

ОТЗЫВ

научного руководителя доктора технических наук Гынгазова Сергея Анатольевича на диссертационную работу **Клишина Андрея Петровича на тему «Формирование кристаллических фаз в оксидах алюминия и циркония в постоянном магнитном поле при спекании компактированных порошков»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Диссертационная работа, представленная Клишиным А.П., является результатом многолетних исследований применения терромагнитного воздействия (симметричного постоянного магнитного поля) в технологических процессах, связанных с обработкой диэлектриков и прежде всего оксидных материалов.

Для снижения температуры спекания оксидных керамических материалов актуально развитие методов активационного спекания. Для активации процессов спекания оксидных керамических материалов в настоящее время используется множество различных способов: механохимический, введение в состав спекающих добавок с появлением эвтектического сплава, обработка и предобработка в различных внешних физических полях. Терромагнитный метод обработки кристаллических материалов в постоянном магнитном поле показал свои уникальные возможности при обжиге и спекании некоторых диэлектриков (алмаз, топаз, полудрагоценные минералы), а также интерметаллидов $Al_{2-x}Fe$.

Диссертационное исследование Клишина А.П. посвящено актуальным проблемам в области физики твердого тела, связанным с распространением и взаимодействием электромагнитного излучения с веществом. Представленные в работе теоретические модели формирования кристаллических структур Al_2O_3 и ZrO_2 позволяют описать основные характеристики магнитной системы экспериментальной установки. Несомненным достоинством диссертации Клишина А.П. является детальная проработка отдельных аспектов моделей электростатических полей ионов и ясная физическая интерпретация рассматриваемых эффектов. Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается хорошим согласием с результатами авторитетных теоретических и экспериментальных работ.

При работе над диссертацией Андрей Петрович проявил себя целеустремленным, вдумчивым, организованным и ответственным исследователем, способным определить и сформулировать цели и задачи, качественно анализировать полученные экспериментальные результаты.

Основные результаты исследований опубликованы в 28 печатных работах, в том числе в 10 статьях журналов из перечня ВАК. Получен 1 патент на полезную модель по теме диссертации РФ и одно свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Предложенная в диссертации оригинальная методика исследования с использованием предварительного моделирования микроструктур оксидных

керамических материалов позволила впервые выделить и точно определить вклад симметричного постоянного магнитного поля на основе нескольких различных физических механизмов, влияющих на физико-механические параметры, при спекании $T=1200-1400$ °С. Впервые достоверно экспериментально установлено, что симметричное постоянное магнитное поле оказывает влияние на плотность, прочность и твердость керамических материалов при условии соответствия симметрии постоянного магнитного поля – кристаллографической группе обрабатываемого материала.

Физическая модель формирования структуры наносистем Al_2O_3 , построенная Клишиным А.П., позволила адекватно описать способы организации и упорядочивания ионных систем, формирование полей механических напряжений под действием постоянного магнитного поля. На основе созданной модели разработан численный алгоритм и программное обеспечение, позволяющие исследовать организацию и формирование микроструктур оксида алюминия и циркония под действием постоянного магнитного поля.

Считаю, что диссертационная работа «Формирование кристаллических фаз в оксидах алюминия и циркония в постоянном магнитном поле при спекании компактированных порошков» по объёму исследований и качеству результатов соответствует требованиям, предъявляемым ВАК, а ее автор – Клишин А.П. заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель

Гынгазов С.А.

Гынгазов Сергей Анатольевич, д.т.н.
ведущий научный сотрудник проблемной научно-исследовательской
лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников
ФГАОУ ВО «Национального исследовательского Томского
политехнического университета»
(г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. 8(3822)563-864
e-mail: ghyngazov@tpu.ru)

Подпись Гынгазова С.А. заверяю
Ученый секретарь ФГАОУ ВО НИ ТПУ



О.А. Ананьева

«25» 11 2020 г.