

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 161

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C21D 8/12 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

C22C 38/14 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012-29**
(22) Přihlášeno: **27.07.2010**
(30) Právo přednosti: **03.08.2009 RU 2009 129759**
(40) Zveřejněno: **14.03.2012**
(Věstník č. 11/2012)
(47) Uděleno: **20.07.2016**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **31.08.2016**
(Věstník č. 35/2016)
(86) PCT číslo: **PCT/RU2010/000413**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2011/016757**

(56) Relevantní dokumenty:

EP 2103703 A1; EP 2128289 A1; WO 2007014868 A1; WO 2006045622 A1; CZ 2003-384 A3; CZ 291078 B6; CZ 291193 B6; DE 19816158 A1; US 4623407 A; US 3281286 A.

(73) Majitel patentu: **Open Joint Stock Company Novolipetsk Steel, 398040 Lipetsk, RU** maximálně 1050 °C a chlazen po dobu 15 až 30 s v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 5 až 500.

(72) Původce:
Yuriy Ivanovich Larin, 398046 Lipetsk, RU
Mikhail Yurievich Poliakov, 398050 Lipetsk, RU
Anatoly Georgievich Dukhnov, 398046 Lipetsk, RU

(74) Zástupce:
A. Holas & partner
Patentová a známková kancelář, Ing. Mgr. Hana Holasová, Křížová 4/105, 603 00 Brno

(54) Název vynálezu:

Způsob výroby za studena válcované anizotropní elektrotechnické oceli s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace

(57) Anotace:

Tento vynález se vztahuje k metalurgii železa. Pro výrobu za studena válcované anizotropní oceli s nízkými magnetickými ztrátami $P_{1,7/50} \leq 1,0$ W/kg a vysokou indukci $B_{800} \geq 1,90$ T je ocel tavena s následujícím složením: křemík 2,5 až 3,5 % hmotn., dusík 0,004 až 0,013 % hmotn., 0,010 až 0,040 % hmotn. v kyselině rozpustný hliník; liti do plátů, následně probíhá válcování za tepla, žhání pásu, válcování za studena, kontinuální oduhličovací žhání za studena válcovaného pásu a nitridace, vysokoteplotní žhání. Pláty o 220 až 270 mm jsou umístěny do ohřívací pece, povrchová teplota je minimálně 450 °C, dochází k ohřevu na 1100 až 1200 °C a válcování. Za studena válcovaný pás je kontinuálně žhán rychlostí 20 až 50 °C/s až do 750 až 800 °C, oduhličen při 790 až 840 °C v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 1,9 až 2,5, ohříván na maximálně 870 °C a chlazen po dobu 10 až 30 s v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 1,9 až 20, nitridován při 780 až 850 °C v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 15 až 200, ohříván na

CZ 306161 B6

Způsob výroby za studena válcované anizotropní elektrotechnické oceli s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace

5 Oblast techniky

Tento vynález se vztahuje k metalurgii železa a může být využit při výrobě za studena válcované anizotropní elektrotechnické oceli.

10

Dosavadní stav techniky

Technické řešení, které je nejbližší nárokovanému technickému řešení z hlediska úhrnného důkazního materiálu je „Způsob výroby elektrotechnického plechu s orientovanými zrny s vysokými magnetickými vlastnostmi“ Patent RF 2 193 603, který zahrnoval kontinuální liti oceli, výrobu ocelového plátu, žihání za vysoké teploty, válcování za tepla, válcování za studena v jedné nebo několika fázích, kontinuální primární rekrytalizační žihání a žihání nitridací, nanesení separační vrstvy proti slepování a sekundární rekrytalizační žihání ve vsázkové peci.

