

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Сотникова Дмитрия Викторовича

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия,

на тему:

«Исследование токонесущих свойств перспективных высокотемпературных сверхпроводящих материалов для электротехнических устройств»

Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) являются перспективными материалами для применений в электротехнике благодаря в сотни раз более высокой плотности тока, чем в используемых в настоящее время медных и алюминиевых проводниках. Кроме того, для их работы требуются значительно менее затратные методы охлаждения, чем для низкотемпературных сверхпроводников. Успешно осуществленные за последние 10 лет проекты по ВТСП кабелям, токоограничителям, магнитам и другим электротехническим устройствам являются подтверждением их работоспособности.

Исследованию токонесущих свойств различных ВТСП лент посвящено множество научно-исследовательских работ, но зачастую они представляют собой либо одно измерение на ряде лент, либо полный комплекс измерений на одном типе лент. Это обуславливает актуальность темы диссертационной работы, в которой поставлена цель создания единой базы данных о параметрах ВТСП лент основных производителей, выпускающих ленту в промышленных масштабах, позволяющей в дальнейшем проводить быструю оценку возможности применения ВТСП в качестве токонесущего элемента в разрабатываемом устройстве без проведения длительных экспериментов. Кроме того, в диссертации разработана таблица рекомендаций для применения ВТСП лент в устройствах, что ускоряет анализ использования сверхпроводника в изделии.

О научной новизне работы свидетельствует обнаруженный впервые эффект зависимости критического тока ВТСП лент 2-го поколения от направления силы Лоренца, что является весьма интересным явлением. Автором были прослежены закономерности в поведении критического тока ВТСП лент во внешнем магнитном поле, и найдено, что указанный эффект имеет место в ВТСП лентах 2-го поколения. Причём проведённая серия экспериментов выявила значительную (более 10%) разницу в значениях критических токов при различных взаимных ориентациях тока и магнитного поля, что, помимо физического интереса, представляет и практическое значение. Далее, выбрав объекты исследования и сформулировав две гипотезы, автор провел нетривиальный эксперимент с разрезанием ВТСП лент 2-го поколения лазером по выяснению природы этого явления, которое оказалось обусловленным неравномерным распределением плотности тока по ширине ленты. И в продолжение этой работы был воссоздан эксперимент по измерению собственного магнитного поля ВТСП лент с последующим преобразованием значений собственного поля в величины токов, который подтвердил наличие снижения токов по

краям ВТСП лент и, таким образом, сделал исследование влияние силы Лоренца на критический ток ВТСП лент 2-го поколения результативным.

В разработке гибридного метода измерения распределения плотности тока автор взял за основу два хорошо известных и опробованных метода - непрерывный и дискретный методы измерения распределения собственного поля, и при помощи математических преобразований с большой точностью определил геометрическое расположение линейки датчиков Холла, что позволило при измерениях исключить погрешность, связанную с расположением датчиков Холла над лентой. Данный метод является продуктивным в том отношении, что точность измерений была повышена без использования сложного оборудования.

В ходе исследования влияния силы Лоренца на критический ток ВТСП лент и разработки гибридного метода измерения распределения плотности тока по ширине автор проявил профессиональные теоретические и экспериментальные навыки, а также глубокое знание научной литературы и её адаптацию для решения поставленных задач.

Исследование соединения ВТСП лент является одной из наиболее важных с точки зрения практического применения ВТСП задач на сегодняшний день. Самый крупный проект последних лент по созданию сверхпроводящего кабеля – AmpaCity в г. Эссен, Германия – наглядно продемонстрировал применимость ВТСП кабельных линий вместо кабелей традиционного исполнения, и для дальнейшего развития электрооборудования применение соединений коротких ВТСП лент имеет большое значение. Практическая ценность полученных в диссертации результатов состоит в том, что пайка в качестве соединения ВТСП проводников имеет большие перспективы для сверхпроводящих кабелей.

К автореферату можно сделать следующие замечания:

- Утверждение об отсутствии в литературе данных о влиянии направления силы Лоренца на критический ток ВТСП-2 лент (стр.4) является, в общем случае, неверным. Здесь следовало бы четко указать, о каком конкретно эффекте идет речь.
- Утверждение об отсутствии публикаций о применении спая ВТСП-1 лент (стр.4) не соответствует действительности: рекомендации по созданию, свойствам и применению таких спаев приведены, например, в инструкции производителей по применению ВТСП-1 проводов.
- Решение задачи автоматизации управления измерительными приборами (стр.4) едва ли может в настоящее время считаться значительным достижением исследователя ввиду высочайшего технического уровня современного научного оборудования.
- Утверждение о том, что критический ток является током, при котором материал из сверхпроводящего состояния переходит в нормальное (стр.7), является неверным для исследованных в работе сверхпроводников II рода. На самом деле, электрическое сопротивление в таких сверхпроводниках возникает при токе, большем критического, в силу ряда физических причин, не связанных с переходом в нормальное состояние.
- В таблице 1 (стр.12-13) приведена справочная информация по ВТСП лентам, которая рекомендуется автором для оценки возможности их применения. В то же время, данные в

этой таблице ограничены временным периодом с 2007 по 2012 годы, что, учитывая быстрый прогресс в повышении параметров ВТСП материалов, ставит под сомнение полезность указанной информации.

- Эффект влияния направления силы Лоренца на критический ток ВТСП лент назван на стр.14 «ранее неизвестным». В то же время, на стр. 9 (рис.4) представлена (посредством цитирования научной литературы [2]) разница в значениях критического тока ВТСП-2 ленты при противоположных направлениях поля. Это вносит неясность в вопрос о том, что было известно ранее, а что обнаружено в работе автора диссертации.

- Автореферат написан весьма неразборчивым языком: трудными для понимания являются такие выражения, как «перевод из поля в ток» (стр. 10), «позволит учитывать этого явление, и оценивать выгоду» (стр.3), «медный магнит» (стр.11), «по выдуманной зависимости» (стр.17) и т.п. Твердотельный Nd:YAG-лазер назван YGO-лазером на стр.6.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности выполненных исследований. Все приведенные в работе результаты были опубликованы в рецензируемых российских и международных научных изданиях. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, удовлетворяющее требованиям п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а ее автор Сотников Д.В. заслуживает присуждения ученой степени по специальности 05.09.02 «Электротехнические материалы и изделия».

Джафаров Эльдар Атамович
старший научный сотрудник

ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского», к.т.н.
119071, Россия, г. Москва, Ленинский пр., д. 19
Тел. (495) 770-36-72
e-mail: cryogen@eninnet.ru

Флейшман Леонид Самуилович
ведущий научный сотрудник

ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского», к.ф.-м.н.
119071, Россия, г. Москва, Ленинский пр., д. 19
Тел. (495) 770-34-96
e-mail: cryogen@eninnet.ru

Подписи Джафарова Э.А. и Флейшмана Л.С. заверяю.

Ученый секретарь ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского»

д.т.н.



Корценштейн Н.М.