

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

135 047

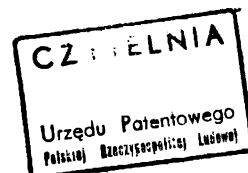
Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 81 06 15 /P. 231 706/

Pierwszeństwo: 80 07 11 Austria

Zgłoszenie ogłoszono: 82 03 29

Opis patentowy opublikowano: 1986 09 30



Int. Cl.³ C21D 1/78
H01F 1/04

Twórca wynalazku: Helmut Böcksteiner

Uprawniony z patentu: Voest Alpine Aktiengesellschaft, Linz /Austria/

SPOSÓB WYTWARZANIA BLACHY STALOWEJ O MAŁEJ STRACIE PRZEMAGNESOWANIA I DUŻEJ INDUKCJI MAGNETYCZNEJ, ZWŁASZCZA BLACHY ELEKTROTECHNICZNEJ

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania blach elektrotechnicznych o małych stratach przemagnesowywania i dużej indukcji magnetycznej, a także półwyrobów przy ich produkcji, przy czym walcowaną na gorąco blachę stalową rozwałcowuje się do grubości ostatecznej przez dwustopniowe walcowanie na zimno z wyżarzaniem międzyoperacyjnym oraz ewentualnym wyżarzaniem końcowym. Blachy takie nie mają zorientowanych ziaren.

Gatunki blach elektrotechnicznych dzieli się według normy europejskiej 126-77 lub 106-71 na podstawie kryterium gwarantowanej maksymalnej wartości strat przemagnesowywania P , podanych w W/kg, przy magnesowaniu polem zmiennym o częstotliwości 50 Hz dla konwencjonalnej wartości maksymalnej indukcji sinusoidalnej, równej 1 lub 1,5 T w normalnej temperaturze, a także na podstawie kryterium ich grubości znamionowej. Dąży się na ogół do tego, aby przy możliwie małych stratach przemagnesowywania uzyskać możliwie duże wartości mierzonej w teslach indukcji magnetycznej B /gęstości strumienia magnetycznego przy określonych natężeniach I /A/m/ zmiennego pola magnetycznego H wyrobów. Dla poszczególnych gatunków blach elektrotechnicznych przewidziane w myśl przepisów minimalne wartości indukcji magnetycznej B . Badanie właściwości magnetycznych przeprowadza się w aparacie Epsteina 25 cm według normy europejskiej 118.

Wiadomo, że dzięki dodatkom stopowym, takim jak krzem i glin, zmniejsza się wprawdzie straty przemagnesowywania blach stalowych, obniża się jednak wskutek tego również wartości indukcji magnetycznej. Z tego względu, a także ze względu na obrabialność /np. z uwagi na trwałość narzędzi wykrawających/ oraz koszty dąży się do utrzymywania w danym gatunku blachy elektrotechnicznej na możliwie niskim poziomie zawartości Si. Ponieważ wiadomo ponadto, że straty przemagnesowywania są większe w przypadku materiału drobnoziarnistego, niż w przypadku materiału gruboziarnistego, przeto w znanych metodach

walcowaną na gorąco wyjściową wstęgę blachy elektrotechnicznej poddaje się dwukrotnemu wyżarzaniu oraz dwustopniowemu walcowaniu na zimno /opis wyłożeniowy RFN nr 2 527 532 i nr 2 747 660/.

Na podstawie obrazów rekrytalizacji wiadomo jest, że za ekstremalne tworzenie się grubych ziaren w przebiegu wyżarzania końcowego odpowiedzialny jest nie tylko skład chemiczny, stopień odkształcenia i warunki wyżarzania końcowego, lecz również rodzaj uprzednich operacji technologicznych. Po wyżarzaniu końcowym ziarno jest tym większe, im bardziej gruboziarnista była wstęga materiału już po pierwszym wyżarzaniu. Wielkość ziarna po pierwszym wyżarzaniu można regulować w pewnym zakresie przez zmianę zarówno temperatury, jak i czasu wyżarzania. W związku z tym dąży się na ogół do tego, aby już podczas pierwszego wyżarzania uzyskać stosunkowo gruboziarnistą strukturę.

