

Příprava vysokoteplotních supravodičů

A. Chevko, M. Juránek*, M. Krakovský**, O. Löw, M. Sekel'

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7,

115 19 Praha 1

*misanek123@gmail.com, **narcis.kako@gmail.com

Abstrakt

Ve svém projektu jsme navrhli a provedli chemickou syntézu vysokoteplotního supravodiče YBaCuO typu na Přírodovědecké fakultě UK pod dozorem dr. Nižňanského z laboratoře magnetických materiálů

Naším záměrem bylo pokusit se o přípravu keramických vysokoteplotních supravodičů YBaCuO typu. Vyznačují se především kritickou teplotou okolo 90 K, což znamená, že efektu supravodivosti lze dosáhnout i při chlazení kapalným dusíkem. Pokusem, který měl ověřit, že se nám výroba skutečně povedla, byl Meissnerův jev – levitace malého silného magnetu nad chlazeným supravodičem.

1 Syntéza a výroba

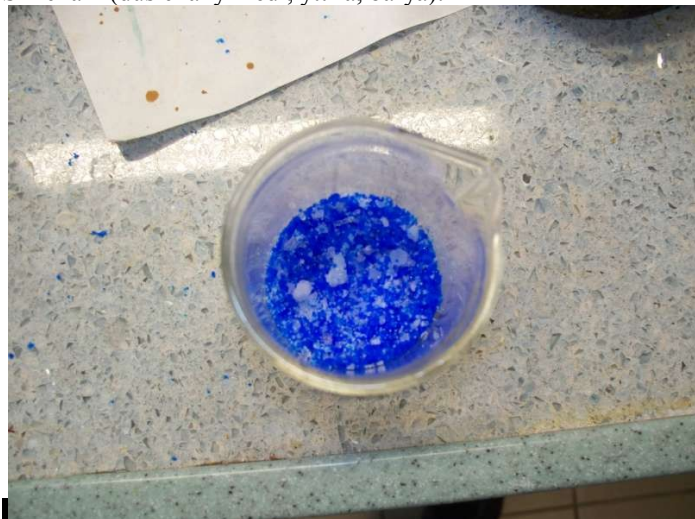
Výroba YBaCuO supravodičů obnášela 3 fáze, z nichž jen 2 vyžadovaly naši bezprostřední účast:

1. Chemická syntéza a první žíhání
2. Lisování
3. Druhé žíhání

První možností syntézy je takzvaná „metoda pravěkého člověka“: jemné rozetření oxidů yttria, barya a mědi v třecí misce, následné vyžíhání, vylisování a druhé vyžíhání. To byl náš původní plán. Jeho velkou nevýhodou je, že se jedná o chemickou reakci v tuhé fázi. Podmínkou dobré supravodivosti je dokonalé promíchání a homogenní struktura – v tuhé fázi velmi nepravděpodobné, pokud směs po vyžíhání nepodrobíme stejnému postupu vícekrát.

My jsme využili rady svého supervizora RNDr. D. Nižňanského, PhD. z Přírodovědecké fakulty Karlovy univerzity a připravili YBaCuO prášek takzvaně „na mokré cestě“. Postup byl následující:

Smíchání (dusičnanů mědi, yttria, barya):



