

«Сейфуллин окулары – 18(2): «XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации» - 2022 .- Т.І, Ч.IV. – С.273-277

РЕНТГЕНОВСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИСМУТОВЫХ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ КЕРАМИК, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СТЕКЛОФАЗЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИК ИЗЛУЧЕНИЯ

Ускенбаев Д.Е. PhD, асс. Профессор
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г.Нур-Султан

В настоящее время высокотемпературные сверхпроводники широкое практическое применение находят в таких областях как электроника, энергетика, связь, приборостроении и др. Для приктического применения необходимо получения материалов с высокими критическими параметрами. Существуют несколько типов ВТСП соединения. В ряду ВТСП соединения одни из наиболее высоких сверхпроводящих характеристик обнаружены у соединений на основе системы Bi-Sr-Ca-Cu-O [1]. Сверхпроводящие фазы на основе системы Bi-Sr-Ca-Cu-O признаны одними из наиболее перспективных среди оксидных сверхпроводников, так как характеризуются высокими критическими характеристиками, хорошими механическими свойствами, значительно меньшей деградацией, постоянством состава и относительно дешево [2].

Однако синтез фаз заданного состава, имеющих высокие критические параметры ($T_c = 107-110$ К, $J_c = 10^3$ А и выше), представляет серьезную проблему. Причина этих проблем связана со спецификой процесса образования сверхпроводящих фаз в указанной системе. Исследование механизма образования ВТСП фаз и взаимозависимости от условий синтеза и индивидуальных свойств составных компонентов являются необходимым условием обоснованного подхода к решению проблемы получения Bi-содержащих ВТСП с требуемыми свойствами.

Bi-Sr-Ca-Cu-O содержащие – сверхпроводящие купраты описывается формулой $Bi_2Sr_2Ca_{n-1}Cu_nO_y$ с ($n = 1, 2, 3 \dots$), имеют слоистую кристаллическую структуру, состоят из медь-содержащей перовскитовой ячейки, размещенной между слоями Bi_2O_2 и SrO, обеспечивающими перовскитовым слоям окружение типа NaCl. Слои чередуются вдоль оси “с” в последовательности катионно–анионных укладок: (SrO)→(OBi)→(BiO)→(OSr)→(O₂Cu)→(Ca-CuO₂)_{n-1} [3]. По данным ранних исследований, элементарная ячейка такой структуры псевдотетрагональная с параметрами $a \approx b = 0.54$ нм и различающимися параметрами “с” ($c \approx 2.4$ нм для фазы 2201 с критической температурой $T_c < 30$ К, $c \approx 3.0$ нм для фазы 2212 с низкой $T_c \approx 85-96$ К и $c \approx 3,7$

нм для фазы с высокой $T_c = 105-110$ К) [421]. Особенностью структуры висмутсодержащих ВТСП и отличие от ранее открытых сверхпроводящих соединений в системах La-(Ba,Sr)-Cu-O и Y-Ba-Cu-O является отсутствие Cu-O цепей, которые, согласно существующим представлениям, ответственны за сверхпроводимость, однако общим структурным мотивом являются CuO_2 – плоскости.

Существуют множество методов получения висмутовых сверхпроводящих соединений – твердофазный синтез, химические методы, метод получения из расплава, крио-химический метод, золь-гель метод, метод получения из стеклофазы и др. Среди этих методов, метод получения из стеклофазы (аморфной фазы) является перспективным, т.к. можно контролировать размер зерен, улучшение текстуры и плотности образцов, которые могут влиять на токовые характеристики.

В работе приведены результаты исследования по синтезу и влияния давления на текстуру частиц поликристаллических (керамических) образцов висмут содержащей системы. Синтез аморфных прекурсоров осуществляли путем закалки расплава под воздействием ИК спектра излучения. Температура плавления исходных образцов составляла 1150-1200 °С. Закалку расплава осуществляли со скоростью $10^4 - 10^5$ градусов в секунду. Синтез образцов керамики осуществляли при температуре 850 °С в течение 24-48 часов на основе аморфных прекурсоров в виде пластинок. Предварительно исходные аморфные пластинки отжигали при температуре 750 °С в течение 30 минут, после помололи в планетарной мельнице со скоростью вращения 600 об/мин в молющем стакане и с шарами изготовленных из карбида вольфрама в течение 10 мин. После прессовали в гидравлическом прессе под давлением 1 700 кг/см², 4 500 кг/см² и 9 000 кг/см². После отжигали в изотермическом режиме при температуре 24 часа и 48 часов. Исследования фазового состава осуществляли рентгенодифракционным методом. Результаты приведены на рисунках 1-3.