20 Dle výše uvedeného způsobu je technického výsledku výroby oceli s vysokou magnetickou indukcí dosaženo kontinuálním litím oceli, obsahující v hmotn. %, od 2,5 do 4,5 křemíku, od 0,015 do 0,075, nejlépe od 0,025 do 0,050 uhlíku, od 0,03 do 0,40, nejlépe od 0,05 do 0,20 manganu, méně než 0,012, nejlépe od 0,005 do 0,007 síry, od 0,010 do 0,040, nejlépe 0,02 do 0,035 rozpustného hliníku, od 0,003 do 0,013, nejlépe od 0,006 do 0,010 dusíku, méně než 0,005, 25 nejlépe méně než 0,003 titanu, zbytek je železo a minimální množství nevyhnutelných nečistot, žihání plátů při vysoké teplotě se provádí teplotě od 1200 do 1320 °C, nejlépe od 1270 do 1310 °C, po válcování za tepla je pás ochlazen na teplotu pod 700 °C, nejlépe pod 600 °C, načež následuje rychlý ohřev za tepla válcovaného pásu, nejprve na teplotu od 1000 do 1150 °C, nejlépe od 1060 do 1130 °C, s dalším ochlazením, vyrovnání při teplotě od 800 do 950 °C, od 900 30 do 950 °C, s dalším ochlazováním, nejlépe ve vodě nebo vodní páře, počínaje od teploty v rozsahu od 700 do 800 °C, primární oduhličovací rekrytalizační žihání za studena válcovaného pásu se provádí při teplotě od 800 do 950 °C po dobu 50 až 350 s ve vlhké hydrodusíkové atmosféře, s P_{H_2O}/P_{H_2} v rozsahu od 0,3 do 0,7, kontinuální nitridační žihání se provádí při teplotě od 850 do 1050 °C po dobu 15 až 120 s, zatímco je plyn, založený na hydrodusíkové směsi s obsahem od 1 35 do 35 standardních litrů NH_3 na jeden kilogram pásu, dodáván do pece, s obsahem vodní páry od 0,5 do 100 g/m³.

40 Sekundární rekrytalizační žihání ve fázi finálního zpracování se provádí při teplotě od 700 do 1200 °C po dobu 2 až 10 hodin, nejlépe méně než 4 hodiny.

40

Předchozí stav techniky (patent RF 2 193 603) má následující nevýhody:

– vysoká teplota ohřátí plátu, která vede k intenzivní tvorbě okují, což vyžaduje další čas pro odstavení pece kvůli odstranění okují, a to následně vede ke snížení produktivity HSM,

45

– vyšší spotřeba paliva pro ohřev GO ocelových plátů,

– neregulovaná rychlost ohřevu za studena válcovaného pásu před rekrytalizačním oduhličovacím žiháním, tepelné podmínky oduhličení, ošetření po dokončení oduhličovacího procesu a dokončení nitridačního procesu může vést k nestabilnímu počátečnímu období primární rekrytalizace a může být škodlivé pro úroveň magnetických vlastností a kvality povrchu dokončené oceli;

50

– vysoký průtok čpavku v průběhu nitridačního žihání.

Anizotropní ocel elektrotechnické kvality, která se používá k výrobě různých magnetických vodičů pro namáhaná elektrická zařízení, musí splňovat následující zásadní požadavky na magnetické vlastnosti: ocel musí být charakterizována vysokou magnetickou propustností a obdobně i vysokou magnetickou indukcí s minimální ztrátou pro změnu magnetizace.

Pro splnění tohoto požadavku musí mít dokončená ocel určité strukturální parametry – dokonalou texturu $\{110\} \langle 001 \rangle$ a optimální velikost zrn vytvářených v průběhu sekundární rekrystalizace v průběhu žíhání při vysoké teplotě.

Podstata vynálezu

Cílem navrhovaného technického řešení je zlepšení magnetických charakteristik anizotropní elektrotechnické oceli, získání anizotropické oceli s nízkou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace ($P_{1,7/50} \leq W/kg$) a vysoké magnetické indukce ($B_{800} \geq 1,90 T$) a také stabilizace a optimalizace technologických procedur.

To zajišťuje takový technický výsledek, jako:

získání anizotropní oceli s nízkou magnetickou ztrátou o alternativní magnetizaci ($P_{1,7/50} \leq 1,0 W/kg$) a vysoké magnetické indukci ($B_{800} \geq 1,90 T$),

vyšší HSM produktivitu,

větší podíl nejvyšších stupňů,

nižší výrobní náklady na anizotropní elektrotechnickou ocel a získání zisku navíc.

