



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

215059

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³

C 21 D 1/28

(22) Přihlášeno 17 06 77
(21) (PV 4017-77)

(32) (31)(33) Právo přednosti od 17 06 76
(696969) Spojené státy americké

(40) Zveřejněno 30 10 81

(45) Vydáno 15 12 84

(72) Autor vynálezu

MALAGARI FRANK ANGELO, FREEPORT (Sp. st. a.)

(73) Majitel patentu

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

(54) Křemíková ocel a způsob její výroby

1

Vynález se týká křemíkové oceli mající orientaci krychle na hranu a permeabilitu nejméně 1 870 H při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$, stejně tak i způsobu její výroby.

Způsob výroby křemíkové oceli s vysokou permeabilitou a mající orientaci krychle na hranu je popsán v popisu vynálezu k USA patentu č. 3 957 546. V podstatě přisuzuje tento patent dosažení vysoké permeability přítomnosti malých kritických množství boru a řízeného poměru manganu k síře. Tento patent vyžaduje maximální poměr síry k manganu 1,8.

Podle vynálezu se získá křemíková ocel o vysoké permeabilitě, tj. ocel s permeabilitou nejméně 1 870 H a s výhodou alespoň 1 900 H při $795 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ bez udržování poměru síry k manganu v tomto rozsahu. Řízením obsahu boru v rozmezí 0,0006 až 0,0018 % a s výhodou nejméně 0,0008 %, vytvoří se křemíková ocel o vysoké permeabilitě s poměrem manganu a síry nad 1,83, a i 2,1. Třebaže to není s jistotou známo, je domněnka, že s vyššími poměry lze dosáhnout zlepšení ve zpracování nebo jakosti povrchu. Dále se ukázalo, že ocelové cívky s nízkými poměry obvykle měly nejméně jeden špatný konec, byly-li válcovány za studena bez mezižihání.

Jak je patrné z poslední věty předešlého odstavce, týká se vynález rovněž způsobu, u něhož se cívky válcují za studena bez mezižihání mezi jednotlivými průchody. Vynález je tedy zcela odlišný od patentu USA č. 3 905 843, který vyžaduje dvojí samostatnou redukci za studena s mezižiháním mezi těmito operacemi a rovněž od popisů vynálezů k USA patentům č. 3 873 381, 3 905 842 a 3 929 522, popisujících taveniny obsahující bor. Patent číslo 3 873 381 uvádí minimální hranice boru, které jsou vyšší než je maximální hodnota podle vynálezu, a patent USA č. 3 905 842 se týká ocelí, u nichž je přítomno nejméně 0,007 % síry v rozpuštěném stavu během žhání na konečnou strukturu. Patent USA č. 3 929 522 se týká oceli inhibované nitridem hliníku.

215059

Uvedené nedostatky odstraňuje křemíková ocel s orientací zrn krychle na hranu, mající permeabilitu alespoň 1 870 H při 795 A.m⁻¹ a vyrobená z taveniny křemíkové oceli, obsahující v hmotnostních procentech 0,02 až 0,06 uhlíku, 0,015 až 0,15 manganu, 0,01 až 0,05 materiálu ze skupiny tvořené sírou a selenem, 0,0006 až 0,0018, například 0,0008 do 0,0018 boru, do 0,0100 dusíku, 2,5 až 4,0 křemíku, do 1,0, například 0,3 až 1,0 mědi a nejvýše 0,008 hliníku, kterážto ocel byla odlita, válcována za horka v pás o tloušťce od 1,2 mm do 3,1 mm, válcována za studena na tloušťku od 0,23 mm do 0,5 mm v jediném redukcí za studena, oduhliče-na a žihána na konečnou strukturu, kterážto ocel měla méně než 0,006 % hmotnostních síry v rozpuštěném stavu na počátku žihání. Podstata vynálezu spočívá v tom, že poměr manganu k síře leží v rozmezí 1,83 až 2,5.