Znane są z opisów wyłożeniowych RFN nr 2 627 532 i nr 2 747 660 sposoby wytwarzania blach elektrotechnicznych mające tę wadę, że grubość wstęgi powinna być stosunkowo duża po pierwszym walcowaniu na zimno ze względu na wymagany duży stopień odkształcenia podczas ostatniego walcowania na zimno. W celu wytworzenia na przykład wstęgi blachy elektrotechnicznej o grubości 0,50 mm, należy przy pierwszym walcowaniu na zimno zachować grubość od 0,9 do 1,7 mm. Tak gruba wstęga daje się z trudnością odwęglić podczas pierwszego wyżarzania, a przecież zmniejszenie zawartości C jest nieodzowne z punktu widzenia wymaganej odporności na starzenie blach elektrotechnicznych; w związku z tym wyżarzanie końcowe należy przeprowadzać bardzo powoli. Z drugiej strony zwłaszcza krzemowe blachy elektrotechniczne wyżarza się dziś niemal wyłącznie w sposób ciągły, to znaczy w piecu przelotowym. Z tego względu w znanych sposobach niezbędne jest używanie od początku stali o jak najmniejszej zawartości węgla. Nie było ponadto dotychczas możliwe wytwarzanie blach elektrotechnicznych ze stali nieuspokojonej lub uspokozonej o zawartości krzemu, mniejszej niż 0,15 % z dopuszczalnymi stratami przemagnesowywania, a jednocześnie dużymi wartościami indukcji magnetycznej.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie tych wad oraz opracowanie takich blach elektrotechnicznych jako wyrobów finalnych lub jako półwyrobów poddanych wyżarzaniu końcowemu blach, które by były wytwarzane w sposób energooszczędny i z zastosowaniem istniejących urządzeń oraz wykazywały mniejsze straty przemagnesowywania i wyższe wartości indukcji magnetycznej, niż inne blachy o porównywalnym składzie.

Wynalazek opiera się na stwierdzeniu, że do osiągnięcia tego celu niezbędna jest określona mała wielkość ziarna krystalitów, tworzących strukturę blachy, po wyżarzaniu pośrednim materiału wyjściowego, podczas gdy dotychczas, jak to już powyżej podano, w tym stadium przerobu dążono do uzyskania stosunkowo dużej średniej wielkości ziarna w granicach od 0,1 do 0,2 mm /opis wyłożeniowy RFN nr 2 747 660/. Stosownie do tego istota wynalazku polega na tym, że w sposobie według wynalazku blachę stalową poddaje się wyżarzaniu międzyoperacyjnemu otrzymując blachę o wielkości krystalitów od 0,07 mm korzystnie o wielkości krystalitów od 0,005 do 0,05 mm, po czym poddaje się ją drugiemu walcowaniu na zimno redukując grubość blachy w ramach jednego przejścia walcowniczego o 4-10 %, po czym - ewentualnie po składowaniu przejściowym tak otrzymanego półproduktu poddaje się wyżarzaniu końcowemu.

Według korzystnego przykładu wykonania wynalazku blachę stalową zawierającą 1 do 3,2 % krzemu, po pierwszym walcowaniu na zimno wyżarza się międzyoperacyjnie w temperaturze 820 do 830° C w czasie 1 do 3 minut w piecu przelotowym, albo w temperaturze 620 do 700° C w czasie 10 do 14 godzin w piecu kołpakowym otrzymując blachę o przeciętnej średnicy krystalitów od 0,02 do 0,04 mm i po drugim walcowaniu na zimno poddaje się ją wyżarzaniu końcowemu w piecu przelotowym, korzystnie w temperaturze 920 - 980° C w czasie 2 do 5 minut.