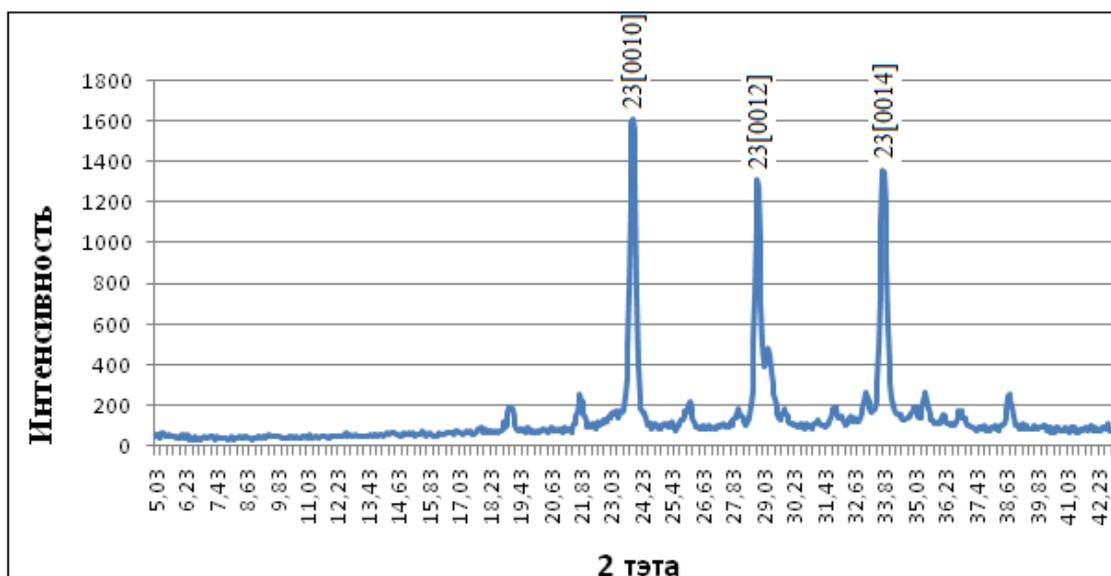


Рис. 1. Дифрактограмма образца керамики состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$, синтезированного при 850°C в течение 24 часов из прессованных таблеток под давлением $9\,000\text{ кг/см}^2$

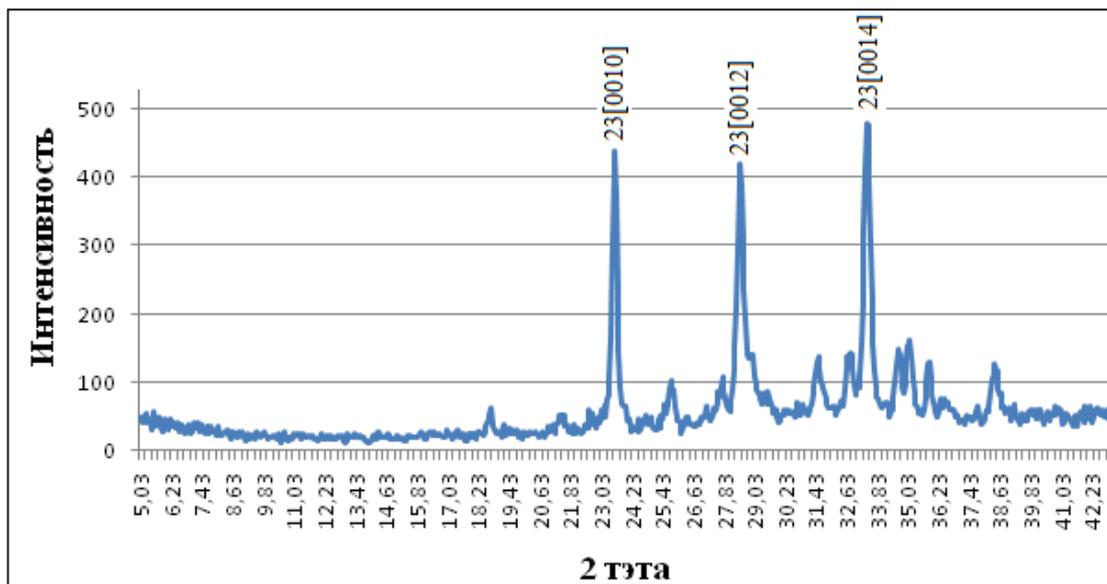


Рис. 2. Дифрактограмма образца керамики состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$, синтезированного при 850°C в течение 24 часов из прессованных таблеток под давлением $4\,500\text{ кг/см}^2$

