

Вплив ефектів розпаровування на магнітні властивості джозефсонівських контактів

Скорубський Д.І., Шпиняк М.В., Демчук М.М., Сахнюк В.Є.

Волинський національний університет імені Лесі Українки,
кафедра теоретичної та комп'ютерної фізики,
пр. Волі, 13, Луцьк, 43000, Україна
e-mail: Skorubskiy.Dmytro2025@vnu.edu.ua

У даній роботі теоретично досліджено вплив зовнішнього магнітного поля на критичний струм симетричних тунельних джозефсонівських контактів (типу SIS) в області температур, близьких до критичної. Основну увагу приділено аналізу відхилень від класичної "фраунгоферової" залежності, спричинених ефектами розпаровування та скінченною прозорістю тунельного бар'єра.

Відомо, що для тунельних контактів з малим коефіцієнтом проходження залежність струму від різниці фаз є синусоїдальною, а залежність критичного струму від магнітного потоку описується функцією $\sin(x)/x$ [1]. Однак, як впливає з мікроскопічної теорії надпровідності, при наближенні до критичної температури та врахуванні процесів розпаровування, струм-фазова залежність набуває ангармонічного вигляду [2, 3], який залежить від температури та прозорості бар'єра. Така модифікація конститутивного рівняння суттєво впливає на магнітні властивості контакту.

У наближенні короткого контакту нами отримано аналітичний вираз для повного струму через контакт як функції магнітного потоку та проведено чисельне моделювання для різних значень прозорості бар'єра.

Отримані результати демонструють, що:

1. Врахування ефектів розпаровування приводить до того, що залежність критичного струму від магнітного поля відрізняється від класичного вигляду. Зі збільшенням прозорості бар'єра спостерігається швидше спадання амплітуди осциляцій критичного струму (бічних пелюсток діаграми).
2. Показано, що контакти з вищою прозорістю бар'єра (де сильніше виражена несинусоїдальність струм-фазової залежності) демонструють більш різку реакцію на зміну магнітного потоку в області малих полів. Це свідчить про зростання чутливості джозефсонівського елемента.
3. Параметри ангармонічності залежать від близькості до критичної температури. Це означає, що магнітні властивості таких контактів є термочутливими, що дозволяє керувати формою залежності шляхом незначної зміни температури в околі критичної температури.

1. Barone A., Paterno G. *Physics and Applications of the Josephson Effect*. Wiley, New York, 1982.
2. Сахнюк В., Головій В. Вплив прозорості діелектричного прошарку на форму залежності струму від різниці фаз у контактах типу SIS. *Журн. фіз. досл.* 2011. Т. 15, № 2. С. 2702.
3. Сахнюк В.Є. Дослідження впливу зовнішнього магнітного поля на критичний струм джозефсонівських контактів для температур, близьких до критичної. *Науковий вісник СНУ імені Лесі Українки. Фізичні науки.* 2013. 26 (275). С. 50.