Według innego przykładu realizacji sposobu według wynalazku blachę ze stali uspokozonej o zawartości 0,05 - 0,08 % węgla, 0,55 - 0,73 % manganu, 0,05 - 0,10 % krzemu, 0,02 - 0,06 % glinu, 0,09 - 0,11 % fosforu i 0,020 - 0,024 % siarki, po pierwszym walcowaniu na zimno poddaje się wyżarzaniu międzyoperacyjnemu w piecu kołpakowym, w tempe-

raturze 620 - 700° C w czasie 11 - 14 godzin otrzymując blachę o przeciętnej średnicy krystalitów 0,005 - 0,02 mm, po czym podczas drugiego walcowania na zimno redukuje się jej grubość w jednym przejściu o 6 do 10 % i po ewentualnym składowaniu przejściowym tak otrzymanego półproduktu, przeprowadza się wyżarzanie końcowe w temperaturze 760 - 800° C w czasie 90 - 120 minut.

Według dalszego korzystnego przykładu wykonania wynalazku blachę ze stali nieuspokojonej o zawartości poniżej 0,02 % węgla, 0,50 - 0,70 % manganu, 0,09 - 0,16 % fosforu i 0,017 - 0,026 % siarki, po pierwszym walcowaniu na zimno poddaje się wyżarzaniu międzyoperacyjnemu w piecu kołpakowym, w temperaturze 620 - 700° C w ciągu 11 do 14 godzin, otrzymując blachę o przeciętnej średnicy krystalitów 0,03 - 0,05 mm, po czym podczas drugiego walcowania na zimno redukuje się jej grubość w jednym przejściu o 6 - 10 % i po ewentualnym składowaniu przejściowym tak otrzymanego półproduktu, przeprowadza się wyżarzanie końcowe w temperaturze 760 - 800° C w czasie 90 - 120 minut.

Blachy elektrotechniczne, wytworzone sposobem według wynalazku i nie mające zorientowanej struktury ziarnistej - nawet po ewentualnym składowaniu międzyoperacyjnym półwyrobów odznaczają się po wyżarzaniu końcowym bardzo dobrymi właściwościami magnetycznymi przy jednoczesnej dużej ekonomiczności ich wytwarzania. W wielu zastosowaniach przerób półwyrobów jest nader korzystny, ponieważ gotowe blachy elektrotechniczne ze stali nietypowej o zawartości poniżej 0,15 % Si są niezwykle miękkie. Aby otrzymać bezszkodowe elementy kształtowe, wykrawa się na przykład w takich przypadkach blachę stalową, nie poddaną wyżarzaniu końcowemu i dopiero później otrzymane elementy kształtowe poddaje się takiemu wyżarzaniu.

Podczas drugiego walcowania na zimno zachowuje się w myśl wynalazku stosunkowo niewielki stopień redukcji grubości, dzięki czemu można stosować również stale ze stosunkowo dużą zawartością wyjściową węgla. Jednorazowo walcowane na zimno wstęgi blachy stalowej zostają odwęglone w większej mierze już podczas wyżarzania pośredniego dzięki ich małej grubości.

Dalsze zaleta polega na tym, że pierwsze wyżarzanie /wyżarzanie pośrednie/ można przeprowadzać bez szczególnych środków ostrożności również w piecu kołpakowym do wyżarzania /wyżarzanie podstawowe/. Przy tym rodzaju wyżarzania, które - jak wiadomo - jest bardziej ekonomiczne niż wyżarzanie w piecu przelotowym, wyżarzaniu poddaje się zwinęty krąg blachy.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony za pomocą następujących przykładów i odnośnego rysunku. Właściwości magnetyczne wyznaczono według Euronorm 118 przez sprawdzenie w 25-centymetrowej ramie Epsteina, przy czym każdorazowo jedną połowę próbek pobierano równolegle do kierunku walcowania blach względnie taśm, drugą zaś - prostopadłe do tego kierunku. Wszystkie podane wielkości ziarna wyznaczono według ASTM 112-63, Rozdział 6 /Comparison Procedure/; przyporządkowanie numerów wielkości mikroziaren według ASTM do przeciętnej średnicy ziarna podane jest w tabeli II tej normy. Liczba podana przed wyrażeniem w nawiasie oznacza w każdym przypadku wielkość ziarna występującą najczęściej, liczby w nawiasie - wielkość rozrzutu.

