



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

199599

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 22 C 38/02

(22) Přihlášeno 25 09 75

(21) (PV 6484-75)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 28 09 74
(P 24 46 509.6)
Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 31 10 79

(45) Vydáno 15 07 83

(72)

Autor vynálezu

LEX ALBERT dipl. ing., DORTMUND (NSR)

(73)

Majitel patentu

HOESCH WERKE AKTIENGESELLSCHAFT, DORTMUND (NSR)

(54) Způsob výroby ocele sloužící jako materiál pro elektropásky

1

Vynález se týká způsobu výroby ocele sloužící jako materiál pro elektropásky.

Způsoby výroby dynamopásů, popřípadě elektropásů jsou již dávno známy. Je známo vyrábět dynamopás se ztrátami při přemagnetování od 1,9 až 4,0 W/kg při magnetování střídavým proudem o 1,0 T (50 Hz), o tloušťce 0,35 až 1 mm z ocele s obsahem křemíku od 1,0 až 2 hmotnostních % s výchozím obsahem uhlíku více než 0,015 hmotnostních % a částečně s obsahem hliníku od 1,01 až 0,50 hmotnostních %. Pás nebo plech se za tím účelem válcuje za tepla a za studena a potom se žihá za oduhličení a rekrytalizace buď v průběžné peci, komorové peci nebo také v poklopové žíhací peci s otevřenou smyčkou. U těchto známých způsobů jsou nevýhodou při všech intenzitách a kmitočtech nízké magnetické hodnoty indukce vyrobených dynamoplechů nebo dynamopásů, kteréžto nízké hodnoty indukce jsou v zásadě podmíněny slitinami s křemíkem nebo/a hliníkem. Bylo proto také již navrženo, například DT-AS č. 1 931 420, aby bylo použito ocele, která je v tekutém stavu zpracována ve vakuu, obsahuje méně než 0,015 % hmotnostních uhlíku, 0,050 až 0,250 % hmotnostních fosforu, zbytek železo, s nečistotami podmíněnými výrobou, a která se válcuje za horka, moří, válcuje za

2

studena a potom se při teplotě 750 až 1100° Celsia po dobu 2 až 7 minut oduhličuje na méně než 0,010 % hmotnostních uhlíku, jako dynamopásu se ztrátou při přemagnetování od 2,5 až 4,0 W/kg při magnetování střídavým proudem o 1,0 T (50 Hz) a s magnetickou indukcí, která je zvýšena oproti oceli legované křemíkem a má hodnotu alespoň 0,5 až 1,0 T při intenzitách střídavého pole mezi 0,05 a 3 A/m (50 Hz). Místo zpracování v průběžné peci může být podle známého postupu ocel žhána také v uzavřené pecní komoře stacionárně při teplotě 650 až 950 °C po dobu 30 minut až 24 hodiny na méně než 0,01 % hmotnostních uhlíku.

Z např. DT-AS č. 1 758 312 je dále známo použití ocele s méně než 0,03 % hmotnostních uhlíku, méně než 0,007 % hmotnostních dusíku, méně než 0,35 % hmotnostních manganu, méně než 0,025 % hmotnostních fosforu, 0,012 až 0,020 % hmotnostních síry, až 0,3 % hmotnostních hliníku, zbytek železo a nečistoty podmíněné výrobou, jakož i s přísadami titanu nebo/a niobu podle stanovených procentových podílů, a to % Ti $\geq$ 3; % (C + N), % Nb $\geq$ 6 . % (C + N) s podmínkou, že při neuklidněné odlévaných ocelí se provede zvýšení obsahu titanu v soulasu s množstvím titanu, které má vázat obsah kyslíku, a to pro výrobu plechů odol-

ných magneticky proti stárnutí a výrobků z nich zhotovených, popřípadě z nich vyrobených, které se podrobí koncovému žhání v průběžné peci s krátkou prodlevou a rychlým ochlazením. Aby bylo možno využít vysokých stupňů tváření za studena, které jsou možné u moderních válcovacích stolic pro válcování za studena, musí se u známého postupu za účelem dosažení dobrých hodnot ztrát při přemagnetování po tváření za studena o přibližně 60 % provést mezilehlé žhání a další kritické tváření za studena o 10 až 25 % se závěrečným žháním.

V disertaci H. Rachmantio, Technische Universität Berlin, 1967, na které je založen shora uvedený DT-AS č. 1 758 312, jsou popsány také pokusy na měkkých ocelích s obsahem zirkonu od 0,01 až 0,23 % hmotnostních. Při těchto pokusech bylo však zjištěno značné zvýšení koerzivní síly, tj. i ztrát při přemagnetování, po rekrytalizačních žháních při teplotě 800 až 1200 °C, a to zejména u ocelí, které byly legovány více než 0,016 % hmotnostních zirkonu.