Technického výsledku je dosaženo díky následujícímu: způsob výroby anizotropní elektrotechnické oceli zahrnuje tavení oceli, obsahující 2,5 až 3,6 % křemíku, 0,05 až 0,40 % manganu, 0,02 až 0,065 % uhlíku, 0,004 až 0,013 % dusíku, méně než 0,012 % síry, méně než 0,005 % titanu, 0,02 až 0,035 % v kyselině rozpustného hliníku; lití pásu kontinuální, ohřevu pásu v ohřívací peci, válcování za tepla, žíhání HR pásu žíhání, válcování za studena – jedna nebo dvě fáze s vyzráváním mezi průchody, kontinuálnímu CR žíhání pásu, včetně rekrystalizace, oduhličení ve vlhké hydrodusíkové atmosféře a nitridace, nanesení tepelně odolné separační vrstvy a vysoko-teplotnímu žíhání pro sekundární rekrystalizaci.

Kontinuální lití plátů se provádí s tloušťkou pásu 220 až 270 mm, pláty se vkládají do ohřívací pece, když je povrchová teplota pásu min. 450 °C, před válcováním za tepla jsou pláty ohřívány na 1100 až 1200 °C, kontinuální žíhání CR pásu se provádí s rychlostí ohřevu 20 až 50 °C/s až do 750 až 800 °C, poté až do teploty oduhličení 790 až 840 °C, následně je CR pás ochlazován v atmosféře v poměru $P_{H_2}/P_{H_2O} = 1,9$ až 2,5, poté dochází ke zvýšení teploty o 5 až 50 °C, max. do 870 °C, a pás je ochlazován po dobu 10 až 30 vteřin v atmosféře o poměru $P_{H_2}/P_{H_2O} = 1,9$ až 20, nitridace se provádí při teplotě od 780 do 850 °C v hydrodusíkové atmosféře s poměrem $P_{H_2}/P_{H_2O} = 15$ až 200, s obsahem čpavku (NH_3), poté se teplota zvyšuje o 30 až 200 °C, max. do 1050 °C, pás je ochlazován po dobu 15 až 30 vteřin v atmosféře o poměru $P_{H_2}/P_{H_2O} = 5$ až 500, poté je ochlazen na 600 až 100 °C v suché hydrodusíkové atmosféře s obsahem vodíku min. 10 %.

Nitridační atmosféra je získána průchodem hydrodusíkového plynu přes vodný roztok čpavku NH_3 s koncentrací 6 až 25 %, alternativně smícháním plynného čpavku NH_3 , s hydrodusíkovou atmosférou pece.

Po kontinuálním žíhání je pás ochlazen v atmosféře, obsahující 50 až 100 % vodíku.

Komparativní analýza navrhovaného technického řešení versus jeho prototypu ukazuje, že nárokováné technické řešení se liší od současného stavu techniky.

Proto tedy nárokováný způsob splňuje kritérium vynálezu „novosti“.

5

Komparativní analýza navrhovaného technického řešení versus další technická řešení mimo jeho prototyp ukazují, že kontrola tloušťky plátu a podmínek ohřívání plátu – teplota povrchu plátu před vložením do ohřívací pece min. 450 °C, teplota ohřevu plátu před válcováním za tepla až 1100 až 1200 °C – umožňují zlepšit elektromagnetické vlastnosti anizotropní oceli, omezit tvorbu
10 okují v průběhu ohřevu plátu v ohřívacích pecích před válcováním za tepla, zlepšit HSM produktivitu, snížit spotřebu paliva pro ohřev plátu, omezit ztrátu kovu při výrobě oceli.

Kontinuální žhání za studena válcovaného pásu, v jehož průběhu probíhá primární rekrytalizace, oduhličení, zvýšení teploty, ochlazování, nitridace a ochlazování po nitridaci, nejen že zvyšuje podíl nejvyšších tříd v celkovém objemu produkce, ale poskytuje i další výhody.
15

Proto tedy nárokováná kombinace významných rozdílů zaručuje dosažení uvedeného technického výsledku, u nějž jsou autoři přesvědčeni, že splňuje kritérium „úrovně vynálezu“.