P r z y k ł a d I. Z 10 wytopów, których skład chemiczny zgodnie z analizą odlewu leżał w granicach wyznaczonych dla poszczególnych pierwiastków a mianowicie 0,010 do 0,020 % C, 2,50 do 2,70 % Si, 0,20 do 0,50 % Mn, 0,30 do 0,50 % Al, poniżej 0,020 % P i poniżej 0,020 % S, wykonano na gorąco 38 taśm o grubości około 2 mm i przewalcowano je na zimno na grubość 0,53 mm. Warunki następującego po tym pierwszego /pośredniego/ wyżarzania w piecu przelotowym w atmosferze gazu ochronnego odwęglającego /gaz DX o zawartości 7 do 10 % H₂, około 12 % CO + CO₂, reszta N₂; punkt rosy około 19 do 22° C/ zmieniano tak, że uzyskano różne wielkości ziarna blachy względnie taśm. Sterowanie wielkością ziarna odbywało się w pierwszym rzędzie za pomocą temperatury, zmieniano jednak również czas obróbki przy określonej temperaturze wyżarzania. Otrzymane w poszczególnych przypadkach przeciętne średnice ziarna przyporządkowano w tabeli 1 warunkom wyżarzania.

T a b e l a 1

Temperatura pierwszego wyżarzania /°C/	Czas obróbki /min/	Przeciętna średnica ziarna /mm/	Nr wielkości mikro- ziarna ASTM
840	2,5	0,0224/0,0224- -0,032/	8 /7-8/
840	3,5	0,032/0,0244- -0,032/	7 /7-8/
950	2,5	0,045/0,032- -0,0898/	6 /4-7/
950	3,5	0,064/0,032- -0,127/	5 /3-7/
950	5	0,0898/0,045- -0,127/	4 /3-6/
1000	5	0,127/0,045- -0,18/	3 /2-6/

Warunki wyżarzania przytoczone na pierwszym i drugim miejscu odpowiadają sposobowi według wynalazku. Wyżarzane taśmy przewalcowano następnie na zimno na grubość końcową 0,50 mm /stopień redukcji około 5,7 %/ i wyżarzano w piecu przelotowym w takiej samej atmosferze, jak przy pierwszym żarzeniu. Temperatura wyżarzania wynosiła 950° C, czas 2,5 do 3 minut. Czas dobierano w zależności od stopnia odwęglenia osiągniętego już po pierwszym żarzeniu. Właściwości magnetyczne gotowej taśmy przedstawiono wykreślnie na fig. 1 w zależności od wielkości ziarna po pierwszym żarzeniu. Jako odcięte odłożono numery wielkości mikroziaren według ASTM, jako rzędne - właściwości magnetyczne taśmy po wyżarzaniu końcowym, a mianowicie w dolnym obszarze stratę przemagnesowania, w górnej zaś części wykresu - indukcję magnetyczną. Każdy punkt przedstawia jeden wynik pomiaru.

Na figurze 2 do 4 przedstawiono w 100-krotnym powiększeniu strukturę kilku przykładowych taśm po wyżarzeniach: pierwszym i końcowym. Pod a/ i b/ przedstawiono w każdym przypadku mikrofotografie próbek pobranych równolegle do kierunku walcowania, pod c/ i d/ - próbek pobranych prostopadle do tego kierunku. Na każdej z fig. 2 do 4 rysunki oznaczone a/ i c/ przedstawiają strukturę po żarzeniu pośrednim, rysunki b/ i d/ - po żarzeniu końcowym. Zawartość poszczególnych pierwiastków w stalach do wyrobu taśmy leżała w każdym przypadku w granicach podanych na początku przykładu.

Figura 2 dotyczy taśmy według wynalazku o zawartości 0,019 % C, 2,65 % Si, 0,43 % Mn, 0,320 % Al, 0,015 % P, 0,005 % S według analizy odlewu. Po pierwszym wyżarzeniu /840° C, czas 2,5 min/ numer wielkości mikroziarna ASTM wynosił około 8 /7-8/; taśmę przewalcowano następnie na zimno z redukcją około 5,0 % i poddano wyżarzaniu końcowemu przy 950° C w czasie 2,5 min; numer wielkości ziarna według ASTM w gotowej taśmie wyniósł 1 /1-3/.