Jednotlivé úkony lze provádět obvyklým způsobem nebo podle některého ze shora uvedených patentů. Výraz "odlévání" zahrnuje rovněž plynulé lití. Do rámce vynálezu spadá také tepelné zpracování za tepla válcovaného pásu. Taveniny obsahující nejméně 0,008 % hmotnostních boru jsou nejvýhodnější, právě tak jako obsahy mědi mezi 0,3 až 1,0 % hmotnostních.

S ohledem na vysoký poměr manganu k síře podle vynálezu, je méně než 0,006 % rozpuštěné síry přítomno při počátku žihání na konečnou strukturu. Jak bylo poznamenáno, je nežádoucí mít nízký poměr manganu k síře neboť cívky vyrobené z tavby s nízkým poměrem mají nejméně jeden špatný konec, jsou-li cívky válcovány za studena bez mezižihání mezi jednotlivými průchody.

Nový účinek vynálezu spočívá v tom, že lze podle něho získat křemíkovou ocel o vysoké permeabilitě, která má vesměs dobré magnetické vlastnosti a jakost. Cívky, vyrobené podle vynálezu, mají ztrátu v jádru ne větší než 0,700 W.0,453 kg⁻¹ při 1,7 T a permeabilitu nejméně 1 870 H při 795 A.m⁻¹ na obou koncích. Je rovněž v rozsahu vynálezu nahradit část nebo všechnu síru selenem. Poměr manganu k síře nebo manganu k síře plus selen je často nad 2,1. Během shora uvedeného zpracování jsou však udržovány poměry nejméně 1,83.

Dále jsou příklady konkrétního provedení.

P ř í k l a d I

Tři tavby (tavba A, B a C) se roztavily a zpracovaly na cívky z křemíkové oceli mající orientaci krychle na hranu. Složení taveb je zřejmé z tabulky I.

T a b u l k a I

Tavba	Složení (hmot. %)								
	C	Mn	S	B	N	Si	Cu	Al	Fe
A	0,025	0,035	0,015	0,0011	0,0047	3,13	0,35	0,006	zbytek
B	0,030	0,035	0,020	0,0009	0,0044	3,22	0,36	0,004	zbytek
C	0,029	0,035	0,019	0,0016	0,0036	3,17	0,36	0,006	zbytek

Zpracování taveb zahrnovalo vyrovnávání teplot při zvýšené teplotě po několik hodin, válcování za tepla na jmenovitou tloušťku 2 mm, příprava cívek, normalizace za tepla válcovaného pásu při teplotě 950 °C, válcování za studena na konečnou tloušťku, oduhličení při teplotě 801 °C a žihání na konečnou strukturu při maximální teplotě 1 175 °C ve vodíku.

Cívka z každé tavby se změřila na tloušťku a zkoušela na permeabilitu a ztrátu v jádru. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce II spolu s poměrem manganu k síře na obou koncích za tepla válcovaného pásu.

Tabulka II

Tavba	Za tepla válcovaný pás	Cívka č.	Tloušťka (mm)	Ztráta v jádru W.0,453 kg ⁻¹ při 1,7 T	Permeabilita při 795 A.m ⁻¹
A	1,95	4 uvnitř	0,284	0,660	1 939
	2,47	vně	0,263	0,695	1 910
B	2,22	7 uvnitř	0,287	0,660	1 921
	2,29	vně	0,279	0,651	1 929
C	1,90	8 uvnitř	0,298	0,699	1 918
	2,10	vně	0,269	0,660	1 908

Z tabulky II je zřejmé, že ocel mající 0,0006 až 0,0018 % boru a obsah manganu a síry jehož výsledkem je vytvoření za tepla válcovaného pásu s poměrem manganu k síře nejméně 1,83, lze zpracovat s jedinou za studena provedenou redukcí na cívku z elektromagnetické křemíkové ocele mající permeabilitu nejméně 1 870 H při 795 A.m⁻¹ a ztrátu v jádru ne větší než 0,700 W.0,453 kg⁻¹ při 1,7 T. Všechny tři cívky měly permeabilitu vyšší než 1 900 H při 795 A.m⁻¹. Cívka z tavby B měla poměr manganu k síře vyšší než 2,1 na obou koncích.

