

Исследование особенностей ВАХ субмикронных планарных джозефсоновских SNS переходов, приготовленных методом теневого напыления.

Д.С. Львов^{1,2}, А.В. Кулакова¹, И.Н. Храпач^{1,3}, Т.Е. Голикова^{1,2}, В.В. Рязанов^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет),
Долгопрудный, Московская область

²Институт физики твердого тела РАН, Черноголовка, Московская область

³Российский квантовый центр

Методом «теневого» напыления под двумя углами изготовлены джозефсоновские переходы сверхпроводник - нормальный металл – сверхпроводник (SNS переходы Al-Cu-Al). Маски из двуслойного резиста для теневого напыления изготавливались с помощью электронной литографии. Длина медной джозефсоновской слабой связи (~100 нм) была сравнима с длиной когерентности куперовских пар в нормальном металле, что позволило обнаружить и изучить сверхпроводящий транспорт в таких субмикронных SNS переходах. При измерениях вольт-амперных характеристик планарных джозефсоновских SNS переходов обнаружен гистерезис, характеризуемый наличием прямого критического тока и тока возврата. Традиционно такой эффект в джозефсоновских переходах объясняется наличием емкости в области слабой связи, что обеспечивает превышение параметром МакКамбера

$$\beta_c = \frac{2\pi}{\Phi_0} I_c C R^2$$

единицы (границы вязкого апериодического режима). Здесь Φ_0 – квант магнитного потока, I_c – прямой критический ток перехода, C и R – его емкость и нормальное сопротивление. Однако планарные SNS переходы имеют пренебрежимо малую емкость, вследствие чего такое объяснение неприменимо. Для наблюдаемого также в других работах [1] гистерезисного поведения субмикронных джозефсоновских переходов существуют и два других объяснения. Первое связано с перегревом слабой связи перехода и использует представление о разнице между электронной и фононной температурами [2]. Второе

рассматривает «эффективную емкость» SNS перехода [3], определяемую релаксационными временами параметра порядка

$$\tau \sim \hbar / E_g,$$

наведенной в нормальном слое за счет эффекта близости сверхпроводящей «минищели» величиной E_g . В данной работе мы оцениваем применимость обоих подходов к полученным результатам, и, в частности, обсуждаем наблюдаемый факт: в случае нелокального метода задания тока через переход с помощью инъекции неравновесных квазичастиц гистерезис ВАХ не наблюдается.

Исследование было поддержано грантом РФФИ № 13-02-00908.

Литература

- [1] Т.Е. Голикова, Ф. Хюблер, Д. Бекманн, Н.В. Кленов, С.В. Бакурский, М.Ю. Куприянов, И.Е. Батов, В.В. Рязанов, Критический ток в планарных джозефсоновских S-N-S-системах, Письма в ЖЭТФ, том 96, вып. 10, с 743-748
- [2] H. Courtois, M. Meschke, J. T. Peltonen, and J. P. Pekola, Origin of Hysteresis in a Proximity Josephson Junction, Phys. Rev. Lett. 101, 067002 (2008).
- [3] Daniil S. Antonenko and Mikhail A. Skvortsov, Quantum decay of the supercurrent and intrinsic capacitance of Josephson junctions beyond the tunnel limit, <http://arxiv.org/abs/1509.03290v1>, 2015