

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ Nb₃Sn И NbTi СВЕРХПРОВОДНИКОВ

С.Е. Копылов

Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук, доц. Я.В. Ракшун
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, stepik_93@mail.ru

Данная работа посвящена прикладной сверхпроводимости, в частности, решению задачи об использовании сверхпроводящего Nb₃Sn провода для изготовления многосекционных магнитов. Рассматривается метод диффузионной пайки сверхпроводящего проводов, с целью получения низкоомного соединения сверхпроводников, что позволит изготавливать многополюсные магниты с большим количеством соединений сверхпроводников, а также снизить тепловую нагрузку на криогенную систему магнитов. Также, в работе описан принцип измерения сопротивления полученного соединения, полученные результаты.

This paper devoted to engineering superconductivity, particularly solving a problem of use superconducting Nb₃Sn wire for producing multisection magnets. Looking a method diffusion junction superconducting wires by way of obtain a low – resistance connection superconductors. Those allow producing multipole magnets having a lot of connection superconductors and to reduce a heat load on cryogenic system of magnets. Also, in this work describe the process of making this connection and measuring principles obtained resist, and results.

Сверхпроводящие магнитные системы широко используются в медицине, науке, космосе и некоторых военных направлениях. Наиболее распространены сверхпроводники на основе Nb₃Sn и NbTi. Магниты с полем до 10 Т изготавливают из NbTi, а для создания полей 20 Т и более необходимо использовать провод из сплава Nb₃Sn [1]. Для генерации синхротронного излучения на ускорителях заряженных частиц устанавливают многополюсные магнитные системы, так называемые вигглеры и ондуляторы. Вигглеры также используют для уменьшения эмиттанса пучка в ускорителе. Для генерации синхротронного излучения высокой интенсивности вигглеры изготавливают из сверхпроводников. На сегодняшний день, все подобные устройства изготавливают из NbTi, но максимальные параметры уже практически достигнуты. Для увеличения напряженности магнитного поля, единственным решением является переход на провод из Nb₃Sn. Современные вигглеры имеют более 100 катушек, каждая из которых имеет электрический контакт с остальными катушками. Количество контактов может достигать 400 штук. В каждом месте соединения возникает омическое сопротивление, вследствие которого выделяется тепловая мощность. При температуре 4 К необходимо снизить тепловыделения до минимума. Критерием оптимального сопротивления является величина 10⁻¹⁰ Ом. Для уменьшения тепловыде-

лений необходимо найти способ соединения концов Nb₃Sn проводов с низким омическим сопротивлением и высоким критическим током. Также, провод из Nb₃Sn очень хрупок, что накладывает сложности при проектировании. Решение этой задачи позволит изготавливать вигглеры с параметрами выше, чем у существующих устройств почти в 2 раза. В качестве метода соединения было решено использовать диффузионную сварку между концами Nb₃Sn провода и трубкой из NbTi. Образец, состоящий из комбинации Nb₃Sn и NbTi сверхпроводников испытывается в криостате при температуре жидкого гелия. В образец вводится ток, по его затуханию определяется сопротивление контактов [2]. На данный момент подготовлено и испытано 6 образцов исследуемого соединения. Каждый из исследуемых образцов продемонстрировал величину сопротивления контактов ниже 10⁻¹³ Ом. Такой результат в 1000 раз превосходить выдвигаемые требования на сопротивление. Вторым важным параметром для сверхпроводника является критический ток. Критический ток для разных образцов отличается. В последних испытаниях был достигнут ток в 405 А. Для практического применения описываемого метода соединения проводов, необходимо увеличить критический ток не менее чем до 1000 А. Данная работа имеет особое значение, поскольку только 2 института в мире ведут исследования по использованию Nb₃Sn провода в вигглерах, и данная работа значительно превосходит конкурентов в стоимости производства, технологии изготовления и надежности подобных установок. В данный момент ведется работа над увеличением рабочего тока и проектировании прототипа вигглера на основе Nb₃Sn сверхпроводника.

Литература:

1. Уилсон М. Сверхпроводящие магниты. – М.: Мир, 1985. – 405 с
2. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 488 с: ил.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ШАТУННО – ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВС

А.В. Кудашев, Н.В. Бычков

Научный руководитель - канд. техн. наук, доц.

А.И. Безнедельный

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, hit_108@mail.ru**

Для повышения усталостной прочности деталей шатунно-поршневой группы ДВС применяются множество методов обработки. В данной работе был