

## ОТЗЫВ

АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» на автореферат диссертации Топчиёва Анатолия Андреевича на тему: «Влияние модификаторов на диэлектрические свойства и формирование структуры керамики на основе цирконата-титаната свинца», представленной в диссертационный совет 24.2.411.03 при Тверском государственном университете на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Актуальность темы диссертации обусловлена научной и практической значимостью разработки модифицированных составов пьезокерамики цирконата-титаната свинца (ЦТС), как альтернативы бессвинцовых пьезокерамических материалов. Это позволяет расширить применение пьезокерамики в различных областях науки и техники, например, использовать пьезоэлектрики для создания «интеллектуальных» активных материалов.

Как следует из автореферата, к научной новизне работы, в первую очередь, следует отнести разработку механизма вхождения модифицированных добавок в процессе спекания материалов, а также определение влияния добавок на структуру и свойства пьезокерамики системы ЦТС. Важным элементом, определяющим научную новизну работы, является, по нашему мнению, комплексное исследование влияния на структуру и свойства пьезокерамики способов вжигания серебросодержащих паст, формирующих металлические электроды на поверхности пьезокерамики, в частности, способа, основанного на воздействии на металлизующие покрытия электромагнитного поля СВЧ.

По нашему мнению, теоретическую значимость диссертационной работы определяет значительный объем новых сведений о характере и роли модифицирующих добавок в создании сегнетоэлектрических свойств и формировании структуры пьезоэлектрической керамики исследуемой системы. Практическую значимость работы определяет анализ свойств пьезокерамических образцов, металлизированных различными способами, включая технологию металлизации в СВЧ электромагнитном поле. Целью этого аспекта работы является сокращение продолжительности процесса металлизации по сравнению с применяемым в промышленности способом, а также повышение надежности формируемых соединений пьезокерамика – металл.

Обоснование результатов исследований, выполненное с применением современных физических методов анализа, правильная методология их использования, позволяют заключить, что полученные в диссертации результаты достоверны.

В целом, анализируя содержание автореферата, можно сделать вывод, что автор успешно справился с поставленными в нем задачами.

Как следует из автореферата, основные результаты диссертации опубликованы в реферируемых отечественных и зарубежных периодических изданиях, доложены на российских и международных конференциях.

В качестве критического замечания по работе отметим, что сделанный на основании рентгеноспектрального анализа вывод об отсутствии проникновения серебра в пьезокерамику при рассмотренных в работе способах металлизации не согласуется с результатами ряда экспериментальных исследований. Так, установлено, что с течением времени ион серебра мигрирует в пьезокерамику по межзерненным границам, увеличивая адгезионную прочность в системе «положительный» электрод – пьезокерамика, и понижая эту прочность

в системе «отрицательный» электрод - пьезокерамика. Установлено также, что в процессе естественного старения пьезокерамики этот процесс продолжается в течение длительного времени. К сожалению, отмеченное явление, представляющее существенный интерес для теории и практики создания пьезокерамических элементов, еще не получило строгого объяснения.

Содержание автореферата соответствует специальности, по которой рассматриваемая работа представлена к защите.

Диссертация по актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, их достоверности и новизне, соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9 – п. 14), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Топчиёв А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния.

Главный научный сотрудник отдела № 795  
доктор технических наук, профессор

198215, г. Санкт-Петербург,  
ул. Подводника Кузьмина, д. 29, кв. 2.  
Тел. +7-911-847-63-68  
E-mail: [spugachev@bk.ru](mailto:spugachev@bk.ru)

Даю согласие на передачу и обработку персональных данных.

С.И. Пугачев

25.10.21

Подпись Сергея Ивановича Пугачева заверяю

Ученый секретарь  
кандидат технических наук  
Тел. (812)292-01-47  
E-mail: [info@gidropribor.ru](mailto:info@gidropribor.ru)

К.Г. Погудин