhličením a žíháním na konečnou strukturu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že ocel, inhibovaná bórem, obsahuje měď v hmotnostní koncentraci od 0,3 do 1,0 %.

Jednotlivé úkony uvedené výše, mohou být obdobné jako úkony, popsané ve zmíněných patentech.

Výraz odlévání zahrnuje i plynulé lití. Tepelné zpracování za tepla válcovaného pásu je rovněž zahrnuto v předmětu vynálezu. Taveniny obsahující v hmotnostní koncentraci od 0,02 do 0,06 % uhlíku, od 0,015 do 0,15 % manganu, od 0,01 do 0,05 % látky ze skupiny obsahující síru a selen od 0,0006 až 0,0080 %, výhodně nejméně 0,0008 % bóru, do 0,0100 dusíku, od 2,5 do 4,0 % křemíku, od 0,3 do 1,0 % výhodně více než 0,5 % mědi, do 0,008 % hliníku, zbytek železo, jsou nejvhodnější pro zpracování podle vynálezu. Měď obsažená v tavenině zdokonaluje magnetické vlastnosti oceli tak, že nejméně 25 % a někdy více než 50 % cívek má permeabilitu nejméně $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádru ne větší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádru ne větší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T na obou koncích. Obsah bóru je obvykle vyšší než 0,0008 procent.

Přestože není přesně známo proč měď je tak výhodná, domníváme se, že měď tvoří částice sirníku, který se chová jako inhibitor, čímž se zdokonalují magnetické vlastnosti jeho vlivem na sekundární rekrystalizaci a růst zrn. Dále se domníváme, že měď snižuje citlivost slitiny na teploty při tváření za horka, čímž se zvyšuje stejnorodost magnetických vlastností mezi jednotlivými cívkami a mezi oběma konci cívky.

Součástí vynálezu je rovněž za tepla válcovaný pás, vhodný pro zpracování na křemíkovou ocel inhibovanou bórem, se zrny orientovanými krychle na hranu, mající permeabilitu nejméně $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádru ne větší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T. Za tepla válcovaný pás má tloušťku 1,2 až 3 mm a obsahuje v hmotnostní koncentraci od 0,02 do 0,06 % uhlíku, od 0,015 do 0,15 % manganu, od 0,01 do 0,05 % látky ze skupiny obsahující síru a selen, od 0,0006 do 0,0080 % výhodně nejméně 0,0003 % boru, do 0,0100 % dusíku, od 2,5 do 4,0 % křemíku, od 0,3 do 1,0 % výhodně více než 0,5 % mědi, do 0,008 % hliníku, zbytek železo.

Nový účinek vynálezu spočívá v tom, že křemíkové oceli inhibované borem, s orientovanými zrny, jež obsahují od 0,3 % do 1,0 procent mědi vesměs lepší magnetické vlastnosti než dosud známé oceli a proto jsou zařazovány celkově do vyšších jakostních tříd.

Dále je uveden příklad konkrétního provedení.

Tři tavby (tavba A, B a C) byly roztaveny a zpracovány do cívek z křemíkové oceli s orientací krychle na hranu. Složení taveb je zřejmé je tab. I.

Tabulka I

Složení (hmotnostní koncentrace v %)

Tavba	C	Mn	S	B	N	Si	Cu	Al	Fe
A	0,029	0,040	0,020	0,0013	0,0048	3,13	0,27	0,003	Zbytek do 100 %
B	0,033	0,040	0,021	0,0014	0,0046	3,14	0,38	0,003	Zbytek do 100 %
C	0,031	0,041	0,020	0,0013	0,0046	3,13	0,50	0,004	Zbytek do 100 %

Z tab. I je zřejmé, že jediná významná změna ve složení taveb je pouze v obsahu mědi. Tavba A obsahuje 0,27 % mědi, zatímco obsah mědi v tavbách B a C je 0,38 a 0,50 %.

Zpracování taveb zahrnovalo vyrovnávání teplot při zvýšené teplotě po několik hodin, válcování za tepla na jmenovitou tloušťku 2 mm, přípravu cívky, normalizaci při teplotě cca 950 °C, válcování za studena na konečný rozměr, oduhličení při teplotě asi 800 °C a žíhání na konečnou strukturu při maximální teplotě 1175 °C ve vodíku.

U cívek z taveb A, B a C se měřila šířka a zkoušely se na permeabilitu a ztrátu v jádru. Výsledky jsou uvedeny v tab. II.

