

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алексеева Максима Викторовича на тему «Структура и технологичность ниобиевых составляющих Nb_3Sn сверхпроводников», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Сегодня сверхпроводниковые провода на основе Nb_3Sn востребованы при конструировании магнитных систем для термоядерных реакторов, ускорителей частиц и лабораторных магнитов с высокой, более 10 Тл, индукцией магнитного поля. Сама возможность сооружения ИТЭР возникла благодаря надежности технологий его производства. Хотя изготовление длинномерных проводов этого типа давно вышло на промышленный уровень, важной задачей, помимо повышения критического тока, остаётся обеспечение стабильности критических характеристик по длине провода и снижение себестоимости его производства. Одним из путей решения этой задачи является совершенствование технологии изготовления полуфабрикатов для сверхпроводникового провода. Диссертация М.В. Алексеева посвящена совершенствованию режимов изготовления ниобиевых полуфабрикатов – прутков для сверхпроводниковых волокон, листов и труб для диффузионных барьеров. Очевидно, что актуальность работы не вызывает сомнений, тем более, что это материал с высокими параметрами крайне востребован для осуществления модернизации (FCC) Большого адронного коллайдера.

Среди оригинальных наработок автора можно отметить следующие. Это изучение сплава Ti-Sn в качестве потенциального материала для вставки в ниобиевые волокна с целью повышения содержания олова в сверхпроводниковом слое, что в итоге может привести к возрастанию критической плотности тока. Научное обоснование практических рекомендаций по режимам термообработки при поточном производстве сверхпроводникового провода. Исследование микроструктуры и свойств полученного прокаткой ниобия для диффузионных барьеров, построение диаграммы его рекристаллизации при различных температурах отжига, конкретные рекомендации по проведению рекристаллизационного отжига ниобиевых диффузионных барьеров. Изучение влияния деформации и термообработки на микроструктуру и свойства ниобиевых прутков для Nb_3Sn -сверхпроводников с высокой плотностью тока, разработка технологических схем их изготовления, в том числе, в промышленных условиях. Исследование деформационных характеристик сплавов на основе Ti-Sn, микроструктуры и механических свойств композитов Cu/Nb/Ti и Cu/Nb/TiSn. В целом, представленная работа имеет высокую степень новизны.

Корректно поставленные эксперименты и использование стандартизированных методик проведения испытаний позволяют сделать заключение о достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, приведенных в работе.

Практическое значение работы также не вызывает сомнений. Достаточно сказать, что представленные режимы изготовления ниобиевых прутков с пониженной себестоимостью были опробованы в промышленных условиях, на АО ЧМЗ, и использованы при изготовлении пятисот промышленных партий Nb₃Sn-сверхпроводников для проекта ИТЭР.

Несколько небольших замечаний. Из текста автореферата не ясно, чем обусловлен выбор сечения ниобиевых прутков (главы 4 и 5), почему даны именно такие рекомендации по температурному интервалу разупрочняющего отжига сплава Ti-Sn (глава 6), кроме того, рисунки не всегда достаточно четкие, например, плохо читаются условные обозначения кривых на рис. 10. Очевидно, что эти замечания несколько не снижают научной и практической значимости работы.

У меня нет сомнений в том, что работа выполнена на высоком экспериментальном и техническом уровне, логически завершена и имеет перспективы для практического внедрения. Работа полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, и её автор, Алексеев Максим Викторович, заслуживает присуждения искомой степени по специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Ведущий научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт»,

Доктор технических наук

Кривых Анатолий Владимирович

123182, Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д.1

Тел.: +7 (499) 1969539

e-mail: Krivikh_AV@nrcki.ru

Подпись Кривых А.В. заверяю.

Главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»



Стремоухов Сергей Юрьевич