20 Shrnutí vynálezu:

Je známo, že výroba anizotropní elektrotechnické oceli implikuje nezbytnou přítomnost rozptýlených inkluzí 2. fáze o dané velikosti a množství před zahájením primární rekrytalizace, v průběhu primární rekrytalizace a v průběhu sekundární rekrytalizace tak, aby byl zajištěn selektivní
25 růst $\{110\}<001>$ –orientovaných zrn. Nárokováný způsob doporučuje, aby hlavním inhibitorem druhé fáze byl nitrid hliníku.

Ve všech etapách procesu se v důsledku následné transformace struktury, textury, fázového složení, stavu fáze disperze a prvků, tvořících fázi, vytváří parametry disperzní fáze a strukturální
30 charakteristiky, které jsou nezbytné pro získání dokonale struktury s texturou s krychlemi na okrajích v průběhu vysokoteplotního žhání.

Jedním z hlavních cílů válcování za tepla je oddělit určité množství dispergované fáze, nezbytné pro zabránění nekontrolovanému růstu zrn ve fázích oduhličení a nitridace kontinuálního žhání.
35

Panuje obecné přesvědčení, že rozpuštění a následné uvolnění nitridu hliníku v průběhu válcování za tepla vyžaduje teplotu ohřevu pásu 1250 až 1300 °C.

Náš výzkum prokazuje, že nezbytné množství fázi tvořících prvků může být dosaženo při teplotě
40 ohřevu plátu na 1100 až 1200 °C před válcováním za tepla za předpokladu, že jsou zajištěny následující procesní parametry: tloušťka plátu od 220 do 270 mm, povrchová teplota plátu před vložením do pece – min. 450 °C.

Tloušťka plátu od 220 do 270 mm zajišťuje optimální míru chlazení v průběhu lití, což brání
45 tvorbě hrubých inkluzí nitridů hliníku a také – díky nízké tepelné vodivosti uhlíkové oceli – umožňuje uchovávat střední vrstvy plátu při teplotě min. 700 °C, když je povrchová teplota plátu min. 450 °C; a následně, dostatečné množství prvků, tvořících fázi, zůstává v roztoku. Za takových vstupních podmínek ohřev plátu před válcování za tepla do 1100 až 1200 °C, tj. v rozsahu odpovídajícím maximálnímu množství γ -fáze v kovu metal umožňuje přenést dostatečné množství
50 prvků, tvořících fázi a zachovat je v roztoku.

Dále, ohřev pásu před válcováním za tepla až na 1100 až 1200 °C omezuje tvorbu kamene v průběhu zahřívání plátu v ohřívací peci, omezuje dobu odstávky pece kvůli čištění kamene a zvyšuje HSM produktivitu.
55

Proto tedy nárokový způsob výroby za studena válcované anizotropní elektrotechnické oceli s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace může být implementována pouze tehdy, pokud jsou navrhované vzájemně propojené podmínky dodrženy jako celek.

- 5 Následně dochází k celé řadě procesů v průběhu kontinuálního žíhání CR pásu; dodržování jejich procesních parametrů v nárokových rozsazích zajišťuje výrobu dokončené anizotropní elektrotechnické oceli s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace.

- 10 V souladu s nárokováným způsobem lze rozeznat celou řadu následných etap v průběhu kontinuálního žíhání CR pásu; dodržování jejich procesních parametrů v nárokových rozsazích zajišťuje výrobu dokončené anizotropní elektrotechnické oceli s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace a s dobrou kvalitou povrchu.

- 15 Prvotní fáze žíhání, což je ohřívání pásu, má značný vliv na strukturální charakteristiky zpracované oceli. Ohřívání pásu v průběhu kontinuálního žíhání rychlostí 20 až 50 °C/s až na teplotu 750 až 800 °C brání koagulaci a rozpouštění komplexu dispergovaných částic druhé fáze, jejichž přítomnost v deformované matici je nezbytná na počátku vstupní rekrytalizace. Částice dispergované fáze potlačují růst zrn, orientovaných jinak než je Goss textura $\{110\}\langle 001\rangle$, a usnadňují vytváření mikroploch s orientací blížíící se $\{110\}\langle 001\rangle$, což v průběhu transformace konečně zajistí růst zrn se specifikovanou orientací v průběhu sekundární rekrytalizace.