Tabulka II

Tavba	Cu (%)	Cívka č.	Šířka (mm)	Ztráty v jádru $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T	Permeabilita v $H \cdot m^{-1} \cdot 10^{-3}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$
A	0,27	1 uvnitř	0,3150	1,560	2,410
		vně	0,2315	1,423	2,441
		2 uvnitř	0,2950	1,615	2,395
		vně	0,3015	1,573	2,415
		3 uvnitř	0,2950	1,680	2,342
		vně*)			
		4 uvnitř	0,2675	1,448	2,383
		vně	0,2850	1,550	2,403
		5 uvnitř	0,2900	1,496	2,413
		vně	0,2100	1,485	2,394
		6 uvnitř	0,3050	1,540	2,396
		vně	0,2825	1,551	2,384
		7 uvnitř	0,3025	1,682	2,362
		vně	0,2800	1,558	2,380
B	0,38	1 uvnitř	0,2815	1,508	2,406
		vně	0,2815	1,451	2,405
		2 uvnitř	0,2750	1,470	2,393
		vně	0,2825	1,580	2,363
		3 uvnitř	—	—	—
		vně	0,2625	1,463	2,394
		4 uvnitř	0,2900	1,538	2,378
		vně	2,2775	1,485	2,403
		5 uvnitř	0,3000	1,650	2,360
		vně*)			
		6 uvnitř	0,2900	1,560	2,370
		vně	0,2800	1,470	2,400
		8 uvnitř	0,2850	1,470	2,400
		vně	0,2675	1,499	2,378

Tavba	Cu (%)	Cívka č.	Šířka (mm)	Ztráty v jádru $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T	Permeabilita v $H \cdot m^{-1} \cdot 10^{-3}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$
C	0,50	1 uvnitř	0,2925	1,506	2,400
		vně	0,2775	1,448	2,402
		2 uvnitř	0,2825	1,508	2,400
		vně	0,2100	1,446	2,413
		3 uvnitř	0,2800	1,509	2,398
		vně	0,2775	1,467	2,419
		4 uvnitř	0,3100	1,580	2,376
		vně	0,3050	1,536	2,400
		5 uvnitř	0,2900	1,497	2,403
		vně	0,2800	1,496	2,408
		6 uvnitř	0,2900	1,548	2,397
		vně	0,2575	1,538	2,355
		7 uvnitř	0,2875	1,508	2,381
		vně	0,2725	1,473	2,404
		8 uvnitř	0,2800	1,497	2,399
		vně	0,2625	1,420	2,416

*) silná

Z tabulky II je zřejmé, že pouze jedna z cívek z tavby A měla na obou koncích permeabilitu nejméně $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátu v jádru do 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T. Tavba A má obsah mědi 0,27 %, množství pod minimální hodnotou podle vynálezu. Na druhé straně tři cívky z tavby B a šest cívek z tavby C mělo magnetické vlastnosti lepší než udávané. Tavby B a C mají obsahy mědi v rozsahu vynálezu 0,38 a 0,50 procent. Dále více než 50 % cívek z tavby C převýšilo specifikované vlastnosti. Tyto hodnoty dokládají, že obsah mědi nad 0,5 % je nejvýhodnější.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Křemíková ocel inhibovaná bórem, se zrny orientovanými krychle na hranu, o permeabilitě alespoň $2{,}350 \cdot 10^{-3}$ $H \cdot m^{-1}$ při 795 $A \cdot m^{-1}$ a ztrátě v jádru nižší než 1,544 $W \cdot kg^{-1}$ při 1,7 T, vyrobená z taveniny křemíkové oceli, obsahující v hmotnostní koncentraci od 0,02 do 0,06 % uhlíku, od 0,0006 do 0,0080 procent bóru, do 0,010 % dusíku, nejvýše 0,008 % hliníku a od 2,5 % do 4,0 % křemíku, odlitím této oceli, vyválcováním za tepla na mezitímní tloušťku od 1,2 do 3 mm, vyválcováním za studena na tloušťku od 0,23 mm do 0,5 mm bez mezižíhání mezi průchody oceli mezi válci za studena, vytvořením několika cívek z této oceli, jejím oduhličením a žíháním na konečnou strukturu, vyznačená tím, že ocel, inhibovaná bórem, obsahuje měď v hmotnostní koncentraci od 0,3 do 1,0 %.

Severografia, n. p., závod 7 Most

Cena 2,40 Kčs