

Gyártási nyomás hatása a szinterelt YBCO kerámiaalapú szupravezető tulajdonságaira

Dr. Bernáth Mihály, Kósa János, Dr. Végvári Ferenc

Kecskeméti Főiskola GAMF Kar

Abstract

Three teachers at the Faculty of Mechanical Engineering and Automation of Kecskemét College have produced samples of high temperature superconductors. The composition of their material is $YBa_2Cu_3O_7$. The purpose of the research is to examine the manufacturing parameters of superconductors. The phase composition of the material depends on the pressure of the sintering process.

Bevezetés

A szupravezetők alkalmazásának kutatása eljutott arra a szintre, hogy iparilag gazdaságosan kivitelezhető berendezéseket gyártsanak és üzemeltessenek. Felismerve a lehetőségeket, még intenzívebb kutatómunkákat végeznek. [1-4, 7-8]

Az alkalmazási lehetőségek kutatásához a Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, valamint a Mechanikai Technológiai Tanszék közös munkájával sikerült szupravezető mintákat ismert eljárással reprodukálni [5, 6]. A szupravezető anyag jellemző fázisösszetétele: $YBa_2Cu_3O_7$.

Vizsgálataink első iránya a sajtolási nyomás hatásának vizsgálata volt. A vizsgálathoz a szupravezető minták legyártása után a mások által is gyakran alkalmazott induktivitás mérést alkalmaztuk. A mérés elve az volt, hogy a tekercs belsejébe elhelyeztük az általunk elkészített szupravezető mintákat. Amennyiben a sajtolási nyomásnak hatása van a szupravezető fázis mennyiségére, akkor a különböző nyomásokon legyártott mintáknak más mértékben kell kiszorítania a mágneses erővonalakat a tekercs belsejéből, és ezáltal más és más induktivitás értéket kell mutatnia. Szupravezető állapotban, első felmágnesezéséskor, a legyártott mintáknak erősen diamágnesesnek kell lenniük.

Ezt a jelenséget vizsgáltuk.

A mintakészítés folyamata:

Kiindulási anyagnak a következőket szereztük be:

Y_2O_3	99,99%	tisztaságú
$Ba(OH)_2$	98%	tisztaságú
CuO	99%	tisztaságú

A lejátszódó reakciók:

$Y_2O_3 + 4 Ba(OH)_2 \cdot 8 H_2O + 6 CuO = 2 YBa_2Cu_3O_y + \text{valamennyi } H_2O \text{ elpárolog.}$

$Y_2O_3 + 4 Ba(OH)_2 \cdot 8 H_2O + 6 CuO = 2 YBa_2Cu_3O_y + \text{víz}$

$1 \text{ mol } Y_2O_3 + 4 \text{ mol } Ba(OH)_2 + 6 \text{ mol } CuO = 2 \text{ mol } YBa_2Cu_3O_y$

225,809g Y_2O_3 +4•315,48g $Ba(OH)_2$ +6•79,5454g CuO =2•666,1997g $YBa_2Cu_3O_y$ (7 oxigén atommal számolva.)

Mintáink sajtolása egy lebegőmatricás sajtoló szerszámmal történt. A sajtolt minták $\phi 20 \times 12$ mm méretűek voltak. A sajtolási nyomást 60 MPa-tól 900 MPa-ig növeltük. A sajtolt mintákon 12 órás oxigénáramban történő hőkezelést végeztünk, majd meghatározott sebességgel hűtöttük szobahőmérsékletre. Ezek a minták a folyékony nitrogén forráspontján (kb. 77 K) szupravezető állapotba kerültek. Ez lebegtetéssel volt kimutatható, ugyanis egy szupravezető tömb fölé helyezett mágnes lebeg a szupravezető felett. A gyártott szupravezető az 1. ábrán látható.



1. ábra

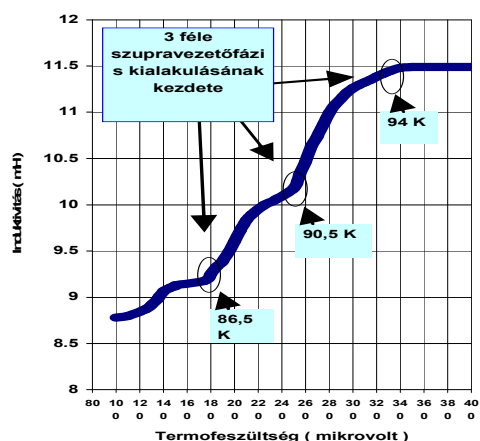
A kritikus hőmérséklet mérése

A kritikus hőmérséklet mérése Budapesten a BME SuperTech Laboratóriumában történt induktivitás méréssel. A mérési eredményeket az 1. ábrán láthatjuk.

A mérési eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a gyártott mintáinkban 3 szupravezető fázis van jelen, melyeknek más és más a kritikus hőmérséklete.

A Kecskeméti Főiskola GAMF Karán gyártott Y-Ba-Cu (123)-ra tervezett szupravezető kritikus hőmérséklet-mérésének (5. minta) eredményét a 2. ábra mutatja.

Mérés helye: BME SuperTech Laboratórium
(Budapest) 2003.április 16.

