

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Карасева Юрия Владимировича «Разработка конструкции и технологии изготовления NbTi сверхпроводников с низкими потерями для быстроциклирующих сверхпроводящих магнитов ускорительной техники», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов»

Для дальнейших исследований в области физики высоких энергий в новом поколении ускорителей элементарных частиц необходимо применение быстроциклирующих сверхпроводящих магнитов со скоростью изменения магнитного поля выше 1 Тл/с.

Основной проблемой при разработке быстроциклирующих магнитов является необходимость максимального снижения тепловыделений (потерь энергии) в сверхпроводящих кабелях, для того чтобы обеспечить требуемую стабильность работы (минимальную вероятность перехода в нормальное состояние) и сокращение затрат на охлаждение. Поскольку около 80% потерь энергии в кабелях составляют потери в сверхпроводящих проводах, то минимизация потерь именно в проводах является главным условием снижения тепловыделения в обмотке магнита. Также необходимо иметь высокую критическую плотностью тока в сверхпроводнике.

Поэтому разработка сверхпроводящих проводов с низкими потерями и одновременно с высокой критической плотностью тока является весьма актуальной.

Цель представленной работы - разработка нового класса сверхпроводящих NbTi проводов, имеющих минимальные потери при достаточной для создания требуемого магнитного поля токонесущей способности и обеспечении достаточной стабилизации, что позволяет создавать кабели для магнитов ускорителей с минимальными потерями.

В автореферате представлены этапы и результаты разработки сверхпроводящих NbTi проводов, предназначенных для использования в кабелях для быстроциклирующих магнитов ускорительного комплекса FAIR, начиная с изготовления и исследования модельных проводов с диаметром волокна 2,5-3,5 мкм в медной и комбинированных (медь-медные сплавы) матрицах, и заканчивая созданием промышленной технологии производства проводов такого типа.

Рассмотрены теоретические и практические правила создания качественных композиционных NbTi проводов с высокой критической плотностью тока и низкими потерями. Продемонстрированы результаты исследований по совершенствованию технологии полуфабрикатов для получения высококачественных проводов с малым размером NbTi волокна, что необходимо для снижения гистерезисных потерь. Показано, что при создании сверхпроводников такого типа использование матрицы из чистой меди неприемлемо, поскольку приводит к значительному увеличению

матричных потерь. Разработана конструкция сверхпроводящего провода с увеличенным поперечным сопротивлением между волокнами в медной матрице, что снижает матричные потери, одновременно сохраняется низкое сопротивление вдоль волокон матрицы, что обеспечивает дополнительную стабильность работы.

Показано влияние размера NbTi волокна, резистивности матрицы между волокнами и типа сборки составной заготовки (однократная или двукратная) на комплекс достигаемых свойств, а также продемонстрирована необходимость компромисса между теоретическими представлениями и реалиями производства.

Данные, приведённые в автореферате, важны для разработчиков сверхпроводящих кабелей для ускорительной техники.

Данная работа интересна и разработчикам токонесущих элементов для других систем, работающих в режимах изменяющегося магнитного поля, поскольку предоставляет обширную базу характеристик сверхпроводящих NbTi проводов, что облегчает изготовителям кабелей выбор проводов, требуемых для конкретного применения.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что благодаря исследованиям, проведенным Ю.В. Карасевым, цель работы успешно достигнута. Следует отметить, что проведенная работа имеет большую практическую значимость, поскольку создана технология изготовления проводов такого класса, и в промышленных и опытно-промышленных условиях выпущены представительные партии проводов.

Результаты, выносимые на защиту, и основные выводы диссертационной работы хорошо обоснованы обстоятельным изучением этапов технологии изготовления сверхпроводящих проводов, а также уровнем электрофизических характеристик, достигнутых при испытаниях.

Содержание автореферата заслуживает хорошей оценки. Выполненное исследование является законченной научной работой, отвечающей критериям Положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

На основании вышеизложенного считаю, что за разработку конструкции и технологии изготовления NbTi сверхпроводников с низкими потерями для быстроциклирующих сверхпроводящих магнитов Карасев Юрий Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 - Металловедение и термическая обработка металлов.

Главный научный сотрудник ОАО «ВНИИ КП», д-р техн. наук

В.В. Зубко

Подпись В.В. Зубко
по науке, зав. лабораторией

Зам. зав. отделением
Френцов С.С.

