

ОТЗЫВ

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

Работа, представленная к защите, посвящена исследованиям потерь энергии в ВТСП лентах и обмотках - одной из важнейших проблем, которая возникает при работе электрических машин (ЭМ) со сверхпроводниковыми (СП) обмотками, работающими на переменном токе. Использование в обмотках ЭМ высокотемпературных сверхпроводников, принципиально улучшает технико-экономические показатели устройств. Разработка ВТСП ЭМ ведется во многих научных и инженерных коллективах во многих странах, направление активно развивается, так как применение сверхпроводимости, за счет значительного повышения плотности тока, по сравнению с традиционными проводниками, позволит значительно улучшить массоэнергетические показатели электрических машин. Ожидаемые показатели в 10...20кВт/кг открывают путь к использованию таких ЭМ в силовых установках авиации будущего и других системах электродвижения автономных установок. В этой области применения определение потерь в ВТСП обмотках особенно важно, так их величина оказывает существенное влияние на требуемую хладопроизводительность бортовой криогенной системы охлаждения и, в итоге, на массогабаритные и удельные энергетические показатели. Таким образом актуальность данной работы весьма очевидна.

В автореферате подробно описаны как расчетные (методом конечных элементов), так и экспериментальные методики исследования потерь. Среди основных результатов следует особо отметить новый подход к математическому моделированию потерь в обмотках ЭМ на основе ВТСП лент второго поколения и экспериментальные исследования потерь при питании ВТСП катушек и обмоток не только синусоидальным током, но и другими формами, в том числе, полученными за счет высокочастотной модуляции напряжения. Все результаты теоретических расчетов подтверждены экспериментальными исследованиями. Полученные результаты представляют широкий научный интерес для разработчиков ВТСП устройств, работающих на переменном токе.

Достоверность результатов, полученных автором в ходе моделирования физических процессов в ВТСП сверхпроводниках и модельных обмотках на их основе подтверждена результатами многочисленных экспериментов. Выводы достаточно обоснованы.

Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертации. Основные положения работы достаточно полно описаны в печатных отечественных и зарубежных изданиях, рекомендуемых ВАК, и обсуждались неоднократно на российских и международных конференциях.

В качестве замечаний к автореферату диссертационной работы следует отметить следующее:

1. Автор утверждает, что создание электрических машин с высокой удельной мощностью «...возможно только с использованием высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) проводников.» Однако решение этой задачи возможно также и с использованием более дешевых низкотемпературных сверхпроводников. Сравнения этих двух вариантов реализации рассматриваемой задачи в работе нет.
2. На Рис. 3 наблюдается заметная (в 2-3 раза) частотная зависимость потерь энергии за цикл для пакета из 5 лент. В то же время на Рис.4 при аналогичных испытаниях частотной зависимости практически не наблюдается. Этот аспект результатов, к сожалению, никак не комментируется.
3. По результатам испытаний, представленных на рисунка 14 и 15 автор делает заключение: «Внешнее магнитное поле также увеличивает потери».

При этом хотелось бы получить комментарии о механизме влияния внешнего постоянного тока на величину потерь при переменном токе, а так же объяснения частотной зависимости такого влияния.

4. Следует отметить некоторые недостатки в написании автореферата и в отдельных формулировках.
 - 4.1. Формулы 1, 2 и 3 приведены без ссылок на первоисточники.
 - 4.2. Автор утверждает: «Потери однозначно определяются профилями плотности тока в ВТСП слоях и максимальной амплитудой протекающего тока», что противоречит его же результатам, показывающим зависимость потерь от внешнего поля, формы кривой напряжения, частотных гармоник и пр.
 - 4.3. На Рис.2 и в тексте автор не указал величины входных сопротивлений, обозначенных R_b . При питании коротких параллельных ВТСП лент от единого источника именно входные сопротивле-

ния определяют распределение тока между лентами и все остальные результаты, полученные в этой серии экспериментов.

Представленные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, научной новизной в которой, с одной стороны, является разработанная МКЭ модель для расчета потерь в обмотках на основе ВТСП лент второго поколения, а с другой – проведен комплекс испытаний в различных условиях: от единичной ВТСП катушки до обмотки электрической машины, работающей в генераторном режиме.

Диссертационная работа в полной мере соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор работы, Занегин Сергей Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты».

Заместитель научного руководителя
АО "НТЦ ФСК ЕЭС"
Доктор технических наук,
Действительный член АЭН РФ

Подпись Сытникова В.Е. заверяю,
Ученый секретарь АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Рабочий адрес:

Россия, 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22/3

Телефон 8 495 7271909 (доб. 1302)

E-mail: sytnikov@ntc-power.ru

Сайт: www.ntc-power.ru



В.Е. Сытников



Сытников