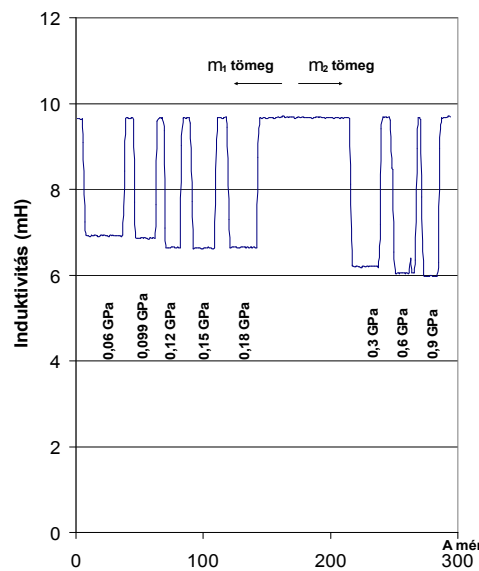


2. ábra

Az induktivitás nyomásfüggésének mérése

Az induktivitás mérésére egy 300 menetes tekercset készítettünk, amelybe behelyeztük a gyártott szupravezető mintákat. Mértük az induktivitás értékeket, a mért értékeket számítógéppel rögzítettük. A felvett grafikonon jellegéből (3. ábra) jól látható, hogy a sajtolási nyomás növekedésével a tekercs induktivitása csökkent. Ez azt jelenti, hogy a mágneses erővonalak egyre jobban kiszorulnak a tekercs belsejéből, tehát kisebb lesz az önindukciós tényező. Az ábrán két féle tömegű szupravezető minták jelleggörbéi láthatók (m_1 és m_2). Mind a két tömegnél jól látható a sajtolási nyomás növekedésének és az induktivitás csökkenésének kapcsolata, amely azt jelenti, hogy a nagyobb gyártási nyomás nagyobb mennyiségű szupravezető fázist eredményez.

Sajtolási nyomás hatása a kerámiaalapú szupravezető tulajdonságaira



3. ábra

Összefoglalás, értékelés

Több alkalommal történő gyártással bizonyítottuk, hogy a Kecskeméti Főiskola GAMF Karán biztosítottak azok a lehetőségek, amelyek a szupravezető anyag porkohászati úton történő gyártásához szükségesek.

A gyártott szupravezető minták mérési eredményei alapján megállapítható, hogy a sajtolásnál alkalmazott nyomásnak szerepe van a szintereléssel gyártott kerámia alapú szupravezető tulajdonságaira. A sajtolási nyomás 60 MPa-ról 900 MPa-ra történő megnövelése a minták induktivitását több mint 10%-ban változtatta meg.

A Gouy mérés többszöri próbája során egyértelművé vált, hogy normál (nem szupravezető) állapotban mintáink paramágneses tulajdonságot mutatnak. További kísérleteink során a hőkezelés paramétereinek a szupravezető tulajdonságaira gyakorolt hatását szeretnénk vizsgálni

Együttműködési kapcsolataink

Munkálataink során szoros kapcsolatban vagyunk a BME SuperTech Laboratóriumával, melyet Dr. Vajda István egyetemi docens, MTA doktora irányít. Köszönjük a munkánk során nyújtott segítségét.

Irodalom

- [1] Dr. Vajda István, Szalay András, Porjesz Tamás: Szupravezetők az erősáramú iparban: Helyzet és jövőkép. Elektrotechnika 2000.93.évf. 7-8 szám
- [2] Dr. Rupert Schöttler, Dr. Gero Papst, Dr. Vajda István: Az ipari energia minőségének javítása szupravezetős energiatárolókkal. Elektrotechnika 2000. 93. évf. 9. szám
- [3] Vladimir Sokolovsky, Victor Meerovich, Semperger Sándor, Dr. Vajda István: Magashőmérsékletű szupravezetős zárlati áramkorlátozók. Elektrotechnika 2000. 93. évf. 10. szám
- [4] Tobias Habisreuther, Lev Kovalev, Kohári Zalán, Dr. Vajda István: Szupravezetős Villamos Gépek. Elektrotechnika 2001. 94. évf. 2. szám
- [5] Kósa János: Szupravezető minták előállítása és ezen anyagok alkalmazási lehetőségei. Fiatal Műszakiak Tudományos ülészaka IX. 2004 Kolozsvár
- [6] Kósa János: Szupravezetős kísérletek ipari alkalmazási lehetőséggel. Fiatal Műszakiak Tudományos ülészaka VII.. 2002 Kolozsvár
- [7] Enisz, M., Kotsis, I., Mamalis, A. G., Csetényi, L., Oravetz, D.: Bulk Eu-Ba-Cu-O Superconductors Produced by Melt-Powder- Melt-Growth (MPMG) Technique, Proceedings of the Fourth Multinational Congress on Electron Microscopy, Veszprém, (1999) 311.
- [8] Tunstall, D.P., Webster, W.J.: Supercond.Sci.Technol. 4(1991) 406.
- [9] Andreouli, C., Tretssekou, A.: Superconductivity and Superconducting Materials Technologies Techna Sr 1 (1995)389.