Příklad II

Jiná tavba (tavba D) měla složení uvedené v tabulce III a byla zpracována stejně jako tavba A, B a C.

Tabulka III

Tavba	Složení (hmot. %)								Zbytek
	C	Mn	S	B	N	Si	Cu	Al	
D	0,030	0,024	0,023	0,0014	0,0066	3,16	0,26	0,004	zbytek

U cívky z této tavby se měřila tloušťka a zkoušela permeabilita a ztráta v jádru. Výsledky jsou uvedeny v tab. IV spolu s poměrem manganu k síře na obou koncích za tepla válcovaného pásu.

Tabulka IV

Tavba	Za tepla válcovaný pás Mn/S	Cívka č.	Tloušťka (mm)	Ztráta v jádru W.0,453 kg ⁻¹ při 1,7 T	Permeabilita při 795 A.m ⁻¹
D	1,04	6 uvnitř	0,266	0,692	1 846
	1,13	vně	0,276	1,41	1 468

Tabulka IV ukazuje velký rozdíl v magnetických vlastnostech každého konce cívky 6 tavby D. Zejména tavba D měla poněkud nízký poměr manganu k síře, a to 1,04 a 1,13 na

obou koncích a jak je shora uvedeno, cívky s nízkým poměrem obvykle mají alespoň jeden konec špatný, jsou-li cívky válcovány za studena bez mezižhánání mezi jednotlivými průcho-
dy. Na rozdíl od tavby D vyžaduje vynález za tepla válcovaný pás s minimálním poměrem manganu k síře 1,83.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Křemíková ocel s orientací zrn krychle na hranu, mající permeabilitu alespoň $1\ 870\ \text{H při } 795\ \text{A.m}^{-1}$ a vyrobená z taveniny křemíkové oceli, obsahující v hmotnostních procentech 0,02 až 0,06 uhlíku, 0,015 až 0,15 manganu, 0,01 až 0,05 materiálu ze skupiny tvořené sírou a selenem, 0,0006 až 0,0018, výhodně od 0,0008 do 0,0018 bóru, do 0,0100 dusíku, 2,5 až 4,0 křemíku, do 1,0, výhodně 0,3 až 1,0 mědi a nejvýše 0,008 hliníku, kterážto ocel byla odlita, válcována za horka v pás o tloušťce od 1,2 mm do 3,1 mm, válcována za studena na tloušťku od 0,23 mm do 0,5 mm v jediné redukci za studena, oduhličena a žhánána na konečnou strukturu, kterážto ocel měla méně než 0,006 % hmotnostních síry v rozpuštěném stavu na počátku žhánání, vyznačená tím, že poměr manganu k síře leží v rozmezí 1,83 až 2,5.

2. Způsob výroby křemíkové oceli podle bodu 1, při němž se připraví tavenina křemíkové oceli, obsahující v hmotnostních procentech 0,02 až 0,06 uhlíku, 0,015 až 0,15 manganu, 0,01 až 0,05 materiálu ze skupiny tvořené sírou a selenem, 0,0006 až 0,0018, výhodně od 0,0008 do 0,0018 bóru, do 0,0100 dusíku, 2,5 až 4,0 křemíku, do 1,0, výhodně 0,3 až 1,0 mědi a nejvýše 0,008 hliníku, tato ocel se odlije, válcuje za horka v pás o tloušťce od 1,2 mm do 3,1 mm, válcuje za studena na tloušťku od 0,23 mm do 0,5 mm v jediné redukci za studena, oduhličí se a žhánána na konečnou strukturu, přičemž na počátku žhánání obsahuje ocel méně než 0,006 % hmotnostních síry v rozpuštěném stavu, vyznačený tím, že poměr manganu k síře se udržuje v rozmezí 1,83 až 2,5 během tohoto zpracování.