



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПСМ РАН

д.ф.-м.н., член-корр. РАН

Р. Р. Мулюков

«10» июня 2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук (ФГБУН ИПСМ РАН)

Диссертационная работа «Эволюция микроструктуры и текстуры при отжиге и деформации сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ » была выполнена в лаборатории 07 «Материаловедение труднодеформируемых сплавов» ИПСМ РАН.

В период подготовки диссертации Кабирова Д.Б. работала в лаборатории 07 «Материаловедение труднодеформируемых сплавов» ИПСМ РАН в должности старшего инженера, инженера 2 категории.

Кабирова Дилара Бязитовна окончила Башкирский государственный университет по специальности «Физика» в 1987 году. Обучалась в очной аспирантуре Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ) в период с 1996 г по 1999 г. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана 18.11.2015 г. ФГОУ ВПО «УГАТУ».

Научный руководитель – д.ф.-м.н., в.н.с. Имаев Марсель Фаниревич (ИПСМ РАН).

По результатам рассмотрения диссертации «Эволюция микроструктуры и текстуры при отжиге и деформации сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ » принято следующее заключение: диссертация Кабировой Д.Б. представляет собой законченное и самостоятельное исследование влияния отжига и горячей пластической деформации кручением под давлением на структуру, текстуру и сверхпроводящие свойства ВТСП керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (Y123).

Личный вклад соискателя состоит в освоении методик отжига, спекания и деформации материалов и современных электронно-микроскопических и рентгеноструктурных методов исследования микроструктуры керамики Y123,

самостоятельного проведения различных деформационных и термических обработок, исследовании структуры и текстуры полученных образцов, участии в интерпретации и обсуждении полученных экспериментальных результатов, в подготовке научных публикаций и представлении результатов на научных конференциях.

Достоверность результатов подтверждается использованием в работе современных методов получения и обработки материалов, микроструктурного и рентгеноструктурного анализа, воспроизводимостью результатов экспериментов, непротиворечивостью полученных результатов с литературными данными.

Научная новизна работы заключается в установление закономерностей эволюции микроструктуры и текстуры в керамике Y123 при отжиге и пластической деформации методом кручения под давлением для определения условий формирования сильной кристаллографической текстуры. Кручение под давлением позволяет получить острую ограниченную текстуру. Получен образец со степенью базисной текстуры 99,5 %. После деформации отсутствует связность зерен. Для восстановления связности зерен необходим высокотемпературный отжиг, который, как правило, еще и усиливает текстуру деформации. Низкое значение плотности критического тока обусловлено низкой плотностью центров пиннинга магнитного потока. Для повышения токонесущей способности необходимо ввести в керамику дополнительные центры пиннинга.

Установлено, при отжиге керамики Y123 зарождаются и растут только зерна пластинчатой формы, и их рост происходит по механизму коалесценции по Оствальду. Показано, что наиболее полно остаточные поры залечиваются в тех образцах керамики Y123, в которых при росте зерен формируется микроструктура с широким распределением зерен по размеру и коэффициенту формы. Показано, что при деформации наиболее сильная текстура и наиболее интенсивный рост зерен наблюдаются в состоянии с исходной равноосно-пластинчатой микроструктурой и смешанной пористостью. Дано объяснение механизма пластической деформации керамики Y123. Проведено измерение сверхпроводящих свойств образцов керамики после деформации кручением под давлением при температурах 950°C и 1008°C. Установлено, что деформированная керамика Y123 после отжига в токе кислорода при 450°C находится в орто I фазе, а зерна характеризуются слабой связностью. Показано, что восстановление связности зерен происходит только после промежуточного рекристаллизационного отжига в интервале температур 950-980°C, проводимого до отжига при 450°C.

Научная значимость работы заключается в выявлении закономерностей формирования микроструктур и текстуры при отжиге и пластической деформации керамики Y123. *Практическая значимость* данной диссертационной работы заключается в том, что показана возможность получения ограниченной кристаллографической текстуры уровнем не менее 99% с помощью горячей деформации кручением под давлением и термической обработки керамики Y123. Низкое значение плотности критического тока (порядка 10^3 A/cm^2) деформированных образцов связано с низкой плотностью дислокаций и частиц вторичных фаз. Для увеличения плотности критического тока в керамику необходимо ввести дополнительные центры пиннинга магнитного потока.

Содержание диссертационной работы соответствует специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, что подтверждается публикациями основных результатов в ведущих научных журналах по материаловедению, аprobацией работы на соответствующих научных форумах, использованными методами исследования, научной новизной и практической значимостью работы. Материалы исследования достаточно полно отражены в 11 работах, опубликованных автором по теме диссертации в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК РФ, и защищены патентом № 2258685 от 20.08.2005.

Диссертация «Эволюция микроструктуры и текстуры при отжиге и деформации сверхпроводящей керамики $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{x}}$ » Кабировой Дилары Бязитовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Заключение принято на заседании Ученого совета ИПСМ РАН. Присутствовало на заседании 14 членов совета из 18 списочного состава. Результаты голосования: «за» - 14, «против» - 0, «воздержалось» - 0., протокол № 07-20 от 09.06.2020 г.

Ученый секретарь ИПСМ РАН

И. М. Сафаров