

«М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары-19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110-летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т.1, Ч. V.- С. 143-145.

УДК: 621.384.327

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОДОБАВОК НА КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ $V_i$ -ВТСП

*Сарсенбаева М.Б., магистрант 2- курса*

*Джусупова А.А, магистрант 2- курса*

*Ускенбаев Д.Е., PhD, асс. профессор*

*Казахский агротехнический университет исследовательский им. С. Сейфуллина, г. Астана*

Эффекты добавления или замены различных элементов в систему BSCCO анализировались во многих исследованиях с целью понимания структурных характеристик сверхпроводников и управления ими. Для улучшения сверхпроводящих свойств были использованы элементы с различным ионным радиусом и характеристиками связи. Исследования показали, что добавление или замена различных элементов с различной концентрацией является эффективным методом для содействия образованию фазы с высоким содержанием  $T_c$ , а также для улучшения межзеренной связи, способности закрепления потока, значений критической температуры ( $T_c$ ) и критической плотности тока ( $J_c$ ) в системе  $V_i$ -2223 [1-2].

Легирующие наночастицами вызвало большой интерес в недавних исследованиях, поскольку добавление наноразмерных материалов в систему BSCCO может привести к лучшему встраиванию в зерна керамических сверхпроводников по сравнению с микроразмерными легирующими веществами. Добавление наноразмерных материалов с достаточным количеством и металлическим характером, возможно, улучшит межзеренную связь [3-4]. В нескольких исследованиях изучалось влияние добавления или замещения оксидов редкоземельных элементов на сверхпроводящие и структурные свойства системы BSCCO. Эти работы в основном проводились с порошками микрооксидов и показали изменения кристаллической структуры, электрических, морфологических и магнитных свойств при превышении определенного содержания легирующей примеси [5-6].

Висмутосодержащие сверхпроводники на основе системы  $V_i$ -Sr-Ca-Cu-O признаны одними из наиболее перспективных, так как характеризуются высокими критическими параметрами, хорошими механическими свойствами, значительно меньшей деградацией, постоянством состава,

относительно дешевы и не содержат токсичных элементов. Bi-ВТСП соединения представляют собой гомологический ряд  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ ). Среди гомологического ряда, практические применения нашли только соединения  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuCu}_2\text{O}_y$  и  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ , имеющие критическую температуру сверхпроводящего перехода  $T_c = 90 \text{ K}$  и  $T_c = 107 \text{ K}$ , соответственно.

Эти соединения широкое применение нашли при создании длинномерных кабелей полученных методом «порошок в трубе», которые обладают высокой критической плотности тока. Но для создания массивных ВТСП материалов, проблемы остаются в гранулированной структуре и слабых межзеренных связях. Проблемы можно устранить путем использования расплавных технологий, направленных на устранение гранулированной структуры и повышение текстуры ВТСП керамики, связанные с особенностями синтеза в расплаве. Одним из видов расплавных технологий является сверхбыстрая закалка расплава. Одним из важных свойств Bi-ВТСП является стабилизация аморфного состояния при закалке расплава. С использованием аморфной фазы при синтезе ВТСП керамик, можно достигать высокую текстуру с повышенной плотностью керамик, что влияют на величину критического тока.

В данной работе рассмотрены формирования сверхпроводящих фаз в висмутовом высокотемпературном сверхпроводнике на основе аморфных прекурсоров, полученных под воздействием ИК излучения с нанодисперсными включениями. Фазовый состав контролировали рентгенодифракционным методом, критические параметры измеряли четырехконтактным методом до температуры кипения жидкого азота.

При плавлении исходного материала для закалки, образец помещался на подставку в виде решетки изготовленная из платиновой проволоки, что во первых, исключалось загрязнение расплава материалом тигля, и во вторых, осуществлялись изотропное воздействие на вес поверхность образца ИК излучения. Образец постепенно расплавлялся с поверхности и расплав стекал на закалочное устройство. При этом закаленные прекурсоры были стеклообразными, что подтверждается рентгено-фазовым анализом. В дальнейшем процесс синтеза осуществлялся по схеме: помол – прессование-термообработка в три цикла. Образцы представляли собой в виде таблеток диаметром 18 мм и толщиной 2-2,5 мм. После, синтезированный сверхпроводящий материал помололи и добавляли нанодисперсные порошки составов  $\text{NiZnFeO}$  и  $\text{CuZnFeO}$  с концентрацией 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 и 0,1 весовых %, тщательно перемешивали и прессовали под давлением 280 МПа в таблетки размером 15 мм и толщиной 2,5 мм. Окончательную термическую обработку проводили при температуре 848°C, 24 ч. После термообработки с нанодисперсными включениями изменение ощутимых изменений в фазовом составе не наблюдались. По данным измерения критических параметров путем измерения температурной зависимости сопротивления образцов в интервале от комнатной (300 K) до температуры кипения жидкого азота (77K).

## Список использованной литературы

1. A. Arlina, S.A. Halim, M.M.A. Kechik, S.K. Chen, Superconductivity in Bi–Pb–Sr–Ca–Cu–O ceramics with YBCO as additive [Text]. *J. Alloys Compd.* 645, 269–273 (2015);
2. N. Boussouf, M.F. Mosbah, N. Kalkoul, C. Benhamideche, Effect of Zr addition on  $\text{Bi}_{1.8}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_{2.0}\text{Ca}_{1.1}\text{Cu}_{2.1}\text{O}_y$  superconductor [Text]. *J. Supercond. Nov. Magn.* 30, 365–370 (2017);
3. S.F. Oboudi, M.Q. Mustafa, Synthesis and characterization of Ag nanoparticles addition on BPSCCO superconducting [Text]. *Thin Films Adv. Nanopart.* 5, 75–82 (2016);
4. H. Abbasi, J. Taghipour, H. Sedghi, The effect of  $\text{MgCO}_3$  addition on the superconducting properties of Bi2223 superconductors [Text]. *J. Alloys Compd.* 482, 552–555 (2009);
5. M. Mimouni, M.S. Mahboub, N. Mahamdioua, M.F. Mosbah, G. Rihia, S. Zeroual, M. Ghougali, S.P. Altintas, A. Alhussein, Structural and magneto-electrical properties of  $\text{Bi}_{2-x}\text{Sm}_x\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  high  $T_c$  superconductor prepared by Pechini method. *J. Supercond. Nov. Magn.* [Text]. 33, 3321–3331 (2020);
6. R. Zan, A. Ekicibil, K. Klymac, Structural characterization and superconductivity in  $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3-x}\text{Tb}_x\text{Sr}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_y$ . [Text]. The influence of Tb-doping. *J. Optoelectron. Adv. Mater.* 11(3), 348–355 (2009).