



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

215841

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
C 21 D 1/26

(22) Přihlášeno 22 12 80

(21) {PV 9077-80}

(40) Zveřejněno 10 09 81

(45) Vydáno 20 12 83

[75]

Autor vynálezu

CHRAMOSTA OLDŘICH ing., SAPIK ANTONÍN ing., BRNO

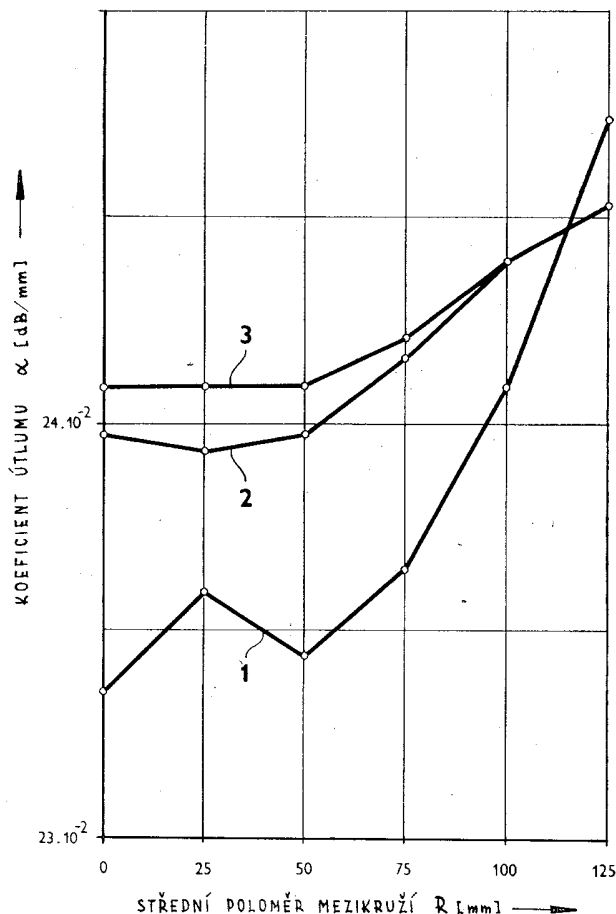
[54] **Postup tepelného zpracování polotovarů a součástí magnetických obvodů ze slitin železo-kobalt**

Vynález se týká postupu tepelného zpracování polotovarů a součástí magnetických obvodů ze slitin železo-kobalt.

Účelem vynálezu je zajistit rovnoměrné rozložení magnetických vlastností v požadovaném objemu polotovarů a součástí magnetických obvodů.

Podstatou vynálezu je, že polotovary a součásti se po žíhání ve vakuu nebo ve vodíkové atmosféře na teplotě 1050 °C až 1200 °C řízeně ochlazují rychlostí 40 °C až 1 °C · 1 h⁻¹ na teplotu 400 °C až 300 °C a dále neřízeně do teploty 50 °C, stále ve vakuu nebo ve vodíkové atmosféře.

Vynález lze využít zejména při výrobě pólových nástavců pro elektromagnety spektrometrů NMR a pro optiky elektronových mikroskopů.



Vynález se týká postupu tepelného zpracování polotovárů a součástí magnetických obvodů ze slitin železo-kobalt, za účelem získání rovnoměrného rozložení magnetických vlastností v požadovaném objemu.

Polotovary a součásti magnetických obvodů pro potřeby spektrometrů nukleární magnetické rezonance (dále NMR) a elektronových mikroskopů se v některých případech vyrábějí z magneticky měkkých slitin železo-kobalt. U těchto polotovárů je důležité, aby jejich magnetické vlastnosti, zejména permeabilita, byly v celém objemu součástí rozloženy rovnoměrně. Není-li tato podmínka splněna, dělí se magnetický tok uvnitř součásti v poměru náhodně rozložených vodivostí a tak také vstupuje do vzduchové mezery. Důsledkem tohoto jevu je narušení teoreticky stanovené konfigurace magnetického pole, při jejímž výpočtu se předpokládalo, že materiál je magneticky stejnorodý. Jedná-li se o pole vytvářené v elektromagnetech pro spektrometry NMR nebo v optikách elektronových mikroskopů, kde je požadována jeho extrémně malá nehomogenita, zhorší toto narušení konfigurace parametry celého přístroje. Proto nemohou být takové magneticky nestejnorodé součásti použity a jsou obvykle zmetkovány. Při značné a stále stoupající ceně kobaltu a při jeho celosvětovém nedostatku dochází tímto postupem k nezanedbatelným národohospodářským ztrátám.

