

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Занегина Сергея Юрьевича по теме «Исследование потерь в ВТСП обмотках электрических машин», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты»

Электромеханические преобразователи (ЭМ) с использованием высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) являются перспективными для систем электродвижения и электроснабжения различных подвижных объектов. Это обусловлено увеличенным значением удельной мощности данных преобразователей и сниженным уровнем потерь.

В мире уже созданы ЭМ с использованием ВТСП обмоток, работающие на постоянном токе, но их удельные параметры оказываются недостаточно высокими для применения в малоразмерных летательных аппаратах и в полностью электрических самолетах. Именно поэтому ведущие мировые научные центры, в том числе и МАИ, проводят работы по созданию ЭМ с использованием ВТСП обмоток, работающих на переменном токе. Кроме того, при работе устройств на переменном токе, как в металлических частях, так и в сверхпроводнике возникают потери, величина которых необходима при определении нагрузки на криогенную систему.

Потери на переменном токе в сверхпроводнике являются гистерезисными и преобладают в ВТСП устройствах; задача по их определению является одной из важнейших в прикладной сверхпроводимости. В настоящее время ВТСП провода второго поколения (2G) изготавливаются в виде лент и моделирование потерь в устройствах на их основе представляет собой наиболее сложную задачу и расчетным путем может быть успешно решена только с помощью численных методов. Экспериментальные исследования потерь для моделирования реальных условий работы ЭМ необходимо проводить при их питании током различной формы, частоты и амплитуды.

Целью диссертационной работы С.Ю. Занегина является разработка экспериментальных методик и численных алгоритмов для определения и анализа потерь в 2G ВТСП обмотках электрических машин, работающих в различных нестационарных режимах.

Научная новизна заключается в разработке и реализации методики численного расчета потерь в 2G ВТСП обмотках электрических машин работающих на переменном токе, позволяющих анализировать, нагрузку на криогенную систему. Научная новизна представленных в диссертационной работе результатов определяется, не только созданием собственной численной модели, но и исследованием влияния различных факторов на результаты расчетов. Также впервые разработано уникальное экспериментальное оборудование и методики обработки результатов, позволяющие проводить измерения потерь в катушках из ВТСП проводов при питании их токами различной формы и частоты, полученными, в том числе при помощи высокочастотной модуляции. На основе экспериментальных исследований проведен анализ влияния условий работы ВТСП катушки (отдельная катушка, система катушек с общим магнитопроводом, присутствие внешнего постоянного и переменного магнитного поля) на величину потерь в катушке.

Достоинства работы заключаются в её практической направленности.

Работа в достаточной степени апробирована - результаты исследований докладывались на научно-технических конференциях всех уровней, опубликованы в научных журналах.

Исследования Занегина С.Ю. вносят существенный вклад в создание ВТСП электрических машин.

Замечания:

1. В автореферате не приведены данные, позволяющие сделать выводы о размерах и массе криогенной системы, которая может быть использована для охлаждения рассматриваемого типа машин, что чрезвычайно важно для применения ее в малоразмерных летательных аппаратах и полностью электрических самолетах.
2. На рисунке 3 не видна синяя пунктирная линия. Присутствуют две красные сплошные линии. Нет ссылки на публикацию, в которой представлена расчетная модель "Норрис прямоуг. и эллипс".
3. Автор использует термин: "ВТСП лента". Однако лентой можно назвать подложку, а конечный продукт, который применяется при изготовления сверхпроводниковых магнитов это: "ВТСП провод". Именно такой термин есть в международном классификаторе.

В целом, оценивая автореферат и публикации автора, считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, - Занегин Сергей Юрьевич заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты.

Ведущий научный сотрудник,
д.т.н., с.н.с.

Кривых Анатолий Владимирович

«01» декабря 2021 г.

НИЦ «Курчатовский Институт»,
КК НБИКС – природоподобных технологий,
отдел сверхпроводимости
121151, Москва, пл. Академика Курчатова, 1
тел. +7 (499) 1967100
e-mail: Krivykh_AV@nrcki.ru

Подпись Кривых Анатолия Владимировича заверяю,

Главный научный секретарь
НИЦ «Курчатовский Институт»
кандидат медицинских наук

Ерёмин И.И.