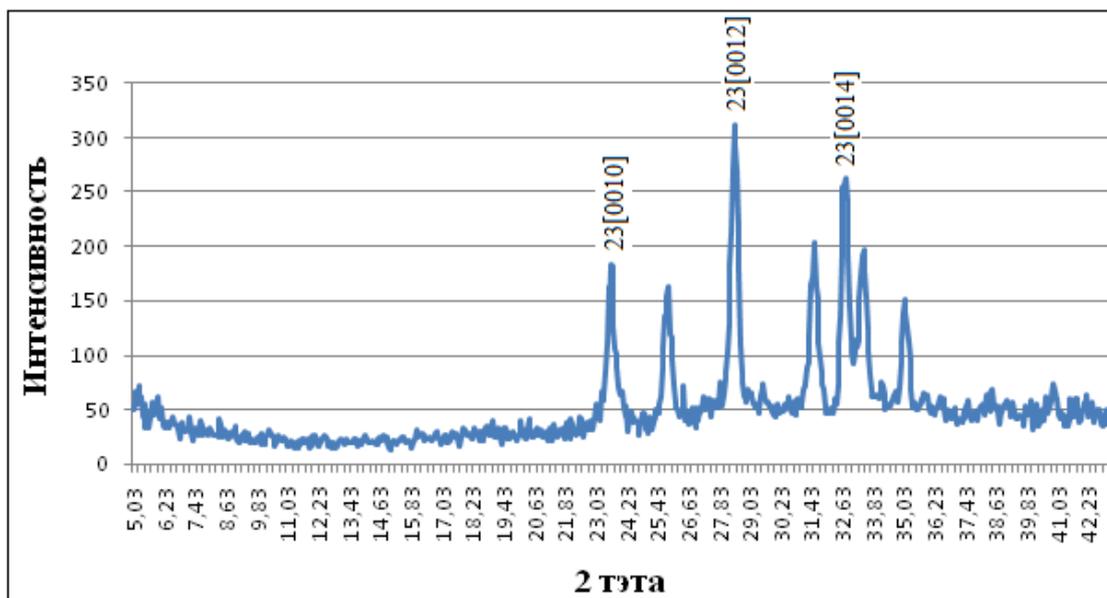


Рис. 3. Дифрактограмма образца керамики состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$, синтезированного при 850°C в течение 24 часов из прессованных таблеток под давлением $1\,700\text{ кг/см}^2$

На дифрактограммах отмечены рентгеновские интенсивные отражения от кристаллографических базовых плоскостей по направлению, показывающие текстуры частиц вдоль hkl [1]. Анализ результатов рентгеновских

исследовании показывают, что все образцы являются рентгеновский однофазными (кристовались фаза 2223). В керамическом образце состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$ прессованного под давлением 1 700 кгс/см² отсутствуют текстура частиц. В керамическом образце состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$ прессованного под давлением 4 500 кгс/см² наблюдается текстура частиц вдоль кристаллографической плоскости [1]. Текстура частиц соответствуют около 90%. Сильная текстура наблюдается в образце керамики состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$ прессованного под давлением 9 000 кгс/см² вдоль кристаллографической плоскости [4]. Текстура частиц соответствуют около 96-97%.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что при синтезе сверхпроводящей керамики состава $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_4\text{Pb}_5\text{O}_y$ на основе аморфных прекурсоров полученных ИК излучением ускоряется процесс образования сверхпроводящих фаз. Наблюдается зависимости текстуры частиц керамики от давления прессования исходного образца.

Работа выполнена при поддержке гранта АР09260251МОН РК.

Список использованной литературы

1. Maeda H., Tanaka Y., Fukutomi M., Asano T. A new high- T_c oxide superconductor without a rare earth element [Text] / Jpn. J. Appl. Phys. 1988. Vol 27. - P. L209-L210.
2. Третьяков Ю.Д., Оськина Т.Е., Путляев В.И. Проблемы синтеза и термообработки висмут-стронций-кальциевых сверхпроводящих купратов [Текст] / Журнал неорг. химии. 1990. Т. 35. Вып. 7. - С. 1635-1644.
3. Tarascon J.M., McKinnon W.R., Barboux P., Hwang D.M., Bagley B.G., Greene L.H., Hull G.W., Preparation, structure and properties of the superconducting compound series $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ with $n = 1, 2$ and 3 // Phys. Rev. B. 1989. Vol 38. - P. 8885-8892.
4. Франк–Каменецкая О.В., Каминская Т.Н., Нардов А.В., Иванова Т.И., Кристаллическая структура ВТСП [Текст] / Сб. "Высокотемпературная сверхпроводимость. Фундаментальные и прикладные исследования". "Машиностроение". 19907 Вып.1. - С.85-88.