

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фетисова Сергея Сергеевича

*“Исследования и разработка токонесущих элементов, коаксиальных кабелей, токовводов и проводников на основе высокотемпературных сверхпроводящих материалов второго поколения”*, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.02 – “Электротехнические материалы и изделия”.

Диссертация С.С.Фетисова посвящена **актуальной теме**, связанной с разработкой токонесущих элементов (ТНЭ), кабелей и комбинированных проводников на основе лент на основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП-ленты 2-го поколения). Такие проводники необходимы для применения сверхпроводящих материалов нового поколения электрических сетях, электротехнических устройствах и магнитных системах различного назначения. Развитие этого направления идет очень активно как в России, так и во всём мире, за счет низкого уровня потерь и малых массогабаритных характеристик, свойственных ВТСП-оборудованию. Количество и масштаб проектов, реализуемых с применением ВТСП-материалов, непрерывно возрастает в течение последних 20 лет. Нет сомнений, что прикладные исследования в этой области не потеряют своей актуальности на протяжении ближайших десятилетий.

С.С.Фетисовым проведена большая научно-исследовательская работа по созданию нового класса токонесущих элементов на основе ВТСП-лент 2-го поколения и обобщению результатов этой работы. Важно отметить, что многолетнее исследование включало в себя все необходимые стадии – от подробных исследований свойств исходных сверхпроводников, разработки и верификации математических моделей до изготовления и экспериментальной проверки моделей и прототипов электротехнических изделий различного назначения на основе ВТСП-кабелей, токовводов и магнитных систем.



В работе большое внимание уделено практическому применению современного высокоточного измерительного оборудования и новых методик испытаний. С применением разработанных стендов выполнены исследования токовых и механических характеристик как исходных ВТСП-лент 2-го поколения, так и изготовленных из них моделей ТНЭ, кабелей и проводников. Полученные экспериментальные данные и разработанные математические модели использовались автором при анализе конструкции и функциональных характеристик создаваемых ТНЭ, кабелей и проводников.

**Научная новизна** работы состоит в следующем:

- 1) в работе созданы новые математические модели для оптимизации конструкции компактных коаксиальных и триаксиальных силовых ВТСП-кабелей;
- 2) в работе разработана математическая модель расчета токонесущей способности многоповивного кабеля постоянного тока на основе ВТСП-2 лент 2-го поколения, с учетом эффекта продольного магнитного поля;
- 3) в работе разработана уникальная математическая модель и выполнена оптимизация системы размагничивания крупных объектов на основе обмоток из ВТСП-лент 2-го поколения;
- 4) в работе впервые разработана численная модель для расчета конструкции ВТСП-токовводов, предназначенных для работы во внешнем магнитном поле, учитывающая одновременно электрофизические и теплофизические процессы.

Не подлежит сомнению **практическая значимость** проведенной диссертантом работы. С использованием результатов, полученных в работе С.С.Фетисова, в ОАО «ВНИИКП» были изготовлены и экспериментально верифицированы не имеющие аналогов электротехническое оборудование и материалы, в частности:

- 1) самые компактные на настоящий момент силовые кабели на основе ВТСП-лент 2-го поколения, а именно коаксиальный кабель с



критическим током при температуре кипения азота 3 кА и триаксиальный кабель с токами до 4 кА на фазу;

- 2) ВТСП-кабели постоянного тока оптимальной конструкции, обладающие повышенной токонесущей способностью и меньшими потерями по сравнению с ВТСП-кабелями переменного тока;
- 3) ВТСП-токовводы для работы во внешнем магнитном поле с напряженностью около 2 Тл, которые успешно применены в составе уникального экспериментального стенда для магнитогидродинамического генератора и тепловых испытаний;
- 4) изолированные ВТСП-провода специального назначения с волокнистой и пленочной изоляцией. Мелкосерийное производство таких проводов организовано впервые в России; введены Технические Условия на их изготовление.

Автореферат и диссертация содержат также и *недочеты*, к которым можно сформулировать следующие два замечания:

- 1) значения измеренного критического тока автором зачастую приводятся без указания температуры, при которой они были определены,
- 2) в работе используются две альтернативных единицы измерения магнитной индукции (Тесла и Гаусс).

Однако, с учетом большого объема полученных экспериментальных данных и их ценности для прикладной сверхпроводимости, эти недочеты можно считать несущественными для работы в целом, не влияющими на общую высокую оценку.

В заключение отмечу, что в диссертации С.С.Фетисова обобщены результаты многолетней научно-исследовательской работы, включающей в себя формулировку принципов расчёта и методов оптимизации конструкции новых видов силовых кабелей, токонесущих элементов и комбинированных проводников на основе ВТСП-лент 2-го поколения, новые методики экспериментальных исследований и описание базовых технологий

изготовления. Нет сомнения, что полученные знания и сделанные в работе выводы будут востребованы при дальнейшем развитии широкого спектра практических применений ВТСП в различных отраслях промышленности.

Материалы диссертации успешно прошли апробацию путем представления на международных и российских конференциях, опубликованы в сборниках трудов и в научной печати.

На основании автореферата можно заключить, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, которая удовлетворяет 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 доктора технических наук, а её автор, Фетисов Сергей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.02 – «Электротехнические материалы и изделия».

Генеральный директор  
ЗАО «СуперОкс», к.х.н.



Самойленков С.В.

*Подпись С.В. Самойленкова заверяю.*

Специалист по кадровому делопроизводству *И. Мартынова* Мартынова И.А.



Самойленков Сергей Владимирович,  
тел.: 8 (495) 669-79-95,  
e-mail: ssv@superox.ru,  
117246 Москва, Научный проезд, д. 20, Технопарк «Слава»