Vynález vychází z úlohy určit způsob zpracování ocelí tak, aby tím bylo lze dosáhnout nízkých ztrát při přemagnetování při stejném obsahu křemíku a hliníku jako u známých ocelí bez přídatných zpracovávacích stupňů.

Tato úloha je vyřešena způsobem výroby ocele, sloužící jako materiál pro elektropásky, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že ocel o složení 0,004 až 0,05 % hmotnostních uhlíku, 0,10 až 4,0 % hmotnostních křemíku, stopy až 0,05 % hmotnostních manganu, stopy až 0,005 % hmot-

nostních hliníku, 0,030 až 0,250 % hmotnostních fosforu, 0,02 až 0,2 % hmotnostních zirkonu, 0,004 až 0,035 % hmotnostních síry, zbytek železo a nečistoty z výroby, se zpracuje v tekutém stavu ve vakuu, válcuje za horka, moří, válcuje za studena a pak žihá při teplotě 650 až 1250 °C po dobu nejméně 1 minuty.

Podle výhodného provedení způsobu podle vynálezu se žhání ocele provádí v průběžné peci při teplotě 750 až 1250 °C po dobu 1 až 7 minut.

Podle dalšího provedení způsobu podle vynálezu se žhání oceli provádí v uzavřeném pecním prostoru stacionárně při teplotě 650 až 950 °C po dobu 30 minut až 24 hodin.

Výhody ocele, vyrobené způsobem podle vynálezu spočívají zejména v tom, že se u této oceli při stejných obsazích křemíku a hliníku, jako u známých ocelí pro dynamopásky, dosahuje nižších ztrát při přemagnetování, aniž by bylo třeba použít kritického tváření nebo mezilehlého žhání. Tímto způsobem se za účelem dosažení nižších ztrát při přemagnetování nahradí prvek křemík částečně nebo úplně prvkem zirkonem.

Na příkladech provedení bude nyní vysvětlen způsob výroby ocele podle vynálezu a také vlastnosti přitom dosažené.

Ocele A až G se roztaví postupem s dmýcháním kyslíku a potom se v tekutém stavu zpracovávají ve vakuovém zařízení, přičemž ocele B až D a F a G byly legovány zirkonem. Chemické složení ocelí v hmotnostních procentech po zpracování ve vakuu je sestaveno v tabulce 1.

Tabulka 1

	C	Si	Mn	P	S	Al	Zr ges
A	0,010	1,10	0,23	0,065	0,020	0,25	—
B	0,012	1,08	0,21	0,058	0,018	0,24	0,030
C	0,012	1,10	0,27	0,064	0,013	0,20	0,050
D	0,017	1,28	0,25	0,140	0,019	0,25	0,050
E	0,010	2,0	0,26	0,022	0,019	0,26	—
F	0,014	1,94	0,25	0,098	0,013	0,22	0,05
G	0,018	2,10	0,24	0,092	0,017	0,26	0,09
K	0,012	2,93	0,25	0,008	0,017	0,28	0,070

Ocele A až G byly po odlití a válcování za tepla mořeny na tloušťku 2,0 mm ve 20% kyselině sírové při teplotě 98 °C a potom na válcovacím stroji v tandemovém uspořádání o pěti stolicích bez mezilehlého žhání válcovány za studena na konečný rozměr 1030 × 0,50 mm. Pásky válcované za studena byly v průběžné peci při 900 °C, popřípadě 1050 °C a v prodlevách 2, 3, 4 a 5 minut žháněny za účelem oduhlíčení a rekrytalizace v atmosféře z 8 % H₂, zbytek dusík.

Konečné obsahy uhlíku, měřené po žhání

při 900 °C na vzorcích A až G o tloušťce 0,50 mm při různých prodlevách, a střední hodnoty z podélných a příčných zkoušek ztráty P 1,0 při přemagnetování, při magnetování střídavým polem o 1,0 Tesla, při 50 Hz ukazují tabulky 2 a 3. Ztráta P 1,0 při přemagnetování je definována jako specifický ztrátový výkon ve W/kg, vznikající při magnetování střídavým polem 50 Hz, pro špičkovou hodnotu sinusovité polarizace s 1,0 Tesla při teplotě místnosti.

Tabulka 2

Prodleva (min) při 900 °C.

