Левитирующие состояния сверхпроводящих миксин плазменных ловушек-Галатей, устойчивые к смещениям вдоль общей оси и к углам отклонения их осей от нее, в поле закрепленного сверхпроводящего кольца

М.В. Козинцева1, А.М. Бишаев1, А.А. Буш1, М.Б. Гавриков2, К.Е. Каменцев1, В.В. Савельев2,3, С.А. Воронченко1, П.В. Огарков1, П.Г. Сазонов1, Е.Н. Сердюкова1

1Московский государственный университет информационных технологий,  
 радиотехники и электроники, г. Москва, Россия, [kozintseva@mirea.ru](mailto:kozintseva@mirea.ru)  
2Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, г. Москва, Россия,   
 [ssvvvv@rambler.ru](mailto:ssvvvv@rambler.ru)  
3Московский инженерно-физический институт, г. Москва, Россия, [ssvvvv@rambler.ru](mailto:ssvvvv@rambler.ru)

Для разработки плазменной ловушки-Галатеи с левитирующими сверхпроводящими магнитными катушками нужно выполнить поиск их устойчивых левитирующих состояний [1 – 3]. С этой целью, исходя из свойства сверхпроводников сохранять захваченный магнитный поток, в однородном поле силы тяжести в приближении тонких колец получена аналитическая зависимость потенциальной энергии *U*(*x,θ*) системы из нескольких коаксиальных сверхпроводящих колец (причем, одно из колец закреплено), захвативших заданные магнитные потоки, от координат свободных колец *xi* вдоль оси системы и углов отклонения их осей *θi* от общей оси системы. Рассмотрены случаи, когда: 1) закрепленное кольцо расположено сверху от левитирующего сверхпроводящего кольца; 2) закрепленное кольцо расположено снизу от левитирующего сверхпроводящего кольца; 3) закрепленное кольцо расположено сверху от двух левитирующих сверхпроводящих колец. Расчеты в системе Mathcad показали, что при определенных значениях физических параметров (захваченные магнитные потоки, размеры и массы колец) эта зависимость имеет локальные минимумы, которые соответствуют устойчивым по *x* и *θ* состояниям равновесия левитирующих колец. Для экспериментов по левитации использовались многовитковые короткозамкнутые катушки-кольца из ВТСП ленты типа SCS4050-i-AP 2G HTS [3] и ВТСП кольца, изготовленные из предварительно синтезированного порошка ВТСП фазы YBa2Cu3Oy с помощью метода MTG [2]. Однако осуществить найденные из расчетов устойчивые по *x* и *θ2* левитирующие состояния одного кольца из ВТСП ленты в поле другого кольца из ВТСП ленты не удалось. Успешными оказались только эксперименты по левитации кольца из ВТСП керамики в поле кольца из ВТСП ленты (либо в поле кольца из ВТСП керамики, упомянутые в [1, 2]). При реализации найденных из расчетов (по зависимости *U*(*x*2,*x*3,*θ*2,*θ*3,*ϕ*) распределений эквипотенциалей) устойчивых относительно смещений вдоль оси и углов отклонения от нее левитирующих состояний двух ВТСП колец (одного – из ВТСП ленты и другого — из ВТСП керамики) в поле закрепленного верхнего кольца из ВТСП ленты возникла та же проблема: устойчиво левитировало только нижнее кольцо из ВТСП керамики. Были проанализированы возможные причины срыва левитирующих состояний колец из ВТСП ленты, и экспериментально исследованы их магнитные свойства.

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ и РФФИ, грант №13-08-00717.

Литература

1. Бишаев А.М., 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.
3. Бишаев А.М., Буш А.А, Козинцева М.В. и др. ЖТФ. 2014г., т. 84, вып. 6, стр. 155-158.