

«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. 150-152.

УДК: 621.384.327

## РЕНТГЕНОВСКОЕ, МИКРОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СВОЙСТВА ВИСМУТОВОГО СВЕРХПРОВОДНИКА, ПОЛУЧЕННОГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИК ИЗЛУЧЕНИЯ

*С. Байтелесов к.т.н., с.н.с.*

*Институт ядерной физики АН РУз, г. Ташкент*

*Д.Е. Ускенбаев PhD., асс. профессор*

*А.С. Ногай, д.ф.-м.н., профессор*

*Э.А. Ногай м.т.н.*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.*

*С.Сейфуллина, г. Астана*

*А.Д.Ускенбаев м.т.н.*

*ТОО «Сервис Плаза», г. Астана*

Сверхпроводники являются одним из перспективных материалов для применения в различных областях науки и техники. В настоящее время они практическое применение находят в таких областях как: энергетика, электроника, связь, приборостроение, космическая техника, медицина, металлургия и др. Для практического применения необходимы высокие значения критической температуры, критического тока и критическое магнитное поле сверхпроводников. Переломным этапом в этой области являлся открытие явление сверхпроводимости в оксидной лантан-купратной системе в 1986 году с  $T_c = 30\text{K}$  [1]. После было разработано семейство целого ряда сверхпроводящих купратных соединений, обладающие критической температурой превышающий температуры кипения жидкого азота – иттриевый [2, 3], висмутовый [4], ртутный [5-7], таллиевый [8] и другие. Среди этих сверхпроводящих купратов, висмутовая система представляет особый интерес, связанные со следующими: как известно, что в системе  $\text{Bi-Sr-Ca-Cu-O}$  установлены три устойчивые сверхпроводящие соединения, представляющий гомологический ряд  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$  ( $n = 1, 2, 3$ ) с температурой перехода в сверхпроводящее состояния 30 – 35 К, 80 – 90 К и 107 – 110 К, соответственно. С повышением числа слоев Ca и Cu растет и критическая температура. Предполагается, что последующие повышения их по гомологическому ряду могут привести к дальнейшему росту  $T_c$ ; стабилизации аморфного состояния при закалке расплава, что при синтезе керамики из аморфных материалов можно

получить керамику с высокой плотностью, с высокой текстурой и повышенной скоростью образования сверхпроводящих фаз за счет метастабильного состояния исходных аморфных материалов, а также создания изделия сложной формы. Отсутствуют в составе токсичные и дорогие компоненты. Все эти особенности делает этот состав более приемлемым для практического (промышленного) применения.

Получение висмут содержащих ВТСП материалов осуществляются различными способами. Различными вариантами твердофазного способа, также с применением расплавного метода, методом осаждения, золь-гель методом и многие другие. Одним из перспективных методов является получение сверхпроводника из стеклофазы (аморфной фазы). При этом методе, важную роль играет способ получения расплава и закалка. В одних случаях, происходит загрязнение расплава оборудованием и тигля, нарушение стехиометрического состава компонентов. В других случаях, значительная потеря кислорода и др., что в конечном счете может привести к длительным процессам термообработки для достижения необходимого фазового состава (200- 300 ч).

В данной работе приведены результаты синтеза висмутсодержащего сверхпроводника из стеклофазы, полученного с применением способа нагрева под воздействием ИК излучения и их исследования. При плавлении исходного материала для закалки, образец помещался в решеточную 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. 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.

Исследования фазового состава образцов сверхпроводника номинального состава 2234 показали, что он соответствует сверхпроводящей фазе 2223 (рис. 1)

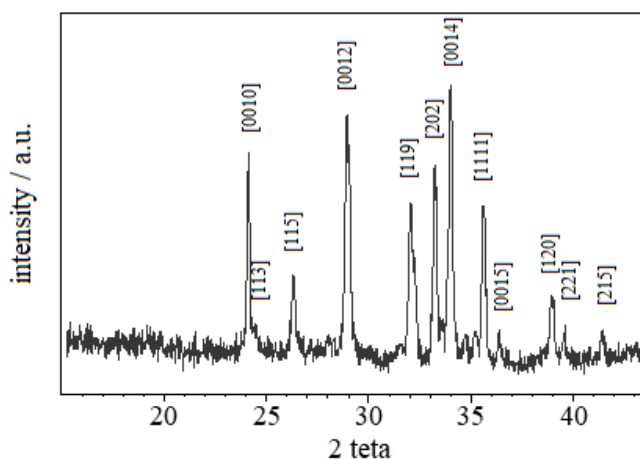


Рис. 1. Дифрактограмма сверхпроводящей керамики состава  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_y$ , полученного на основе стеклофазы

Исследование микроструктуры на электронном микроскопе показали, что кристаллиты имеют форму в виде пластинок (рис. 2).

