



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 02.XI.1968 (P 129 870)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 30.VI.1972

Kl. 40b,39/40

MKP C22c 39/40

UKD 669.15'24—
—194

Współtwórcy wynalazku: Jan Rusz, Leszek Siarzewski, Edward Waniewski, Józef Bator

Właściciel patentu: Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice (Polska)

**Stop magnetycznie miękki o wysokiej oporności elektrycznej oraz
sposób obróbki cieplnej wyrobów z tego stopu**

1

Przedmiotem wynalazku jest stop magnetycznie miękki o wysokiej oporności elektrycznej oraz sposób obróbki cieplnej wyrobów z tego stopu.

Znane dotychczas stopy magnetycznie miękkie zawierają od 45 do 55% wagowych niklu, od 3,8 do 4,4% wagowych molibdenu, od 0,6 do 1,0% wagowych manganu i resztę żelaza.

W zależności od sposobu przeprowadzonej obróbki cieplnej wyroby z tych stopów wykazują właściwości izotropowe i posiadają wysoką przenikalność początkową i maksymalną bądź wykazują właściwości anizotropowe i posiadają prostokątny przebieg pętli histerezy.

Wyroby izotropowe wykonane z tych stopów wyżarza się w wodrze w temperaturze od 1100 do 1200°C w czasie poniżej 2,5 godzin a wyroby anizotropowe wyżarza się w wodrze w temperaturze od 1000 do 1050°C w czasie ponad 2,5 godzin.

Znane dotychczas stopy nie posiadają jednocześnie wysokiej przenikalności magnetycznej dużej oporności właściwej i prostokątnego przebiegu pętli histerezy, charakteryzują się przenikalnością początkową dochodzącą w najlepszym przypadku do 15 000 gausów na ersted przy stosunkowo niskiej oporności właściwej, względnie posiadają wysoką oporność właściwą dochodzącą do 70 mikro-omów razy centymetr lecz niską przenikalność początkową.

Celem wynalazku jest uniknięcie wad dotychczas znanych stopów magnetycznie miękkich i spo-

2

sobów obróbki cieplnej wyrobów z tych stopów.

Zagadnienie techniczne prowadzące do osiągnięcia tego celu polega na opracowaniu składu chemicznego stopu magnetycznie miękkiego oraz sposobu obróbki cieplnej wyrobów z tego stopu, zapewniającego uzyskanie w jednym procesie technologicznym wysokiej przenikalności, oporności i prostokątnego przebiegu pętli histerezy.

Wytyczone zagadnienie techniczne zostało rozwiązane zgodnie z wynalazkiem w ten sposób, że opracowano skład chemiczny stopu, który zawiera od 45 do 55% wagowych niklu, od 3,1 do 3,7% wagowych molibdenu, od 0 do 10 % wagowych chromu, od 0 do 10% wanadu, od 0 do 0,5% wagowych wolframu, od 0 do 4% wagowych renu, od 0 do 0,5% wagowych manganu i resztę żelaza. W przypadku gdy poza wysoką przenikalnością opornością i prostokątnym przebiegiem pętli histerezy wymagana jest wysoka indukcja nasycenia stosuje się w stopie dolne granice zawartości chromu, wanadu, wolframu, renu i manganu.

Opracowano również sposób obróbki cieplnej wyrobów z tego stopu zapewniający uzyskanie właściwości izotropowych, wysokiej przenikalności początkowej i maksymalnej, bądź właściwości anizotropowych i prostokątnego przebiegu pętli histerezy. Dla odmiany izotropowej wyroby z tego stopu wyżarza się w wodrze w temperaturze co najmniej 1250°C w czasie nie krótszym niż 3 godziny, natomiast dla odmiany anizotropowej wyroby

z tego stopu wyżarza się w wodorze, w temperaturze od 1100 do 1200°C w czasie od 0,5 do 2 godzin, po czym obie odmiany studzi się razem z piecem do temperatury punktu Curie a następnie poza piecem do temperatury otoczenia.

Zastosowanie stopu magnetycznie miękkiego i sposobu obróbki cieplnej wyrobów z tego stopu według wynalazku, umożliwia osiągnięcie wysokich właściwości magnetycznych, głównie wysokiej przenikalności, oporności właściwej i prostokątnego przebiegu pętli histerezy. Izotropową odmianę stopu można z powodzeniem stosować na rdzenie przekładników, przekładników i urządzeń telekomunikacyjnych a odmianę anizotropową we wzmacniaczach magnetycznych, pracujących przy sieciowej lub wyższej częstotliwości. Stop według wynalazku charakteryzuje się niskimi stratami energii elektrycznej na prądy wirowe i histerezę oraz małymi zniekształceniami nieliniowymi przebiegów magnetycznych.

Przykładowy stop według wynalazku zawiera 45% wagowych niklu, 3,1% wagowych molibdenu i resztę żelaza.