Kromě efektu potlačení v průběhu rychlého ohřevu inhibiční fáze zajistí redukci následné struktury a tím tedy zajistí kontrolovaný růst prvotních rekrytalizačních zrn.

- 25 Fáze oduhličení se provádí ve vlhké hydrodusíkové atmosféře s poměrem $P_{H_2}/P_{H_2O} = 1,9$ až 2,5 v teplotním rozsahu od 790 až do 840 °C. Při použití tohoto teplotního rozsahu pro tento proces je zajištěna maximální procesní míra, a to umožňuje zkrácení doby, potřebné pro odstranění uhlíku z oceli. Pokles teploty pod 790 °C vede k výraznému snížení rychlosti oduhličení, vzestup teploty nad 840 °C rovněž zpomalí proces a kromě toho vede ke zbytečné spotřebě energie za účelem udržení zvýšené teploty. Udržování oxidačního potenciálu vlhké hydrodusíkové atmosféry, charakterizované hodnotou P_{H_2}/P_{H_2O} , v rozsahu od 1,9 až do 2,5 nejen zajistí reakci s vysokou rychlostí odstranění uhlíku a s jeho výsledným nízkým objemem, ale vede také k tvorbě interní oxidační plochy na povrchu pásu, která kromě oxidu křemíku obsahuje dostatečné množství fajalitu ($2FeO \cdot SiO_2$). Získané složení vnitřní oxidační plochy v průběhu dalších transformací v průběhu žíhání od oduhličení, nitridaci a ochlazení nitridaci se specifikovanými hodnotami oxidačního potenciálu a v průběhu chlazení na 600 až 100 °C v suché hydrodusíkové atmosféře s obsahem vodíku min. 10 % zajišťuje vytváření vysoce kvalitního povrchu pásu v průběhu následných procesních operací.

- 40 Nitridace při 780 až 850 °C poskytne maximální míru nitridace a dosažení požadované hmotnostní frakce dusíku v oceli s min. obsahem čpavku v atmosféře pece a respektive s min. průtokem. Teplota nitridace stoupající nad 850 °C vyžaduje prodloužení doby nitridace, zvýšení koncentrace čpavku v atmosféře pece a také jeho spotřeby. Při teplotě pod 780 °C se procesy difúze dusíku v oceli poněkud zkracují.

- 45 V průběhu oduhličení a další nitridace probíhají některé difúzní procesy, vztahující se jak k difúzi uhlíku z oceli a difúzi dusíku do oceli, což vede k nejednotnému rozložení uhlíku a dusíku v celé tloušťce pásu.

- 50 Obsah uhlíku ve středových vrstvách je výrazně vyšší než v povrchových vrstvách. Obsah dusíku v povrchových vrstvách může být několikrát vyšší než ve středových vrstvách.

Nejednotné rozložení uhlíku a dusíku v matici ovlivňuje vytváření struktury v průběhu sekundární rekrytalizace respektive úrovně magnetických charakteristik v hotové oceli.

Pro vyrovnání koncentrace uhlíku v celé tloušťce pásu bude po oduhličení vyžadováno zvýšení teploty o 5 až 50 °C od úrovně teploty při oduhličení, maximálně až na 870 °C, a chlazení po dobu 10 až 30 s.

- 5 Pro vyrovnání koncentrace dusíku v celé tloušťce pásu bude po nitridaci vyžadováno zvýšení teploty o 30 až 200 °C, maximálně až na 1050 °C, a chlazení po dobu 15 až 30 s.

- 10 Příprava hydrodusíkové atmosféry pro nitridaci s obsahem čpavku v rámci specifikovaného způsobu může být provedena mícháním hydrodusíkové atmosféry s čistým plynným čpavkem nebo průchodem hydrodusíkové atmosféry přes vodný roztok čpavku s koncentrací 6 až 25 %.

- 15 Při podobném efektu na nitridaci budou techniky implementace tohoto způsobu různé. Druhý způsob – s vodným roztokem čpavku – je z hlediska implementace jednodušší a nevyžaduje dodržení několika striktních podmínek a speciálních požadavků na bezpečnost, které jsou vyžadovány v případě čistého plynného čpavku.

