

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

254907
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
C 22 C 38/06

(22) Prihlášené 18 10 85
(21) (PV 7443-85)

(40) Zverejnené 11 06 87

(45) Vydané 15 11 88

(75)

Autor vynálezu

ŠVANTNER JÁN ing., FRIČ VINCENT ing. CSc.,
ŠÓLYOM ALEXANDER ing. CSc., KOŠICE

(54) **Kremíková ocel' pre elektrotechnické izotropné plechy s obsahom kremíka od 0,5 do 1,0 % hmotnosti**

1

2

Riešení sa týká kremíkovej ocele pre elektrotechnické izotropné plechy s obsahom kremíka od 0,5 do 1,0 % hmot., ktoré sú valcované za studena, a rieši optimálny a rovnomerný rast feritického zrna, čím sa dosiahnu aj optimálne a rovnomerné magnetické a mechanické vlastnosti plechu, čím sa zároveň zabezpečí maximálne využitie kovu a legujúcich prísad. Podstata riešení spočíva v tom, že množstvo hliníka sa stanoví pomerom kremíka ku hliníku, pričom tento pomer je v rozmedzí 5 až 8.

Vynález sa týka ocele pre izotropné elektrotechnické plechy valcované za studena.

V súčasnosti sa vyrábajú ocele pre dynamoplechy o hmotnostnom zložení: 0,01 až 3,3 % kremíka, 0,02 až 0,06 % uhlíka, 0,20 až 0,40 % mangánu, stopy až 1 % fosforu, stopy až 0,03 % síry, stopy až 0,6 % hliníka. Izotropné plechy a pásy valcované za studena nachádzajú široké použitie v elektrotechnickom priemysle. Od ich kvality sú závislé charakteristiky elektrických strojov, t. j. ich účinnosť s priamym vplyvom na hospodárne využitie elektrickej energie. Preto sa zvyšovaniu kvality dynamoplechov venuje stála pozornosť. Magnetické vlastnosti dynamoplechov sa prejavujú v chode elektrických strojov a to hlavne točivých, ako sú asynchrónne elektromotory, jednosmerné motory, asynchrónne meniče kmitočtu, alternátory. Tam, kde nie sú zvlášť vysoké nároky na merné straty, používajú sa aj na jadrá malých transformátorov, tlmiviek a relé. Magnetické charakteristiky dynamoplechov priamo vplývajú na vlastnosti elektrických strojov, ktoré sú z nich vyrobené. Je samozrejmé, že na jeden typ elektrického stroja je nevyhnutné používať dynamové plechy s rovnakými vlastnosťami. Táto požiadavka zvlášť vystupuje do popredia u elektromotorov pracujúcich spoločne v rámci jedného agregátu. Rozdiely v magnetických vlastnostiach dynamoplechov vyplývajú z rozdielov v ich vnútornej stavbe. Zvlášť nepriazni sa to prejavuje, keď sa nedodržia normou stanovené hodnoty magnetickej indukcie a merných wattových strát. Zároveň s chemickým zložením ocele a textúry plechu má najväčší vplyv na magnetické vlastnosti veľkosť feritického zrna. Optimálna stredná veľkosť zrna je v rozmedzí 0,177 až 0,041 mm. Pri menšom zrne vzrastajú merné wattové straty, pri väčšom zrne znovu rastú merné wattové straty, ale znižujú sa aj magnetická indukcia dynamoplechov. Z uvedených dôvodov je nevyhnutné stabilizovať štruktúru dynamoplechov tak, aby výsledné feritické zrno bolo v uvedenom veľkostnom rozmedzí. Veľkosť zrna ocelí je pri zachovaní konštantných podmienok tepelného spracovania určovaná stupňom čistoty matrice. V oceliach stabilizovaných hliníkom je to dané počtom a veľkosťou precipitátov nitridu hliníka. Ak je obsah hliníka nízky, k vylučovaniu nitridu hliníka dochádza pri nižších teplotách a precipitáty sa vylúčia v jemnozrnej forme nedostačujúcej k brzdeniu rastu zrna. Brzdíaci účinok majú hrubé precipitáty nitrid hliníka, ktoré sa vylučujú už v delta železe a to v prípade, keď je hliníka v oceli dostatočné množstvo. Pre stabilizáciu štruktúry dynamových plechov s vyšším obsahom kremíka sú potrebné aj vyššie obsahy hliníka, pretože kremík ovplyvňuje procesy precipitácie nitridu hliníka. Pri nedodržaní správneho pomeru medzi kremíkom a hliníkom precipitáty nitridu

hliníka neplnia svoju inhibičnú funkciu a stav štruktúry aj magnetické vlastnosti dynamoplechov majú náhodný charakter pôsobením ďalších metalurgických faktorov.

Uvedené nedostatky odstraňuje kremíková oceľ podľa vynálezu pre elektrotechnické izotropné plechy o hmotnostnom zložení: 0,5 až 1,0 % kremíka, 0,02 až 0,06 % uhlíka, 0,20 až 0,40 % mangánu, stopy až 0,2 % fosforu, stopy až 0,03 % síry, 0,003 až 0,015 % dusíka. Podstata vynálezu spočíva v tom, že pomer obsahov v hmotnostných percentách kremíka ku hliníku je v rozsahu 5 až 8.