Jednou z hlavních příčin nerovnoměrného rozložení magnetických vlastností v polotovarech ze slitiny železo-kobalt je nerovnoměrnost jejich krystalické struktury a chemického složení. Polotovary jsou vyráběny hutně a v požadovaných množstvích ani jinak vyráběny býti nemohou. Hutní norma však uvedené strukturální a chemické nerovnoměrnosti nedefinuje a nijak nezaručuje. Části magnetických obvodů z takového materiálu zhotovené a podle doporučení výrobce žihané na teplotě 840 °C dosáhnou sice v průměru příhodnějších magnetických vlastností, ale rovnoměrnost jejich rozložení v požadovaném objemu se ve většině případů nezlepší ani po opakovaném žihání při doporučené teplotě. Také proporcionálním hlubokým přetvářením za teplot vyšších než bod fázové přeměny $\alpha \rightarrow \gamma$ (A_{C3}) nebylo dosaženo uspokojivých výsledků, nehledě k realizačním obtížím.

Tyto nedostatky řeší postup tepelného zpracování polotovárů a součástí magnetických obvodů ze slitin železo-kobalt, za účelem získání rovnoměrného rozložení magnetických vlastností v požadovaném objemu. Podstatou vynálezu je, že polotovary a součásti se po žihání ve vakuu nebo ve vodíkové atmosféře na teplotě 1050 °C až 1200 °C řízeně ochlazují rychlostí 40 °C až 1 °C $\cdot$ 1 h⁻¹ na teplotu 400 °C až 300 °C a dále neřízeně do teploty 50 °C stále ve vakuu nebo ve vodíkové atmosféře. Doba setrvání na žihací teplotě se řídí podle rozměrů žihamých výrobků a pohybuje se od několika hodin pro malé součásti až po desítky hodin pro součásti rozměrnější.

Takto provedeným tepelným zpracováním se dosáhne zrovnoměrnění krystalické struktury. Při horní hranici 1200 °C dochází navíc k difúznímu vyrovnání koncentrace prvků v materiálu, a tedy ke zmenšení heterogenosti chemického složení. Smyslem pozvolného ochlazování při přechodu přes bod fázové přeměny $\alpha \rightarrow \gamma$ (A_{C3}) je zajistit časově shodný pokles teploty v celém objemu součásti a umožnit tak rovnoměrný růst zrn bez vzniku škodlivého vnitřního pnutí. Čím je součást větší, tím musí být ochlazování pozvolnější. Výsledkem tohoto postupu tepelného zpracování je rovnoměrné rozložení magnetických vlastností, zejména permeability v požadovaném objemu polotovaru nebo součásti magnetického obvodu. Tím se přiblíží skutečný stav materiálu stavu teoreticky předpokládanému a v magnetickém poli, zejména mezi pólovými nástavci elektromagnetů pro spektrometry NMR v optikách elektronových mikroskopů lze pak dosáhnout extrémně malých nehomogenit.

Příklad

Byl zhotoven kotouč o průměru 320 mm a tloušťce 90 mm ze slitiny železo-kobalt značky 49 KF-IL, obsahující 49 % kobaltu, 1,16 % vanadia, 0,02 % uhlíku a zbytek železo. Tento kotouč byl tepelně zpracován jednak podle údajů výrobce, tj. při 840 °C po dobu 10 hodin, jednak podle tohoto vynálezu při teplotách 1040 °C a 1050 °C po dobu 6 hodin. Ochlazování probíhalo ve všech případech rychlostí menší než 40 °C $\cdot$ 1 h⁻¹.

Rovnoměrnost krystalické struktury byla ne-destruktivně sledována po každém tepelném zpracování na základě měření útlumu ultrazvuku. Tato metoda podle čs. AO 183 893 umožňuje získat obraz o rozložení magnetických vlastností prozařovaného materiálu, které souvisejí s jeho krystalickou strukturou. Čím větší je útlum, vyjádřený koeficientem útlumu α , tím větší je zrno a permeabilita. Ze stejného útlumu v požadovaném objemu materiálu se dá usuzovat na rovnoměrné rozložení magnetických vlastností.

