левитация сверхпроводящих катушек мультипольных магнитных ловушек в поле закрепленного кольца с постоянным током

Бишаев А.М., Буш А.А., \*Гавриков М.Б., Денисюк А.И., Дьяконица О.Ю., Каменцев К.Е., Козинцева М.В., \*Савельев В.В.

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и  
 автоматики, Москва, Россия, [kozintseva@mirea.ru](mailto:kozintseva@mirea.ru)  
\*Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, Москва, Россия,  
 [ssvvvv@rambler.ru](mailto:ssvvvv@rambler.ru)

Для создания мультипольной плазменной ловушки, магнитная система которой образована сверхпроводящими катушками-кольцами, левитирующими в поле коаксиальной с ними закрепленной катушки-кольца с постоянным током, следуя [1,2], в однородном поле силы тяжести в приближении тонких колец получена аналитическая зависимость потенциальной энергии одного либо двух сверхпроводящих колец, захвативших заданные магнитные потоки, в поле закрепленного кольца с постоянным током от координат свободных колец. Расчеты в системе Mathcad показали, что при определенных значениях параметров равновесные состояния такой системы существуют. Для экспериментов по левитации из ВТСП провода[[1]](#footnote-1) было изготовлено несколько короткозамкнутых катушек-колец различного диаметра. Постоянная времени спада тока для них составляет (18÷20) минут. Экспериментально определенные максимальные значения захваченных ими потоков лежат на уровне 10-3Вб. Используя экспериментальные данные по захвату магнитного потока для катушек-колец из ВТСП провода, а также для ВТСП колец на основе фазы Y123, отобранных для проведения экспериментов, их конкретные размеры и массу, с помощью расчетов указанной зависимости для потенциальной энергии был выполнен поиск равновесных состояний в случаях, когда: 1) одно ВТСП кольцо левитирует (либо два ВТСП кольца левитируют) в поле расположенной сверху, закрепленной катушки с постоянным током для магнитных потоков в них одного знака; 2) одно ВТСП кольцо левитирует в поле расположенной снизу, закрепленной катушки с постоянным током для магнитных потоков в них разного знака; 3) два ВТСП кольца левитируют в поле расположенной между ними, закрепленной катушки с током для магнитных потоков в них разного знака. Экспериментально наблюдались устойчивые к смещению вдоль общей оси левитирующие состояния одного сверхпроводящего кольца и двух сверхпроводящих колец в поле катушки-кольца с постоянным током в положениях, соответствующих расчетным значениям, для всех указанных случаев. При совпадающих по знаку потоках (случай 1) левитирующие состояния и одного, и двух колец были устойчивы как к смещению их плоскости в радиальном направлении, так и к повороту их плоскости вокруг произвольной горизонтальной оси. Если ток в закрепленном кольце противоположен по знаку току в левитирующих кольцах (случаи 2 и 3), устойчивость к радиальному смещению и к повороту не наблюдается.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации и при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант №13-08-00717и грант №12-01-00071.

Литература

1. Бишаев А.М., Буш А.А., Козинцева М.В. и др. Письма в ЖТФ. 2012г., т. 38, вып. 19, стр. 23-29.
2. Бишаев А.М., Буш А.А, Козинцева М.В. и др. ЖТФ. 2013г., т. 83, вып. 5, стр. 61-68.

1. Тип SCS4050-i-AP 2G HTS , фирма-изготовитель SUPER POWER [↑](#footnote-ref-1)