Ocel	2	3	4	5
A	0,007	0,003	0,002	0,002
B	0,007	0,003	0,002	0,002
C	0,005	0,003	0,002	0,002
D	0,008	0,005	0,003	0,003
E	0,005	0,004	0,003	0,003
F	0,008	0,005	0,003	0,003
G	0,011	0,009	0,008	0,007

Z této tabulky vyplývá, že při počátečních obsahích hliníku menších než 0,015 % hmotnostních se při teplotě žhání 900 °C počí-

naje prodlevou tři minuty dosáhne obsahů uhlíku 0,005 % hmotnostních a menších.

Tabulka 3

Prodleva (min) při 900 °C.

ocel	2	3	4	5
A	2,75	2,6	2,6	2,5
B	a.b.	2,3	2,3	2,25
C	2,2	2,15	2,0	2,0
D	2,2	2,1	2,0	2,0
E	2,5	2,4	2,4	2,3
F	2,0	2,0	1,85	1,8
G	2,0	2,0	1,9	1,85

Tabulka 4 ukazuje střední hodnoty z podélných a příčných zkoušek ztráty P 1,0 při přemagnetování střídavým polem o 1,0 Tes-

la při 50 Hz, kteréžto střední hodnoty byly měřeny po žhání při teplotě 1050 °C na vzorcích A až G o tloušťce 0,50 mm.

Tabulka 4

Prodleva (min) při 1050 °C.

Ocel	2	3	4	5
A	2,2	2,2	2,2	2,2
B	2,15	2,1	2,1	2,1
C	2,0	1,9	1,8	1,8
D	2,0	1,9	1,8	1,8
E	1,9	1,9	1,9	1,8
F	1,55	1,5	1,45	1,45
G	1,65	1,6	1,6	1,6

Výsledky sestavené v tabulkách 3 a 4 ukazují zřetelně rozdíly jednak mezi ocelmi A a E bez zirkonu a jednak ocelmi B až D a F, G, které jsou podle vynálezu legovány zirkonem.

Při teplotě žhání 900 °C mají ocele C a D s obsahem zirkonu 0,05 % hmotnostních oproti oceli A bez zirkonu již po dvou minutách prodlevy hodnoty P 1,0 nižší o 0,55 W/kg. U oceli F a G je při této teplotě a rovněž při prodlevě 2 minuty hodnoty P 1,0 nižší o 0,5 W/kg než u srovnávací oceli E bez zirkonu. V podobném velikostním řádu leží zlepšené hodnoty pro ztrátu P 1,0 při přemagnetování i u dalších prodlev.

I při žhací teplotě 1050 °C leží ztráty P 1,0

při přemagnetování u oceli B až D a F, G, složených a zpracovaných podle vynálezu níže oproti srovnávacím ocelím A a E. Rozdíly mezi ocelmi A, C a D jsou po třech minutách prodlevy 0,3 W/kg a po 4 minutách prodlevy 0,4 W/kg. Hodnoty ztráty P 1,0 při přemagnetování oceli F a G jsou po prodlevě 2 minuty menší o 0,35, popřípadě 0,25 W/kg, po 3 minutách o 0,4, popřípadě 0,3 W/kg a po 4 minutách o 0,45, popřípadě o 0,3 W/kg nižší než hodnoty srovnávací oceli E.

Jak dále vyplývá z tabulky 5, lze u koerzitivní síly zjistit při stoupajícím obsahu zirkonu zlepšení, tj. snížení. Měřeno bylo v öerstedech.

Tabulka 5

Prodleva (min) při 900 °C.

ocel	3	4
E	1,42	1,3
F	1,14	0,96
G	1,02	0,93

U těchto vzorků jde o vzorky z tabulky 3.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby ocele sloužící jako materiál pro elektropásky, vyznačující se tím, že ocel o složení 0,004 až 0,05 % hmotnostních uhlíku, 0,10 až 4,0 % hmotnostních křemíku, stopy až 0,05 % hmotnostních manganu, stopy až 0,005 % hmotnostních hliníku, 0,030 až 0,250 % hmotnostních fosforu, 0,02 až 0,2 % hmotnostních zirkonu, 0,004 až 0,035 % hmotnostních síry, zbytek železo a nečistoty z výroby, se zpracuje v tekutém stavu ve vakuu, válcuje za horka, moří, vál-

cuje za studena a pak žihá při teplotě 650 °C až 1250 °C po dobu nejméně 1 minuty.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že se žihání ocele provádí v průběžné peci při teplotě 750 až 1250 °C po dobu 1 až 7 minut.

3. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že se žihání oceli provádí v uzavřeném pecním prostoru stacionárně při teplotě 650 až 950 °C po dobu 30 minut až 24 hodin.