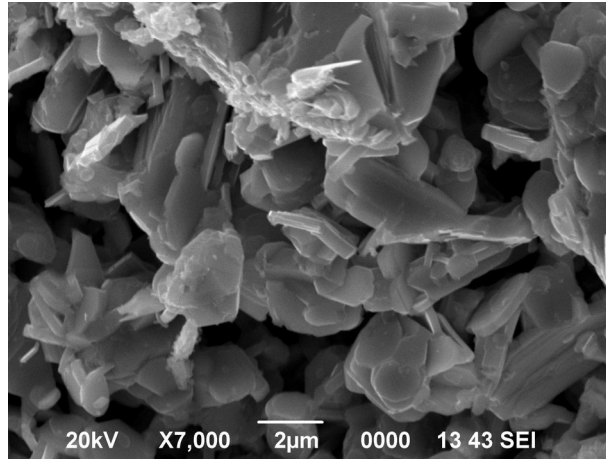


Рис. 2. Микроструктура образца сверхпроводника состава  $\text{Bi}_{1,6}\text{Pb}_{0,4}\text{Sr}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_y$ , полученного на основе стеклофазы

Исследование критической температуры путем измерения температурной зависимости сопротивления в интервале от комнатной температуры до температуры кипения жидкого азота показали, что начало перехода в сверхпроводящее состояние соответствует температуре 112 К.

Важно отметить, что скорость образования сверхпроводящих фаз значительно быстрее (4-5 раза) по сравнению с сверхпроводниками, полученные из стеклофазы в муфельной печи в тиглях.

Работа выполнена при поддержке гранта МОН РК AP09260251

#### Списокиспользованнойлитературы

1. Bednorz J.G., Müller K.A. Possible high  $T_c$  superconductivity in the Ba–La–Cu–O systems [Text] // Z. Phys. B. 1986. V. 64. № 2. P. 189–193.
2. Wu M.K., Ashburn J.R., Torng C.J. et. al. Superconductivity at 93K in a New Mixed Phase Y-Ba-Cu-O compound System at Ambient Pressure [Text] // Phys. Rev. Lett. 1987. V.58. №9. P.908-910.
3. Cava R.J., Batlogg B., van Dover R.B. et. al. Bulk Superconductivity at 91 K in Singlephase Oxygen-deficient Perovskite  $\text{Ba}_2\text{YCu}_3\text{O}_{7-x}$  [Text] // Phys. Rev. Lett. 1987. V.58. №16. P.1676-1679.
4. Takano M., Takada J., Oda K., et. al. High- $T_c$  Phase Promoted and Stabilized in the Bi, Pb-Sr-Ca-Cu-O System [Text] // Jpn. J. Appl. Phys. 1988. V.27. №6. P. L1041-L1043.
5. Chu C.W., Gao L., Chen F., et. al. Superconductivity above 150K in  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+x}$  at high-pressures [Text] // Nature. 1993. V. 365. P. 323-325.

6. Schilling A., Cantoni M., Guo J.D., Ott H.R. Superconductivity above 130K in the Hg-Ba-Ca-Cu-O system[Text] // Nature. 1993. V.363. P.56-58.
7. Huang, R.L. Meng, X.D. Qiu et. al. Superconductivity, structure and resistivity in HgBa<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>8+δ</sub>[Text] // Physica. 1993. V.217C. №1-2. P.1-5.
8. Sheng Z.Z., Hermann A.M. Superconductivity in the rare-earth-free Tl-Ba-Cu-O system above liquid-nitrogen temperature[Text] //Nature. 1988. V.332. №6159. P.55-58.