

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы** Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.1, Ч.3 – С. 104-105

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИСМУТОВЫХ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТЕКЛОФАЗЫ**

*Ускенбаев Д.Е.*

В настоящее время среди распространенных высокотемпературных сверхпроводящих соединений на основе иттрия и висмута, основное преимущество ВТСП на основе системы Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O перед таковыми на основе системы Y-Ba-Cu-O заключается в более высокой температуре сверхпроводящего перехода. Кроме того, они имеют меньшую чувствительность сверхпроводящих параметров к парциальному давлению кислорода при термообработке, более высокую химическую стабильность, меньшую хрупкость при механической обработке.

Анализ влияния условий синтеза на фазовый состав и свойства BSCCO выявил определенные преимущества расплавных технологий по сравнению с традиционными твердофазными. С расплавными методами тесно связана технология получения прекурсоров закалкой, которая обеспечивает ряд преимуществ вследствие реализации аморфного состояния [1,2]. Повышается взаимная растворимость компонентов. Аморфное состояние прекурсоров определяет возможность последующей регулировки размеров зерна подбором оптимальных режимов термообработки, предполагает более высокую скорость межфазных взаимодействий за счет вклада от метастабильного исходного состояния прекурсоров. Целевой материал более гомогенный. И главное, такой метод с большим основанием, чем твердофазный, позволяет надеяться на повышению скорости образования целевой фазы, возможность создания текстуры и повышения плотности, что в конечном счете могут привести к увеличению критического тока образца.

Для осуществления закалки используют отвод тепла посредством слива расплава на металлическую поверхность [3], сжатие расплава между двумя металлическими плитами [4], прокатку между валками [5], распыление расплава [6], сканирование лазером по поверхности и ее быстрое последующее охлаждение [7] и многие другие.

Несмотря на то, что все эти методы предусматривают возможно быстрое охлаждение расплава и в подавляющем большинстве работ получены аморфные или стеклокристаллические прекурсоры, результаты по полноте синтеза на их основе фаз составов 2212, 2223, 2234, 2245 существенно различны.

Для сравнительной оценки формирования висмут содержащих сверхпроводящих соединений на основе аморфных фаз полученных путем

закалки расплава различными методами, подготовку исходных образцов номинального состава  $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}$  ( $n = 2-5$ ), для получения аморфных прекурсоров, осуществляли из исходных химических реактивов  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CuO}$ . Шихту необходимой стехиометрии тщательно перемешивали и прессовали в штабики размером  $50 \times 50 \times 100$  мм., после отжигали при температуре  $600-650$  °С. Закалку расплава осуществляли: в первом случае – образец расплавляли в корундовом тигле в муфельной печи при температуре  $900-950$  °С и закаляли между двух вращающихся валков; во втором случае – образец расплавляли под воздействием концентрированного лучистого потока и закаляли, также как и в первом случае, между двух вращающегося валков. Синтез сверхпроводящих фаз осуществляли путем термической обработки образцов при температуре  $845-855$  °С. Исследованием методом рентгеноструктурного анализа установлены, что полное образования сверхпроводящих фаз в образцах полученных на основе аморфных прекурсоров под воздействием концентрированного солнечного излучения осуществляются: для номинального состава 2212 – 10-12 часов, для составов 2223, 2234, 2245 - 60-80 часов. При этом установлено, что для номинальных составов 2223, 2234, 2245 основной фазой является фаза 2223. Что касается образцов полученных на основе аморфных прекурсоров из расплава плавный в муфельной печи, то формирования сверхпроводящей фазы 2212 осуществляется при 100-120 часов термической обработки, для номинального состава 2223 – 120-150 часов, а для номинальных составов 2234 и 2245 полное формирования однофазных сверхпроводящих соединений не наблюдали даже после 200 часов термической обработки. Возможно, трудности формирования сверхпроводящих фаз во втором случае связаны потерей кислорода во время плавления образцов, что при термической обработке затрудняется диффузия кислорода в образец.

### Список литературы

- 1 Третьяков, Ю.Д., Казин, П.Е. Новые проблемы и решения в материаловедении керамических сверхпроводящих купратов // Неорган. Материалы. – 1993. - Т.29, №12. - С.1571-1581.
- 2 Superconducting Glass-Ceramics in  $\text{BiSrCaCuO}$ , Fabrication and Its Application // Ed. by Y. Abe. 1997. P. 25–44.
- 3 Yoshida, K. New Bi-cuprate thin films of  $\text{Bi}_2(\text{La}, \text{Ca})_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_z$  ( $n = 3, 4, 5, 6$  and  $7$ ) prepared by the laser ablation method / K. Yoshida, H. Sasakura, S. Tsukui, Y. Mizokawa // Phys. C. Supercond. – 1999. - V.322, Iss.1-2. - P. 25-30.
- 4 Позигун С. А., Пан В. М., Алексеев В. А., Струнников В. М., Кауль А. Р., Горбенко О. Ю. Высокотемпературные сверхпроводящие материалы с высокими токонесущими характеристиками и методы их получения // Успехи физ. мет. / Usp. Fiz. Met. 2004, т. 5, сс. 167–218.