Do figury 3 odnoszą się następujące dane dotyczące analizy względnie obróbki: Analiza odlewu: 0,012 % C, 2,63 % Si, 0,24 % Mn, 0,393 % Al, 0,021 % P, 0,010 % S.

W celach porównawczych pierwsze wyżarzanie przeprowadzono przy 950° C i w czasie 5 min numer wielkości ziarna ASTM wyniósł przy tym 4 /3-6/. Stopień odkształcenia na zimno przy drugim walcowaniu: około 6,0 %. Wyżarzanie końcowe: 950° C, czas 2,5 min. Stwierdzony numer wielkości ziarna ASTM: 0 /00-1/.

Obrazy struktury przedstawione na fig. 4 dotyczą taśmy o takim samym składzie według analizy jak na fig. 3, jednakże pierwsze wyżarzanie nastąpiło przy 1000° C w czasie 5 min, a w konsekwencji otrzymano numer wielkości ziarna ASTM równy 3 /2-6/. Stopień odkształcenia na zimno przy drugim walcowaniu: około 6,5 %. Wyżarzanie końcowe nastąpiło znów przy 950° C w czasie 2,5 min., po czym numer wielkości ziarna ASTM krystalitów w taśmie wyniósł 0-00.

Z figury 1 widać, że wprowadzenie wielkości ziarna po pierwszym wyżarzeniu ma tylko minimalny wpływ na stratę przemagnesowania $P_{1,0}$, jednakże wartości $P_{1,5}$ i B zależą zdecydowanie od wielkości ziarna w tym momencie. Porównanie z tablicą w EURONORM 106-71 wykazuje, że tylko taśmy, które były drobnoziarniste po pierwszym wyżarzeniu, spełniają wymagania stawiane stali gatunku FeV 150-50 HA pod względem wszelkich właściwości magnetycznych, względnie przewyższają je znacznie. Wspomniany gatunek stali elektrycznej urzeczywistnia korzystny kompromis między P i B i jest bardzo często stosowany w praktyce.

P r z y k ł a d II. Dwie taśmy o składzie chemicznym, leżącym w obszarze podanym w przykładzie 1, poddano przed drugim walcowaniem na zimno wyżarzaniu podstawowemu przy 690°C w ciągu 14 godzin, następnie przewalcowano na zimno z redukcją około 5,5 % i wyżarzone końcowo w piecu przelotowym $/950^{\circ}\text{C}$, czas 3 min./; ten nieco dłuższy czas żarzenia był niezbędny dla zapewnienia wystarczającego odwęglania. W gotowej taśmie stwierdzono następujące właściwości magnetyczne.

T a b e l a 2

Taśma	Nr wielkości mikroziarna ASTM po wyżarzeniu podstawowym	$P_{1,0}$ /W/kg/	$P_{1,5}$	B 2500	/T/ 5000	P przy 10000 A/m
A	7 /7-8/	1,43	3,50	1,57	1,66	1,78
B	6 /6-8/	1,43	3,54	1,56	1,66	1,77

Również i w tak wytworzonych taśmach osiągnięto jakość FeV 150-50 HA, przy czym wartości indukcji leżały daleko ponad żądanymi wartościami minimalnymi.

P r z y k ł a d III. Bloki odlane z wytopu o składzie: 0,040 % C, 3,10 % Si, 0,22 % Mn, 0,790 % Al, 0,10 % P i 0,002 % S /analiza odlewu/ zostały w zwykły sposób przewalcowane na gorąco na taśmę i dowalcowane na zimno do grubości 0,53 mm. Warunki żarzenia w piecu przelotowym podczas pierwszego wyżarzenia były zmieniane jak podano niżej, ażeby uzyskać różne wielkości ziarna. Następnie przewalcowano taśmy ponownie na zimno o około 5,5 % i wyżarzone końcowo w piecu przelotowym $/950^{\circ}\text{C}$, czas 2,5 min./.

Jak wykazują niżej podane wyniki, również i tu wynalazek ma duże znaczenie, najlepsze wartości zmierzono w taśmie C wykonanej sposobem według wynalazku.