Při měření byla ultrazvuková sonda o průměru 25 mm přikládána na broušenou čelní plochu kotouče tak, že ultrazvukové vlnění procházelo ve směru jeho osy, tj. ve směru budoucího magnetického toku. Měřicí místa se nacházela jednak v ose kotouče, jednak na pěti mezikružích, jejichž střední poloměr je odstupňován po 25 mm. Ze všech měření v každém mezikruží byla stanovena průměrná hodnota koeficientu útlumu, která je ukazatelem jeho radiální změny.

Výsledky měření jsou graficky znázorněny na obr. 1. Na vodorovné ose jsou vyneseny střední poloměry mezikruží, v nichž byl naměřen průměrný koeficient útlumu α . Ten je vynesena na svislé ose. Lomená čára 1 znázorňuje radiální změny koeficientu útlumu po žihání podle údajů výrobce. Lomené čáry 2 a 3 ukazují, jak se změny koeficientu útlumu zmenšily po tepelném zpracování při teplotách 1040 °C a 1050 °C podle

tohoto vynálezu. V centrální oblasti kotouče je v obou případech hodnota koeficientu útlumu prakticky shodná. Žiháním při teplotě 1050 °C se však rozdíl teplot tohoto koeficientu mezi středem a obvodem ještě dále zmenšil.

V tomto příkladu tepelného zpracování byl požadovaný objem s rovnoměrným rozložením magnetických vlastností ohraničen kružnicí o poloměru 75 mm. Za míru strukturální homogenity materiálu je považována maximální hodnota rozdílu koeficientů útlumu naměřených v tomto objemu. Porovnání výsledků pro uvedené tři žihací teploty je patrné z tohoto přehledu:

Žihací teplota	840 °C	1040 °C	1050 °C
Setrvání na teplotě	10 h	6 h	6 h
Max. rozdíl koef. útlumu v požadovaném objemu	$1,38 \cdot 10^{-2}$	$0,54 \cdot 10^{-2}$	$0,42 \cdot 10^{-2}$

Při žihací teplotě 1050 °C podle tohoto vynálezu bylo dosaženo více než trojnásobného zlepšení strukturální homogenity proti způsobu tepelného zpracování, které doporučuje výrobce.

Dalším příkladem je kotouč o průměru 270 mm a tloušťce 80 mm ze slitiny železo-kobalt značky URX 3 Co 35, obsahující 35 % kobaltu, 0,03 % uhlíku a zbytek železo. Tento kotouč byl tepelně zpracován jednak podle údajů výrobce, tj. při 840 °C po dobu 5 hodin, jednak podle tohoto vynálezu při teplotách 1100 °C a 1150 °C po dobu 9 hodin. Ochlazování probíhalo ve všech případech rychlostí menší než 40 °C · 1 h⁻¹. Změna

rovnoměrnosti krystalické struktury byla sledována stejným způsobem jako u předchozího příkladu. Požadovaný objem s rovnoměrným rozložením magnetických vlastností byl opět ohraničen kružnicí o poloměru 75 mm a porovnání výsledků pro tři žihací teploty je uvedeno v tomto přehledu:

Žihací teplota	840 °C	1100 °C	1150 °C
Setrvání na teplotě	5 h	9 h	9 h
Max. rozdíl koef. útlumu v požadovaném objemu	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$0,65 \cdot 10^{-2}$	$0,63 \cdot 10^{-2}$

