



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

224442
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
C 22 C 1/09

(22) Přihlášeno 22 10 81
(21) (PV 7747-81)

(40) Zveřejněno 25 02 83

(45) Vydáno 01 12 85

(75)

Autor vynálezu

KLABÍK VÁCLAV ing. CSc., LANDA VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob výroby polotovarů z cínových bronzů pro výrobu mnohovláknových supravodivých vodičů Nb₃Sn

Vynález řeší způsob výroby polotovarů z cínových bronzů pro výrobu mnohovláknových supravodivých vodičů Nb₃Sn. Jedna z obecně známých metod výroby mnohovláknových supravodivých vodičů na bázi intermetalické fáze Nb₃Sn spočívá v postupu, kdy do otvorů v bronzovém čepu se umístí niobové žíly a z tohoto celku se postupně mechanickým tvářením – lisováním, združováním a tažením vyrobí dráty, obsahující v bronzové matici až několik tisíc niobových vláken o průměru několik μm. Potom se žháním vytváří na niobových vláknech difúzí cínu z bronzové matrice vrstva vlastní supravodivé fáze Nb₃Sn. Základním předpokladem tohoto postupu jsou dobré plastické vlastnosti bronzové matrice i niobových žil, neboť oba tyto materiály jsou v průběhu mechanického zpracování podrobeny celkové deformaci více jak 99,999 %.

Vysoká tvářitelnost niobu je zabezpečena tím, že se použije velmi čistý kov připravený tavením v elektronové peci. Na bronz jako maticový materiál jsou kladeny v podstatě protichůdné požadavky. Vedle vysoké plasticity má mít relativně značný obsah cínu, aby se zajistila efektivní tvorba fáze Nb₃Sn při difúzním žhání. Obecně se však se stoupajícím obsahem cínu plastické vlastnosti cínových bronzů snižují a zvyšuje se jejich tvrdost a křehkost (například podle ČSN 42 3018

se za maximální obsah cínu v cínových bronzích pro tváření udává 9 % hmot.) Za minimální obsah cínu v bronzích na výrobu mnohovláknových supravodivých vodičů Nb₃Sn se však považuje obsah 10 % hmotnostních. Čím vyšší je obsah cínu, tím může bronzová matrice obsahovat vyšší relativní podíl niobových vláken; s tím přímo souvisí možnost dosáhnout při témže průměru vodiče vyšší kritický proud, který je nejdůležitějším parametrem každého supravodivého vodiče. Zvýšení obsahu cínu přináší podstatné zvýšení technologických potíží v procesu výroby, jako je praskání polotovarů při lisování a tažení, nutnost častějšího žhání k odstranění zpevnění apod.

Uvedené nedostatky řeší způsob výroby polotovarů z cínových bronzů pro výrobu mnohovláknových supravodivých vodičů Nb₃Sn podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že výchozí surovina o čistotě nejméně 99,9 % se přetaví metodou tavné elektrody ve vakuové obloukové peci a nechá se ztuhnout v intenzívně chlazeném krystalizátoru s grafitovou vložkou ve tvaru dutého válce. Slitinu lze dále deformovat výtlačným lisováním při teplotě 600 až 750 °C, popř. ji dále žhát v oblasti teplot 650 až 780 °C po dobu 5 až 50 hodin.

Způsobem podle vynálezu připravené polotovary z cínových bronzů jako materiály matrice supravodivých vodičů s vlákny Nb₃Sn, mají i při

relativně vysokém obsahu cínu, tj. 10 až 15 % hmot., velmi dobré plastické vlastnosti. Základním technologickým požadavkem pro přípravu těchto bronzů je vysoká čistota základní slitiny zajištěná speciálním výběrem výchozích surovin a způsob tavby určitou metodou vakuové metalurgie, zabezpečující minimalizaci obsahu plynů i dalších nečistot a příznivě ovlivňující krystalickou strukturu výsledného slitku. Z výchozích surovin (měď a cín nebo předem jinou metodou připravená slitina o daném složení) minimální čistoty 99,9 % se zhotoví tavné elektrody, které se přetaví ve vakuové obloukové peci. Slitek přitom tuhne postupně ode dna ve speciálně upraveném kovovém, vodou chlazeném krystalizátoru s grafitovou vložkou tvaru dutého válce, vyrobenou z materiálu, který ve srovnání s materiálem krystalizátoru má řádově nižší tepelnou a elektrickou vodivost, avšak je zcela odolný vůči tavenině, např. hutný grafit. Tímto opatřením se dosáhne vhodného průběhu tavicího oblouku i tepelného toku v tuhnoucím kovu, takže struktura výsledného slitku, bez pórů a segregací, je tvořena jemnými krystality orientovanými souběžně s osou krystalizátoru tedy s osou válcového slitku — ingotu i s hlavním směrem následujícího tváření.

Příklad 1

Příprava polotovaru ze slitiny CuSn 12 (12 % hmot. cínu). Výchozí tavná elektroda byla vyrobena z válcového čepu z elektrovedné mědi E Cu 99,95 a cínu čistoty 99,99 %. Elektroda má průměr 75 mm a délku 600 mm. Cín je umístěn do potřebného počtu otvorů o průměru 15 mm, vyvrtaných kolmo k ose čepu a uzavřených měděnými zátkami. Otvory jsou rozmístěny rovnoměrně po délce celého čepu. Tavba ve válcové obloukové peci byla uskutečněna proudem 2,2 kA při napětí na oblouku 28 V. Intenzivně vodou chlazený krystalizátor o průměru 150 mm byl opatřen grafitovou vložkou o vnitřním průměru 120 mm. Výsledný ingot o průměru 116 mm a délce 250 mm byl dále zpracován výtlačným lisováním při teplotě 700 °C deformací 90 %.

Příklad 2

Příprava polotovaru ze slitiny CuSn 14 (14 % hmot. cínu). Výchozí tavná elektroda byla vyrobena natavením výchozích surovin o požadované čistotě v indukční peci pod ochrannou atmosférou a odlita do kovové kokily na válcové čepy o Ø 75 mm. Tavba byla provedena za stejných podmínek jako v příkladu č. 1. Natavený ingot byl před dalším tvářením difúzně žíhán 20 hodin při teplotě 750 °C.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby polotovarů z cínových bronzů pro výrobu mnohovláknových supravodivých vodičů Nb₃Sn, s obsahem cínu 12 až 15 % hmotnostních, vyznačený tím, že výchozí surovina o čistotě nejméně 99,9 % se přetaví metodou tavné elektrody ve vakuové obloukové peci a nechá ztuhnout v intenzivně chlazeném krystalizátoru s grafitovou vložkou ve tvaru dutého válce.

2. Způsob výroby polotovarů z cínových bronzů podle bodu 1, vyznačený tím, že se slitina žíhá v oblasti teplot 650 až 780 °C po dobu 5 až 50 hodin.

3. Způsob výroby polotovarů podle bodu 1 a 2, vyznačený tím, že slitina se deformuje výtlačným lisováním při teplotě 600 až 750 °C.