T a b e l a 3

Wyżarzanie pośrednie				Właściwości magnetyczne taśm wyżarzonych ostatecznie				
taśma	temperatura żarzenia $^{\circ}\text{C}$	czas żarzenia /min/	wielkości ziarna ASTM po żarzeniu pośrednim	$P_{1,0}$	$P_{1,5}$	B 2500	/T/ 5000	przy 10000
C	840	2,5	7 /7-8/	1,31	3,06	1,57	1,66	1,77
D	840	5	6 /4-7/	1,32	3,13	1,54	1,64	1,76
E	890	2,5	4 /4-5/	1,32	3,34	1,51	1,60	1,72

P r z y k ł a d IV. Dziesięć taśm walcowanych na gorąco ze stali uspokojonej /materiał wstępny z odlewu ciągłego/, której skład chemiczny według analizy odlewu leżał w niżej podanych granicach: 0,05 do 0,08 % C, 0,55 do 0,73 % Mn, 0,05 do 0,10 % Si, 0,02 do 0,06 % Al, 0,09 do 0,11 % P i 0,020 do 0,024 % S, przewalcowano na zimno do

0,71 mm, wyżarzono w piecu kołpakowym w każdym przypadku przez 12 godzin w różnych temperaturach między 660 i 690° C, oraz przewalcowano na zimno przy wydłużeniu około 9 % na grubość końcową 0,65 mm. Otrzymany półwyrob był przeznaczony do dalszego przerobu na taśmy elektryczne o właściwościach odpowiadających tymże stali gatunku FeV 330-65 HD według EURONORM 126-77 lub lepszych. Jak to jest przyjęte przy takich wytworach, z materiału dwustopniowo przewalcowanego na zimno, nie wyżarzonego końcowo, pobrano próbki Epsteina i - zgodnie z warunkami wyżarzania u późniejszego odbiorcy - wyżarzono je przy 780° C przez 90 minut, pozostawiając do powolnego ostygnięcia. Na fig. 5 przedstawiono wykreslinie właściwości magnetyczne końcowo wyżarzonych próbek Epsteina w zależności od numeru wielkości ziarna ASTM po wyżarzaniu podstawowym analogicznie do fig. 1.

P r z y k ł a d V. Czternaście taśm walcowanych na gorąco ze stali nieuspokojonej /odwęglonej w próżni/, w których zawartość poszczególnych pierwiastków według analizy odlewu leżała w niżej podanych granicach: poniżej 0,02 % C, 0,50 do 0,70 % Mn, 0,09 do 0,16 % P i 0,017 do 0,026 % S, przewalcowano na zimno do 0,54 mm, wyżarzono podstawowo w różnych temperaturach między 680 i 700° C i czasach od 11 do 14 godzin, oraz wywalcowano na zimno z wydłużeniem około 9 % do grubości końcowej 0,5 mm. Sprawdzenia dokonano jak opisano w przykładzie 4. Na figurze 6 przedstawiono wykreslinie właściwości magnetyczne, wyznaczone dla próbek Epsteina końcowo wyżarzonych, w zależności od numeru wielkości ziarna ASTM po wyżarzaniu podstawowym; obraz odpowiada takowemu z fig. 1. Blacha elektryczna jest porównywalna z niewyżarzoną końcowo blachą elektryczną gatunku FeV 280-50 ND według EURONORM 126-77. Przykładami 4 i 5 zilustrowano, że wynalazek ma znaczenie również dla gatunków blachy elektrycznej nie wyżarzonych końcowo, gdyż przy danym składzie chemicznym osiąga się w blachach stalowych według wynalazku, wykazujących po pierwszym wyżarzaniu określoną przeciętną średnicę ziarna, po końcowym wyżarzaniu najlepsze właściwości magnetyczne.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób wytwarzania blachy stalowej o małej stracie przemagnesowywania i dużej indukcji magnetycznej, odpowiedniej jako blacha elektrotechniczna lub półprodukt do otrzymywania blachy elektrotechnicznej, w którym blachę stalową walcowaną na gorąco przewalcuje się na grubość ostateczną przez dwustopniowe walcowanie na zimno z wyżarzaniem międzyoperacyjnym i ewentualnym wyżarzaniem końcowym, z n a m i e n n y t y m, że blachę stalową poddaje się wyżarzaniu międzyoperacyjnemu otrzymując blachę o wielkości kryształitów mniejszej od 0,07 mm, korzystnie o wielkości kryształitów 0,005 do 0,05 mm, po czym poddaje się ją drugiemu walcowaniu na zimno redukując w jednym przejściu jej grubość o 4 do 10 % i ewentualnie po składowaniu przejściowym tak otrzymanego półproduktu poddaje się wyżarzaniu końcowemu.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że blachę stalową zawierającą 1 do 3,2 % krzemu, po pierwszym walcowaniu na zimno wyżarza się międzyoperacyjnie w temperaturze 820 do 850° C w czasie 1 do 3 minut w piecu przelotowym, albo w temperaturze 620 do 700° C w czasie 10 do 14 godzin w piecu kołpakowym otrzymując blachę o przeciętnej średnicy kryształitów od 0,02 do 0,04 mm i po drugim walcowaniu na zimno poddaje się ją wyżarzaniu końcowemu w piecu przelotowym, korzystnie w temperaturze 920 - 980° C w czasie 2 do 5 minut.

3. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że blachę ze stali uspokojonej o zawartości 0,05 - 0,08 % węgla, 0,55 - 0,73 % manganu, 0,05 - 0,10 % krzemu, 0,02 - 0,06 % glinu, 0,09 - 0,11 % fosforu i 0,020 - 0,024 % siarki, po pierwszym walcowaniu na zimno poddaje się wyżarzaniu międzyoperacyjnemu w piecu kołpakowym, w temperaturze 620 - 700° C w czasie 11 - 14 godzin otrzymując blachę o przeciętnej średnicy kryształitów 0,005 - 0,02 mm, po czym podczas drugiego walcowania na zimno redukuje się jej grubość w jednym przejściu o 6 do 10 % i po ewentualnym składowaniu

przejściowym tak otrzymanego półproduktu, przeprowadza się wyżarzanie końcowe w temperaturze 760 - 800° C w czasie 90 - 120 minut.

4. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że blachę ze stali nie-
uspokojonej o zawartości poniżej 0,02 % węgla, 0,50 - 0,70 % manganu, 0,09 - 0,16 %
fosforu i 0,017 - 0,026 % siarki, po pierwszym walcowaniu na zimno poddaje się wyżar-
zaniu międzyoperacyjnemu w piecu kołpakowym, w temperaturze 620 - 700° C w ciągu
11 do 14 godzin, otrzymując blachę o przeciętnej średnicy kryształitów 0,03 - 0,05 mm,
po czym podczas drugiego walcowania na zimno redukuje się jej grubość w jednym przej-
ściu o 6 - 10 % i po ewentualnym składowaniu przejściowym tak otrzymanego półproduktu
przeprowadza się wyżarzanie końcowe w temperaturze 760 - 800° C w czasie 90 - 120 minut.