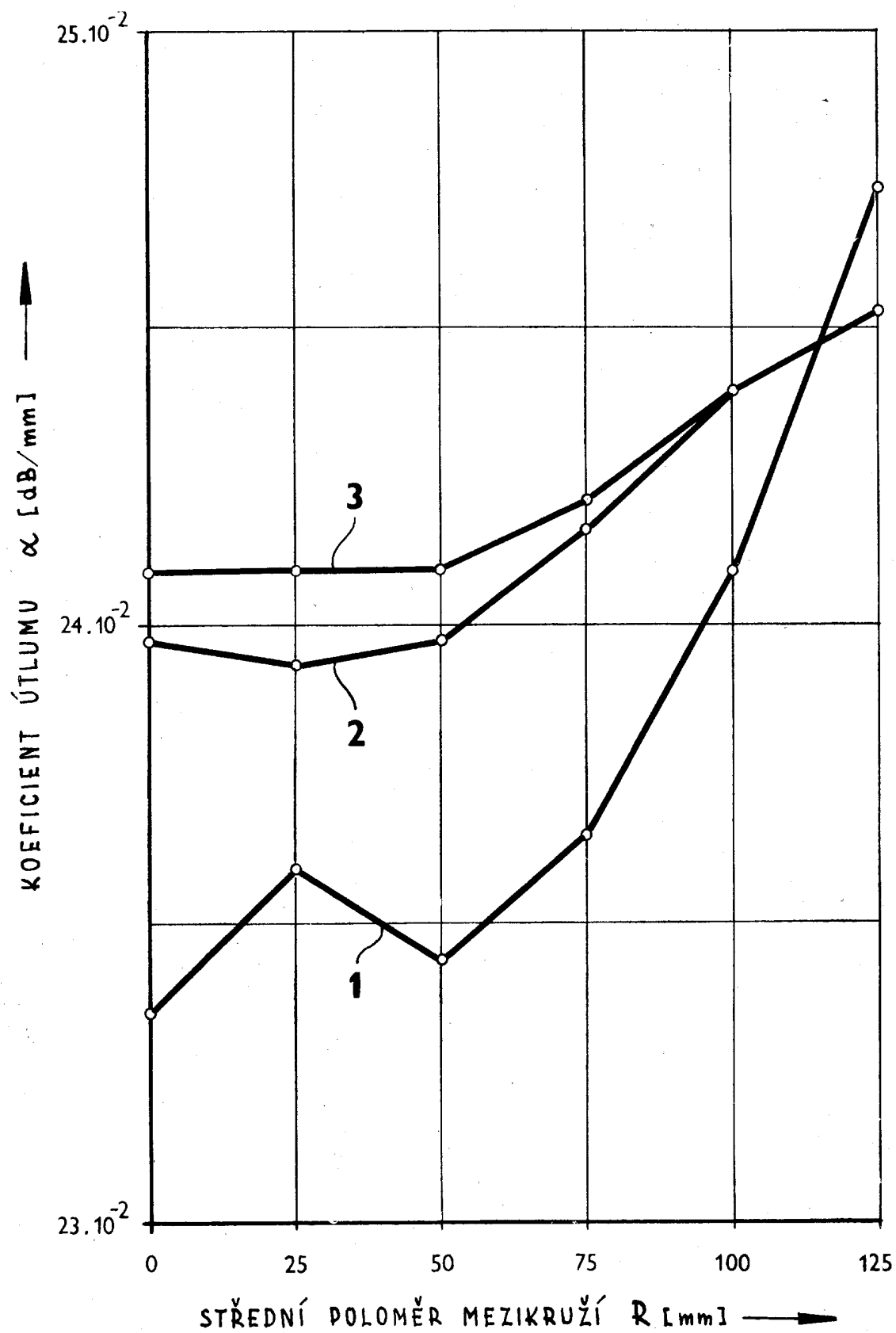
Na rozdíl od prvního příkladu bylo žiháním podle doporučení výrobce dosaženo horších výsledků a materiál by nebyl vůbec použitelný. Tepelným zpracováním podle tohoto vynálezu se však strukturální homogenita zlepšila více než pětikrát na hodnotu, která již vyhovuje náročným požadavkům NMR spektroskopie.

Z uvedených příkladů je patrné, že postupem tepelného zpracování polotovarů a součástí magnetických obvodů ze slitin železo-kobalt podle tohoto vynálezu lze dosáhnout rovnoměrného rozložení magnetických vlastností v požadovaném objemu a zaručit tak extrémně malou nehomogenitu magnetických polí pro potřeby spektrometrů NMR a elektronových mikroskopů. Maximálně možné využití drahého a nedostatečného kobaltu se navíc projeví ve formě výrazných ekonomických úspor.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Postup tepelného zpracování polotovarů a součástí magnetických obvodů ze slitin železo-kobalt, za účelem získání rovnoměrného rozložení magnetických vlastností v požadovaném objemu, vyznačený tím, že polotovary a součásti se po

žihání ve vakuu nebo ve vodíkové atmosféře na teplotě 1050 °C až 1200 °C řízeně ochlazují rychlostí 40 °C až 1 °C · 1 h⁻¹ na teplotu 400 °C až 300 °C a dále neřízeně do teploty 50 °C stále ve vakuu nebo ve vodíkové atmosféře.



Obr. 1