Příklady uskutečnění vynálezu

- 20 Níže najdete příklady uplatňované implementace vynálezu, aniž by byly vyloučeny jakékoli jiné příklady v rámci nároku.

- 25 Elektrotechnická ocel byla roztavena v BOF, lito do plátů v CCM, a za tepla válcována ve válcovně plechu za tepla; za tepla válcovaný pás byl žhán v kontinuální normalizační žhací lince; bylo provedeno jednorázové válcování za studena ve 4–vysoce reverzní válcovně za studena; pro dvoufázové válcování za studena byla provedena první fáze s mírou redukce 60 až 80 % ve 4–stojanové 4–vysoce kontinuální válcovně za studena; bylo provedeno bezprostřední zpracování v tunelu vsázkové pece; byla provedena druhá fáze dvoufázového válcování ve 4–vysoce reverzní válcovně za studena; bylo provedeno kontinuální žhání za studena válcovaného pásu, zahrnující rekrytalizaci, oduhličení a nitridaci v kontinuální lince pro tepelné zpracování, rozdělené na sekce, vybavené systémem pro přípravu a podávání do pece s hydrodusíkovou atmosférou a čpavkem; byla nanášena vrstva pro tepelně odolné separování na samostatně stojící lince; bylo provedeno vysokoteplotní žhání po dobu 20 hodin při 1200 °C ve vsázkové žhací peci.

- 35 Chemické složení vyrobené elektrotechnické oceli je uvedeno v tabulce 1, možnosti implementace specifikovaného způsobu jsou uvedeny v tabulce 2.

Chemické složení elektrotechnické oceli

Tabulka 1

Složení %						
Si	Mn	N	S	Ti	Al _{sp}	C
3,18	0,10	0,010	0,010	0,000	0,030	0,060

40

Průmyslová použitelnost

- 45 Výše uvedený popis navrhovaného způsobu výroby pro elektrotechnickou ocel s orientovanými zrny s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace dokazuje možnost jeho technické implementace se specifikovaným technickým výsledkem.

Možnosti implementace uvedeného způsobu

Tabulka 2

Č.	Procesní parametr	Uvedené hodnoty	Tabulka zpracování č.								
			1	2	3	4	5*	6*	7*	8*	9*
1	Tloušťka desky, mm	220 – 270	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2	Teplota povrchu desky před vložením do ohřívací pece, °C	450 minimum (550-770)	620	620	630	630	380	610	580	630	600
3	Teplota ohřátí desky před válcováním za tepla, °C	1100-1200	1190	1190	1190	1190	1080	1180	1180	1190	1190
4	Rychlost ohřevu pro kontinuální žhání, °C/s	20 – 50	31	31	30	30	32	30	18	30	30
5	Teplota ohřevu, °C	750 – 800	790	790	790	790	800	800	800	800	790
6	Teplota oduhlíčení, °C	790 – 840	820	820	830	830	820	820	820	820	820
7	Atmosféra oduhlíčení	$P_{H_2}/P_{H_2O} = 1,9 - 2,5$	1,9	2,0	1,9	2,9	2,5	2,5	4,5	2,0	2,0
8	Zvýšení teploty po oduhlíčení, °C	po 5 – 50 max. až do 870	860	860	870	870	860	820	860	860	870
9	Ohřev / výdrž, s	10 – 30	12	12	12	12	12	14	14	12	12
10	Atmosféra ohřevu / výdrže	$P_{H_2}/P_{H_2O} = 1,9 - 20$	4	5	4	5	15	15	12	25	28

Tabulka 2 (pokračování)

Č.	Procesní parametr	Uvedené hodnoty	Tabulka zpracování č.								
			1	2	3	4	5*	6*	7*	8*	9*
11	Teplota nitridování, °C	780 – 850	790	790	800	800	800	800	890	790	780
12	Atmosféra nitridování	$P_{H_2}/P_{H_2O} = 15 – 200$	25	50	25	50	75	75	75	120	115
13	Zvýšení teploty po nitridování °C	Na 30 – 200	880	880	900	900	870	800	890	910	900
14	Ohřev / výdrž po nitridování, s	15 – 30	17	17	17	17	17	5	11	16	16
15	Atmosféra ohřevu / výdrže	$P_{H_2}/P_{H_2O} = 5 – 500$	200	500	200	500	180	180	180	50	60
16	Teplota chlazení, °C	600 – 100	400	400	400	400	420	450	450	450	450
17	Obsah H ₂ v atmosféře v průběhu chlazení, %	10 minimum	21	21	21	21	20	20	20	20	1