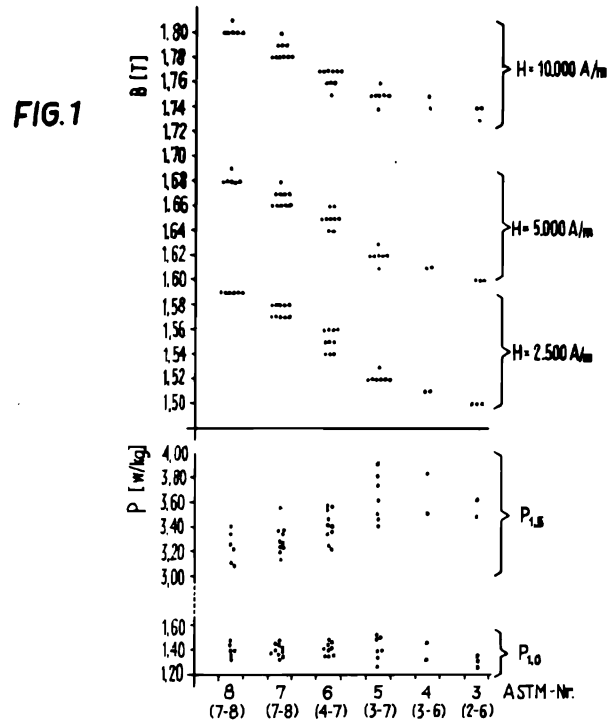


FIG. 2

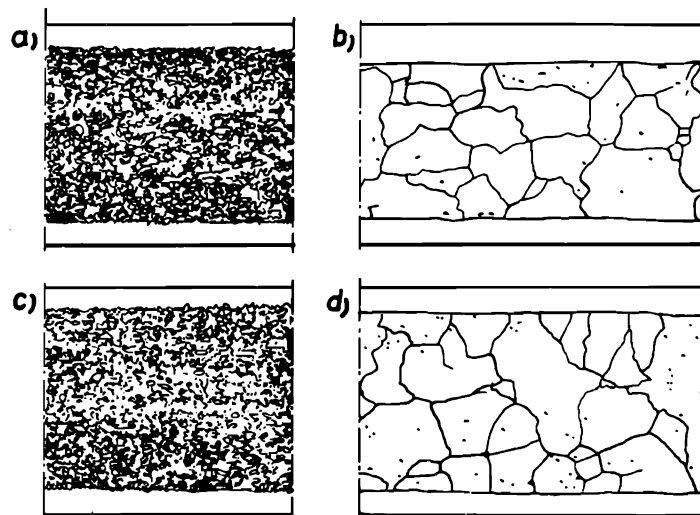


FIG.3

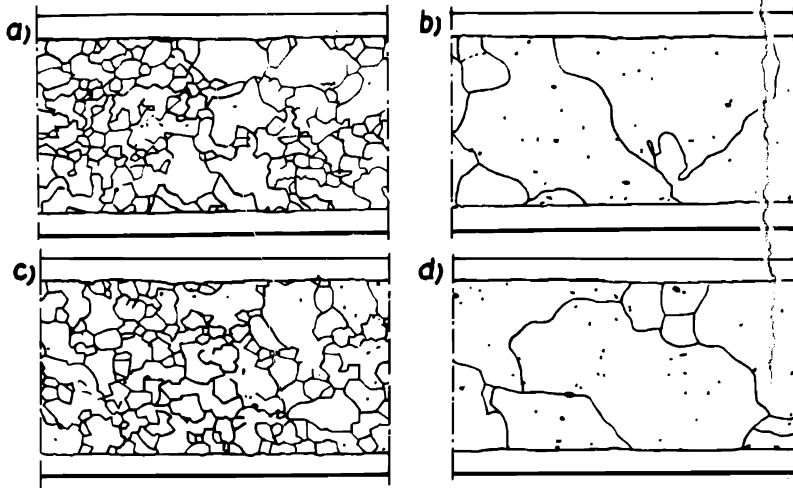


FIG.4

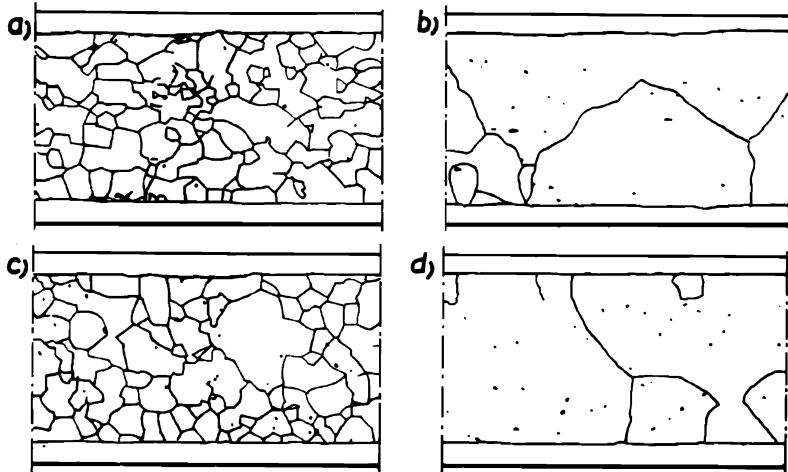


FIG.5

FIG.6