Obr. 1: směs dusičnanů a kys. citronové, zatím krásně modrobílá



Obr. 2 Syntéza na mokré cestě

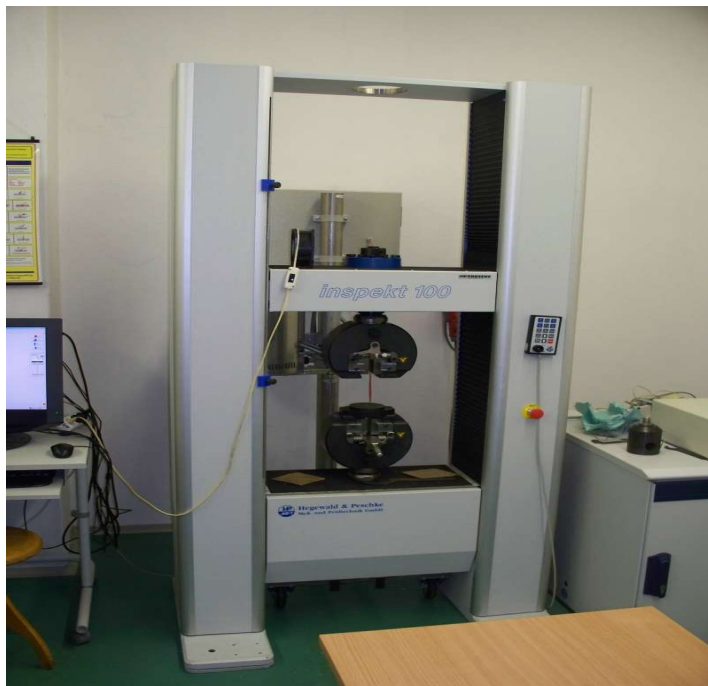


Obr. 3 YBaCuO polotovar

2 Chemismus reakce

Bez citronové kyseliny by došlo pouze k postupnému vykrystalizování jednotlivých čistých solí v závislosti na jejich součinu rozpustnosti. Někdy je to také užitečné, ale my jsme potřebovali naopak co nejvíce promíchat všechny ingredience. Citronát vytváří s kovovými kationty komplex, který krystalizaci brání, po odpaření vody veškerá organická látka vyhoří. Výsledný produkt je potřeba vyžítat pro zvýšení obsahu kyslíku a odstranění dusičnanů.

3 Lisování



Obr. 4 Trhací aparatura katedry materiálů, připravena pro roli lisu.

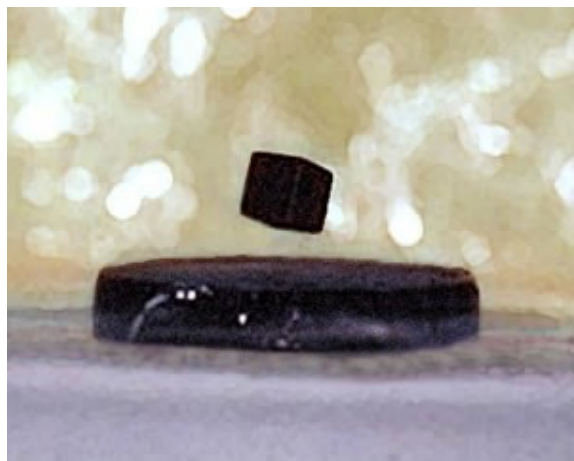
Vylisovat potřebné tablety byl daleko větší problém, než vlastní chemická syntéza. Bylo zapotřebí vyvinout tlak asi 70 kN na 1 cm². Běžné lisy to neumožňují. Obrátili jsme se na doc. Sieglu z katedry materiálů, který hned věděl, jak na to – využili jsme tuzemského nástroje na trhací zkoušky. Tato úžasná aparatura dovedla nejen trhat, ale i stlačovat.

Vyrobili jsme tímto způsobem 3 tablety, poslední pomocí o něco vyššího tlaku. První nepřežila vyndávání a skončila v téměř původním stavu, druhá se rozpadla na několik kusů, které však fungovaly (viz dále) a třetí zůstala vcelku. Poté bylo nutné znovu vše vyžít. Třetí tableta to nevydržela a praskla v polovině výšky, což ji neubralo na funkčnosti. Druhá a třetí tableta fungovaly, podařilo se u nich zaznamenat Meissnerův jev.



Obr. 5 Výsledné tablety

4 Meissnerův jev



Meissnerův jev je úplný vyloučení externího magnetického pole v supravodiči. Je jednoduše vysvětlený pomocí Lenzova zákona. Indukovaný elektrický proud ve vodiči má taký směr, aby zabránil změně, která ho vyvolala. Protože supravodič má nulový odpor tak tuto změnu zastaví úplně.

5 Závěr

Zdárný výsledek nám zajistilo především štěstí. Aby supravodič fungoval, musí být jeho struktura poměrně homogenní (co nejmenší zrna) a tablety dobře slisovány (vytvoření vířivých proudů ve velkém objemu). Povedlo se nám to díky tomu, že jsme přibližně znali optimální tlak, a přípravě na mokré cestě. Pozitivním výsledkem je, že se jednalo o nevyzkoušený experiment, který se zdařil, a případný zájemce o jeho zopakování tak bude mít již proraženou cestu.

6 Poděkování

Rádi bychom poděkovali panu doktoru Danielu Nižňanskému z PřF UK za dohled nad naší prací, poskytnuté chemikálie a cenné rady, a panu docentu Janu Sieglovi z KMAT FJFI ČVUT za poskytnutí trhacího stroje a za to, že navrhl postup lisování.

Reference

- [1] Americký návod pro střední školy na výrobu YBaCuO tablet v domácích podmínkách
- [2] Prezentace k přednáškám RNDr. Nižňanského
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Meissner_effect