

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Бочканова Федора Юрьевича
«Влияние электрического тока на фазообразование в реакционных тиглях Fe-Sn и
Nd-Zr-Fe-Co-Ti»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»
и состоявшейся в НИТУ МИСИС 02.10.2025

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС
23.06.2025, протокол №30.

Диссертация выполнена на кафедре функциональных наносистем и
высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент,
Карпенков Дмитрий Юрьевич, доцент кафедры функциональных наносистем и
высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС
(протокол № 30 от 23.06.2025.) в составе:

1. Жевненко Сергей Николаевич - д.ф.-м.н., профессор кафедры физической химии НИТУ МИСИС - председатель комиссии;
2. Задорожный Владислав Юрьевич - д.т.н., профессор кафедры физического материаловедения НИТУ МИСИС;
3. Дубинский Сергей Михайлович - д.ф.-м.н., доцент кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС;
4. Шевельков Андрей Владимирович - д.х.н., заведующий кафедрой неорганической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;
5. Страумал Борис Борисович - д.ф.-м.н., заведующий лабораторией поверхностей раздела в металлах федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики твёрдого тела имени Ю.А. Осипяна» Российской академии наук.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработаны научные основы модифицированного метода реакционных тиглей с применением электрического тока высокой плотности, позволяющего строить и корректировать фазовые диаграммы многокомпонентных систем. Создана экспериментальная установка для электротермической обработки с различными режимами тока (постоянный, переменный и импульсный);
2. Доказана перспективность применения электротермической обработки токами высокой плотности для решения проблемы «исчезающих» фаз в реакционных тиглях, а также для управления процессом фазообразования и изменения фазового состава продуктов гетерофазной реакции в сложных системах;
3. Изучено влияние распределения силовых линий электрического поля в реакционном тигле, геометрии реакционного тигля, а также роль элементного состава материала тигля, на кинетику фазообразования и конечный состав продуктов реакции;
4. Разработана методика расчёта энтальпии образования сложных интерметаллических соединений с учетом пространственной симметрии кристаллической решетки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- расширены представления о влиянии электрического тока высокой плотности на фазообразование в многокомпонентных системах;
- с помощью метода конечных элементов создана модель, рассчитывающая параметры электротермической обработки реакционного тигля, включая распределение силовых линий электрического поля, плотности тока и температурные градиенты внутри реакционного объема;
- установлена взаимосвязь между процессами фазообразования и рядом внутренних и внешних факторов, включая химический состав материала тигля, физико-химические свойства элементов и электрофизические параметры системы;

– проведена модернизация существующих математических моделей и численных методов, в частности, в модифицированном методе Миедемы для расчёта энтальпии образования многокомпонентных интерметаллических соединений проводится учет пространственной группы симметрии. Это обеспечивает получение новых, более точных термодинамических характеристик исследуемых интерметаллических фаз.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны и внедрены на уровне экспериментальных установок методики электротермической обработки реакционных тиглей с применением постоянного, переменного и импульсного электрического тока высокой плотности, что позволяет существенно ускорить процессы синтеза и повлиять на фазообразование в многокомпонентных системах;
- установлены границы и вектор развития практического применения метода управления фазовыми превращениями с помощью электрического тока, в частности, при промышленном производстве новых магнитных материалов с заданными характеристиками и улучшенными технологическими свойствами;
- разработан подход к оптимизации электротермической обработки в методе комбинаторного поиска материалов с использованием реакционных тиглей, включающий выбор геометрии и состава тигля и режимов обработки для управления процесса фазообразованием.

Оценка достоверности результатов для экспериментальных работ показала, что результаты получены на сертифицированном оборудовании, подтверждены методами электронной микроскопии, рентгеновской дифракции, калориметрии с проведением калибровок и контролем воспроизводимости в различных условиях;

– теоретическая база построена на известных и проверяемых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными результатами и расширяет их в области воздействия электрического тока на процесс фазообразования;

- научная идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области материаловедения и электромиграции, с сопоставлением данных автора с данными из литературных источников;
- установлена качественная и количественная корреляция результатов с известными из научной литературы экспериментальными данными по теме влияния тока на фазовые превращения;
- использованы современные методики сбора и обработки информации, репрезентативные выборки объектов и комплексное применение численных и экспериментальных методов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в:

1. Определяющем участии на всех этапах исследовательской работы, начиная с планирования и постановки задач, проведения теоретического анализа и экспериментальных исследований, заканчивая научными выводами;
2. Непосредственном участии в получении исходных данных и проведении научных экспериментов с использованием разработанной экспериментальной установки для электротермической обработки реакционных тиглей;
3. Разработке ключевых элементов экспериментальной установки для электротермической обработки реакционных тиглей, использующей режимы постоянного, переменного и импульсного тока высокой плотности;
4. Обработке, анализе и интерпретации экспериментальных и расчетных данных с применением современных методов микроскопии, дифракции и численного моделирования;
5. Подготовке и публикации основных научных статей и отчетов, отражающих результаты исследования, а также личном участии в апробации результатов на международных и всероссийских научных конференциях.

Соискатель представил 11 печатных работ, из которых 5 научных статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Бочканова Ф.Ю. соответствует критериям раздела 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований предложены новые теоретические и экспериментальные подходы к исследованию-влияния электрического тока высокой плотности на процессы фазообразования в многокомпонентных системах с применением модифицированного метода реакционных тиглей. Это имеет существенное значение для развития материаловедения и физики конденсированного состояния; разработаны новые, научно обоснованные технические и технологические решения для электротермической обработки с применением различных режимов тока (постоянного, переменного и импульсного); получены результаты, указывающие на пути развития новых технологий синтеза магнитных материалов.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Бочканову Федору Юрьевичу ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за - 5, против – 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии

Жевненко С.Н.

02.10.2025