

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ И ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА КРИТИЧЕСКИЙ ТОК ВТСП КОМПОЗИТОВ

Методом Монте-Карло рассчитаны вольт-амперные характеристики сверхпроводника $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ с радиационными дефектами и трещинами, наведенными деформациями изгиба. Показано немонотонное влияние концентрации радиационных дефектов на критический ток, усиливающееся при деформировании образца.

K.N. RYKUN, A.N. MOROZ, D.A. ABIN, A.N. MAKSIMOVA,
S.V. POKROVSKII, V.A. KASHURNIKOV
National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

INFLUENCE OF RADIATION DEFECTS AND PLASTIC DEFORMATIONS ON THE CRITICAL CURRENT OF HTS COMPOSITES

The current-voltage characteristics of a $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ superconductor with radiation defects and cracks induced by bending deformations were calculated using the Monte Carlo method. A nonmonotonic effect of radiation defect concentration on the critical current, which increases with sample deformation, was demonstrated.

Одним из распространенных методов создания искусственных центров пиннинга в композитных высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) лентах является облучение последних ионами высоких энергий. Дефекты, созданные таким образом, могут улучшить критический ток ВТСП, однако с ростом их количества, определяемого флюенсом облучения, сверхпроводящие свойства материала (критическая температура) могут ухудшаться [1]. В результате, начиная с некоторой величины флюенса, транспортные характеристики сверхпроводника деградируют. Также стоит учитывать, что при эксплуатации ВТСП лент их сверхпроводящий слой часто подвергается деформациям изгиба, которые могут приводить к дополнительному дефектообразованию (растрескиванию) материала и ухудшать критический ток. Таким образом, поиск оптимального флюенса облучения для создания эффективного потенциала пиннинга в ВТСП композитах и обеспечения их устойчивости к эксплуатационным нагрузкам представляет практический интерес. Для проведения подобного исследования удобно применять численное моделирование, в частности, метод Монте-Карло для вихревой системы ВТСП.

В настоящей работе проведены расчеты вольт-амперных характеристик (ВАХ) сверхпроводника $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, содержащего разное количество радиационных и собственных центров пиннинга, а также дефектов в виде трещин, которые образуются при деформации ВТСП лент. Радиационные и собственные дефекты распределены по образцу случайным образом и представляют собой локальные потенциальные ямы шириной порядка радиуса кора вихря. Трещины представлены в виде протяженных цепочек из таких дефектов, расположенных поперек направления транспортного тока. Расчеты проводились при температуре 20 К для разных значений внешнего магнитного поля. Было учтено снижение критической температуры сверхпроводника при увеличении флюенса облучения. Показано, что зависимость критического тока от числа радиационных дефектов носит немонотонный характер и ее максимум смещается при увеличении степени деформации сверхпроводника (рис. 1 справа). Анализ вихревых конфигураций показал, что одновременное присутствие радиационных дефектов и трещин в сверхпроводнике приводит к перераспределению вихревой плотности и может вызывать ступенчатые особенности на ВАХ (рис. 1 слева).

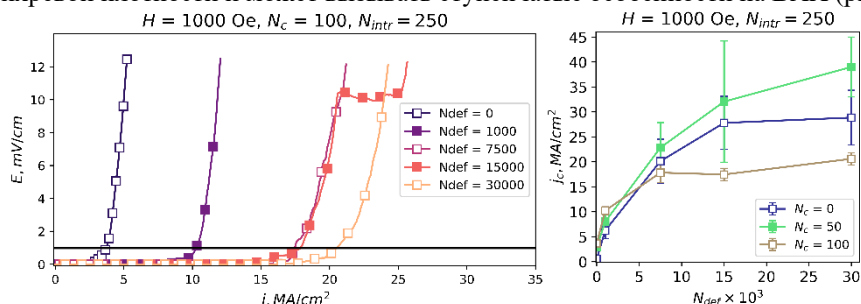


Рис. 1. ВАХ деформированного ВТСП с собственными дефектами, облученного ионами с разными флюенсами (слева); Зависимость критического тока от концентрации радиационных дефектов для разных степеней деформации образца (справа)

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение работ по государственному заданию (проект FSWU-2025-0014) при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

Список литературы

1. Antonova L. and z // Physica Status Solidi (B). 2019. Vol. 256. № 5. P. 2-5.