Tabulka 2 (pokračování)

Č.	Procesní parametr	Uvedené hodnoty	Tabulka zpracování č.								
			1	2	3	4	5*	6*	7*	8*	9*
18	Způsob přípravy atmosféry pro nitridaci	1. Průchod čpavkovou vodou 2. Míchání atmosféry dusíku / vodíku se plyným čpavkem	1	1	2	2	1	1	1	1	1
19	Specifická ztráta pro alternativní magnetizaci $P_{1,7/50}$ W/kg		0,89	0,94	0,90	0,95	1,23	1,08	1,29	1,09	1,11
20	Magnetická indukce B_{800} , T:		1,92	1,91	1,92	1,92	1,86	1,88	1,85	1,90	1,89
21	Tloušťka dokončeného produktu, mm		0,27	0,30	0,27	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

* srovnávací údaje pro navrhovaný způsob (některé parametry jsou mimo rozsah vynálezu)

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Způsob výroby anizotropní za studena válcované elektrotechnické oceli s nízkou specifickou magnetickou ztrátou pro změnu magnetizace, včetně výroby oceli s následujícím složením: křemík od 2,5 až 3,6 hmotn. %, mangan od 0,05 do 0,40 hmotn. %, uhlík od 0,020 do 0,065 hmotn. %, dusík 0,004 až 0,013 hmotn. %, síra méně než 0,012 hmotn. %, titan méně než 0,005 hmotn. %, v kyselině rozpustný hliník od 0,020 do 0,035 hmotn. %; kontinuální lití do plátů, ohřev plátů
10 v ohřívací peci, válcování za tepla, žihání za tepla válcovaného pásu, jednofázové nebo vícefázové válcování za studena s vyžráváním mezi průchody, kontinuální žihání za studena válcovaného pásu včetně rekrytalizace, oduhličení ve vlhké hydrodusíkové atmosféře a nitridace, nanesení tepelně odolné separační vrstvy, vysokoteplotní žihání pro sekundární rekrytalizaci, **vyznačující se tím**, že ocel se kontinuálně lije s finální tloušťkou plátu 220 až 270 mm; pláty se
15 umístí do ohřívací pece a povrchová teplota plátů je alespoň 450 °C a ohřívají se před válcováním za tepla až na 1100 až 1200 °C; žihání pásů válcovaných za tepla, provede se válcování za studena v jedné nebo více fázích se stárnutím mezi průchody, postupně se provede kontinuálním žiháním za studena válcovaného pásu s rychlostí ohřevu 20 až 50 °C/s až na 750 až 800 °C, poté se ohřeje na teplotu oduhličení 790 až 840 °C a namočí se v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 1,9 až 2,5; poté teplota stoupá po 5 až 50 °C, a až do max. 870 °C a ochladí se po dobu 10 až 30 sekund
20 v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 1,9 až 20; nitridace se provádí při 780 až 850 °C v atmosféře s poměrem P_{H_2}/P_{H_2O} 15 až 200, s obsahem čpavku (NH_3), teplota stoupá o 30 až 200 °C, a až do max. 1050 °C a následuje chlazení 15 až 30 s v atmosféře s poměrem P_{H_2O}/P_{H_2} 5 až 500 a provede se ochlazení na 600 až 100 °C v suché hydrodusíkové atmosféře s obsahem vodíku min. 10 %.
- 25 2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že atmosféra pro nitridaci se připraví průchodem hydrodusíkového plynu přes vodný roztok čpavku s koncentrací 6 až 25 %.
- 30 3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že atmosféra pro nitridaci se připraví smícháním plynného čpavku s hydrodusíkovou atmosférou pece.
4. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že chlazení po kontinuálním žihání se provádí v atmosféře s obsahem vodíku 50 až 100 %.

Konec dokumentu
