

температуры обжига приводит к увеличению плотности полученных мишеней вплоть до $3,27 \text{ г/см}^3$. Изменение плотности мишеней $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ в указанном интервале плотностей приводит к увеличению толщины ВТСП при импульсном лазерном осаждении. Увеличение толщины ВТСП позволяет достигать больших значений сверхпроводимости, и составляет для ленты, полученной из мишени YBCO910 - $422 \pm 4 \text{ А}$.

Список использованных источников

1. Singh R. K., Kumar D. Pulsed laser deposition and characterization of high-Tc $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ superconducting thin films //Materials Science and Engineering: R: Reports. – 1998. – Т. 22. – №. 4. – С. 113-185.
2. O'Brien T. P. et al. The effect of laser fluence on the ablation and deposition of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ //Materials Science and Engineering: B. – 1992. – Т. 13. – №. 1. – С. 9-13.
3. Low B. L. et al. Substrate temperature dependence of the texture quality in YBCO thin films fabricated by on-axis pulsed-laser ablation //Superconductor Science and Technology. – 1997. – Т. 10. – №. 1. – С. 41.
4. Hase T. et al. Partial oxygen pressure effects on the morphology of Y-Ba-Cu-O thin films in laser deposition process //Journal of applied physics. – 1990. – Т. 68. – №. 1. – С. 374-376.
5. Jeong Y. S. et al. Surface modification of laser ablated YBCO target //Applied surface science. – 1997. – Т. 109. – С. 424-427.

УДК 621.793.14

А.А. Каменев П.Н. Дегтяренко
ООО С-Инновации, Москва, Россия

ВЫСОКИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ КРИТИЧЕСКОГО ТОКА И СИЛЬНЫЙ ПИННИНГ В ДЛИННОМЕРНЫХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЛЕНТАХ 2-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Аннотация. Работа посвящена производству сверхпроводящих лент второго поколения. Описаны технологические возможности компании по производству сверхпроводников.

HIGH VALUES OF CRITICAL CURRENT DENSITY AND STRONG PINNING IN LONG-LENGTH HIGH-TEMPERATURE 2- G SUPERCONDUCTORS TAPES

Abstract. The work is devoted to the production of 2-G superconducting tape. The technological capabilities of the company for the production of superconductors are described.

В последние годы спрос со стороны частных компаний, разрабатывающих сверхпроводящие магнитные системы для установок термоядерного синтеза, привел к необходимости увеличения производства высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) лент 2-го поколения более чем в десять раз [1]. Компания «С-инновации» стала лидером в производстве ВТСП лент второго поколения, предлагая высокопроизводительный и надежный продукт на основе YBCO (рис. 1).

Пиннинг вихревой структуры при низких температурах в сильном магнитном поле в ВТСП лентах обусловлен присутствием в матрице YBCO случайно распределенных наночастиц Y_2O_3 . Эпитаксиальные наночастицы Y_2O_3 являются полукогерентными по отношению к матрице YBCO и порождают множество точечных дефектов, таких как дислокации несоответствия, нанодеформация и, возможно, локальная кислородная нестехиометрия, которые, как полагают, являются эффективными центрами пиннинга для вихрей Абрикосова.

Использование Y_2O_3 для улучшения пиннинга отличается от существующих подходов в создании лент, в котором традиционно используют способ создания искусственных центров пиннинга (ИЦП) в REBCO на основе BaZrO₃ (BZO) [2]. В дополнение к общей сложности подхода, ИЦП также являются сложными наноструктурами, так как имеют тенденцию к самоорганизации в нанокolonны, предпочтительно ориентированные вдоль направления *c*-оси YBCO, что приводит и к изменению анизотропии. В результате, лента с ИЦП представляет собой серьезную проблему в производстве, требующем чрезвычайно строгого контроля процесса и сужения диапазона оптимальных параметров обработки, поскольку даже незначительные отклонения состава и/или условий роста могут привести к резким изменениям наночастиц в ВТСП пленке.

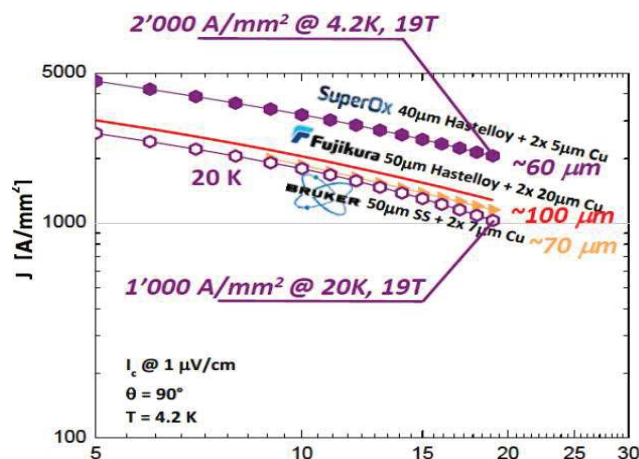


Рис. 1 -Полевая зависимость критической плотности тока при температурах 20 и 4,2К промышленных ВТСП лент 2-го поколения разных производителей [3].

Отсутствие дополнительных усложнений в слое ВТСП в виде дополнительных химических соединений и организации центров пиннинга на наноструктурном уровне позволило организовать надежное крупносерийное производство ВТСП-лент на основе YBCO со случайно распределёнными наночастицами Y_2O_3 , что обеспечило лидерство компании «С-инновации» [4]. В докладе представлены примеры реальных производственных характеристик лент, с очень высокими характеристиками инженерной плотности тока – более 750 A/mm^2 при 20 К в магнитном поле 20 Тл по сравнению с другими производителями. После успешного завершения недавнего расширения производства, нынешняя мощность компании составляет более 700 км ВТСП лент 2-го поколения шириной 12 мм в год

Список использованных источников

1. Y Zhai *et al*, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., **1241**, 012023 (2022)
2. V. Chepikov *et al*, Supercond. Sci Technol., **30**, 124001 (2017)
3. C. Senatore *et al*. In abstract book: EUCAS-2019, September 1-5.
4. A. Molodyk *et al*, Sci. Rep, **11**, 2084 (2021)