Nikiel i żelazo roztopia się pod przykryciem zawierającym 70% wagowych tlenku wapnia, 20% wagowych węglanu sodu i 10% wagowych fluorku wapnia, w indukcyjnym piecu otwartym o wyłożeniu magnezytowym. Do stopionego niklu i żelaza wprowadza się molibden i po jego roztopieniu usuwa się żużel nagromadzony na powierzchni stopu, po czym stop odlewa się do żeliwnych wlewnic uprzednio nagranych do temperatury 200°C i studzi się razem z nimi na wolnym powietrzu do temperatury otoczenia.

Z tego stopu wykonuje się wyroby o właściwościach izotropowych. Wlewki stopu walcuje się na gorąco przy czym walcowanie rozpoczyna się przy temperaturze 1250°C i kończy się przy temperaturze 1000°C. Następnie przeprowadza się walcowanie na zimno dla odmiany izotropowej z sumarycznym zgniotem 70%, a dla odmiany anizotropowej z sumarycznym zgniotem 93%.

Z uzyskanych w ten sposób taśm wytwarza się wyroby np. rdzenie zwijane i poddaje je obróbce cieplnej odmiennie dla odmiany izotropowej i anizotropowej.

Poniższe przykłady przedstawiają obróbkę cieplną wyrobów ze stopu według wynalazku.

Przykład I. Rdzenie zwijane z taśmy o grubości 0,1 mm ze stopu zawierającego 45% wagowych niklu, 3,1% wagowych molibdenu i resztę żelaza, zwałcowanego z sumarycznym zgniotem na zimno wynoszącym 70%, wyżarza się w wodorze w temperaturze 1250°C w czasie 3 godzin po czym studzi się je razem z piecem do temperatury 410°C, a następnie poza piecem do temperatury otoczenia.

Tak obrobione cieplnie rdzenie wykazują właściwości izotropowe i posiadają następujące parametry magnetyczne mierzone metodą balistyczną: przenikalność początkową 50.000 gausów na ersted,

przenikalność maksymalną 200.000 gausów na ersted, natężenie powściągające 20 milierstedów i oporność elektryczną 80 mikronów razy centymetr.

Przykład II. Rdzenie zwijane w taśmy o grubości 0,1 mm ze stopu zawierającego 45% wagowych niklu, 3,1% wagowych molibdenu i resztę żelaza, zwałcowanego z sumarycznym zgniotem na zimno wynoszącym 93% wyżarza się w wodorze w temperaturze 1100°C w czasie 2 godziny i następnie razem z piecem studzi je do temperatury 410°C a następnie poza piecem do temperatury otoczenia.

Tak obrobione cieplnie rdzenie wykazują właściwości anizotropowe i posiadają następujące parametry magnetyczne mierzone metodą balistyczną: indukcję nasycenia 14000 gausów, przenikalność maksymalną 150000 gausów na ersted, natężenie powściągające 140 milierstedów i współczynnik prostokątności pętli histerezy 96%.

W celu uzyskania wyższej przenikalności początkowej i maksymalnej dla odmiany izotropowej oraz wyższego współczynnika prostokątności pętli histerezy dla odmiany anizotropowej, obróbkę cieplną przeprowadza się korzystnie w polu magnetycznym, dla odmiany izotropowej izotermicznie w czasie od 4 do 12 godzin w temperaturze poniżej punktu Curie a dla odmiany anizotropowej w zakresie od temperatury punktu Curie do temperatury otoczenia, w czasie 2 godzin.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stop magnetycznie miękki o wysokiej oporności elektrycznej zawierający od 45 do 55% wagowych niklu, **znamienny tym**, że zawiera od 3,1 do 3,7% wagowych molibdenu, od 0 do 10% wagowych chromu, od 0 do 10% wagowych wanadu, od 0 do 5% wagowych wolframu, od 0 do 4% wagowych renu, od 0 do 0,5% wagowych manganu i resztę żelaza.

2. Sposób obróbki cieplnej wyrobów ze stopu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dla odmiany izotropowej wyroby z tego stopu wyżarza się w wodorze w temperaturze co najmniej 1250°C w czasie nie krótszym niż 3 godziny a dla odmiany anizotropowej wyroby z tego stopu wyżarza się w wodorze w temperaturze od 1100 do 1200°C w czasie od 0,5 do 2 godzin, po czym obie odmiany studzi się razem z piecem do temperatury punktu Curie a następnie poza piecem do temperatury otoczenia.

3. Sposób obróbki cieplnej wyrobów ze stopu według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że przeprowadza się ją korzystnie w polu magnetycznym dla odmiany izotropowej izotermicznie w czasie od 4 do 12 godzin w temperaturze poniżej punktu Curie, a dla odmiany anizotropowej w zakresie od temperatury punktu Curie do temperatury otoczenia w czasie 2 godzin.