Výhodou ocele s vyznačeným pomerom kremíka ku hliníku je, že sa nitridy hliníka tvoria už pri vysokých teplotách a ich veľkosť v hotovom dynamoplechu je dostatočná k brzdeniu procesov rastu zrna. Stredná veľkosť zrna hotového dynamoplechu potom nepresahuje 0,177 mm. Nedochádza k náhlemu zníženiu hodnôt magnetickej indukcie ani k rastu merných strát. Plechy s rovnomerným feritickým zrnom majú aj rovnomerné magnetické a mechanické vlastnosti. Magnetické vlastnosti sú pritom optimálne čím sa zabezpečuje maximálne využitie kovu a legujúcich prísad. Technológia výroby ocele s pomerom kremíka ku hliníku podľa vynálezu sa neodlišuje od obvyklých technológií. Oceľ sa vyrobí v konvertoroch alebo iných metalurgických peciach na výrobu ocelí. Oceľ sa odlieva do kokíl, prípadne na zariadení plynulého odlievania. Bramy sa vyvalcujú za tepla na pás hrúbky 1,6 až 2,5 mm. Valcovanie za studena po morení sa realizuje až na hrúbky 0,3 až 1,0 mm. Finálne tepelné spracovanie pozostávajúce z oduhlčovacieho rekryštalizačného žihania zabezpečuje optimálnu štruktúru a textúru dynamoplechov. Tepelné spracovanie však môže byť zaradené aj po valcovaní za tepla, prípadne ako medzižihanie pri valcovaní na mešie hrúbky. Výrobok z dynamovej ocele s pomerom kremíka ku hliníku podľa vynálezu, dynamový plech, má štruktúru s veľkosťou zrna 0,177 až 0,041 mm, nízke merné straty a vysoké hodnoty magnetickej indukcie. Keďže nedochádza k nadmernému rastu zrna, netvorí sa výrazná textúra a magnetické vlastnosti v rovine plechu sú izotropné.

Princíp optimalizácie veľkosti zrna je v tom, že precipitáty nitridu hliníka vylúčené pri uvedenom pomere kremíka ku hliníku sú vylúčené v dostatočne hrubej forme a to nad 100 nm a nedovoľujú anomálny rast zŕn pri sekundárnej rekryštalizácii. V prípadoch prekročenia uvedeného pomeru sa precipitáty nitridu hliníka vylučujú v jemnozrnej forme a v priebehu rekryštalizačného žihania dochádza k anomálnemu rastu zŕn, k prekročeniu rozmerovej hranice 0,177 mm strednej veľkosti zrna a k zmenám v doménovej stavbe zŕn spôsobujúcej zníženie hodnôt magnetickej indukcie. Pod-

kročenie uvedeného pomeru je spojené s vyššími nákladmi na výrobu ocele.

Príklady uskutočnenia ocele podľa vynálezu: v príklade sú porovnané 2 tavby dy-

namových ocelí vyrobených v kyslíkových konvertoroch a spracované tradičnou technológiou výroby. Tavby mali nasledovné chemické zloženie v % hmotnosti:

Tavba	uhlík	mangán	kremík	hliník	fosfor	síra	dusík	<u>kremík</u> <u>hliník</u>
1	0,05	0,37	0,75	0,123	0,012	0,009	0,009	6,10
2	0,05	0,28	0,80	0,160	0,011	0,017	0,008	5,00

Oceľ bola za tepla vyvalcovaná na hrúbku 1,8 mm. Po morení bola valcovaná za studena na hrúbku 0,5 mm a spracovaná

v kontinuálnej dynamolinke. Magnetické vlastnosti a veľkosť zrna boli nasledovné.

Tavba	Merné straty	Magnetická indukcia		Stredná veľkosť zrna (mm)
	$P_{1,5}(W \cdot kg^{-1})$	$B_{2500}(T)$	$B_{5000}(T)$	
1	5,18	1,65	1,74	0,09
2	5,58	1,64	1,73	0,12

Použitie vynálezu je možné u všetkých výrobcov izotropných elektrotechnických oce-

lí s obsahom kremíka v rozmedzí 0,5 až 1,0 % hmotnosti.

PREDMET VYNÁLEZU

Kremíková oceľ pre elektrotechnické izotropné plechy s obsahom kremíka od 0,5 do 1,0 % hmotnosti, ďalej pozostávajúca z 0,02 až 0,06 % hmotnosti uhlíka, 0,20 až 0,40 % hmotnosti mangánu, maximálne

0,03 % hmotnosti síry, stopy až 0,2 % hmotnosti fosforu, 0,003 až 0,015 % hmotnosti dusíka, vyznačujúca sa tým, že množstvo hliníka je stanovené pomerom kremíka ku hliníku, pričom tento pomer je 5 až 8.