

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кошкина Глеба Александровича «Разработка и исследование новых функциональных композиционных материалов в системе «ЦТС—фосфатное связующее» с улучшенными технологическими свойствами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки)

Исследование Г. А. Кошкина связано с необходимостью разработки новых методов переработки отходов пьезокерамического производства, которые являются частью серьезной экологической угрозы роста количества произведенных электронных отходов. Цирконат-титанат свинца (ЦТС), составляющий основу большинства пьезокерамических изделий, относится к веществам I класса опасности, что делает его отходы токсичными и опасными для окружающей среды. Такие методы утилизации ЦТС, такие как захоронение или повторное спекание, неэффективны, либо не позволяют сохранить функциональные свойства материала. В этой связи автором предложен метод переработки отходов ЦТС с использованием высокотемпературных неорганических фосфатных связующих (ФС), так как в перспективе он позволяет не только утилизировать опасные отходы, но и создавать композиты с улучшенными пьезоэлектрическими характеристиками. Разработанные материалы могут быть использованы в системах структурного мониторинга (СМР), а также в других областях, где требуются высокие показатели объемной чувствительности и стабильности свойств. В свете изложенного выше представленная работа является **актуальной**.

**Научная новизна** работы в том, что исследованы закономерности взаимодействия ЦТС и ФС, в частности, температурные интервалы структурных и фазовых переходов, показано влияние на функциональные характеристики полученных материалов и покрытий параметров исходного сырья и технологии изготовления, установлен ионно-релаксационный механизм поляризации низкотемпературных продуктов реакции ЦТС и ФС.

Автореферат написан понятным и четким языком, в нем прослеживается внутренняя логика, начиная от постановки цели работы и заканчивая выводами работы. Результаты работы отражены в рецензируемых научных изданиях, представлены на конференциях и внедрены на производство и в учебный процесс.

**Теоретическая и практическая значимость** работы обусловлена тем, что впервые получены пьезоэлектрические композиционные материалы и покрытия на основе ЦТС и ФС, исследованы основные закономерности взаимодействия систем на основе этих компонентов, установлены температурные границы фазовых переходов в системе ЦТС — ФС, на основе установленных данных разработаны технологические процессы и учебные материалы, внедренные на производство и в учебный процесс.

**Положительные стороны работы:**

1. Исследование проведено с использованием различных видов ФС, отверждаемых по поликонденсационному (водный раствор ортофосфорной кислоты, алюмохромфосфатное связующее) и поликристаллизационному (цинкфосфатный цемент) механизму.

2. Показаны амплитудно-частотные характеристики полученных образцов объемного композита, чем подтверждена возможность использования материалов на основе ЦТС и ФС при изготовлении систем активного СМР.

По автореферату можно сделать следующие замечания::

1. В таблице 1 приведены характеристики пьезокомпозита для разных фракций наполнителя, но в тексте автореферата не проанализировано влияние размера частиц на характеристики материала.

2. В автореферате не описаны режимы помола фракции размером более 1 мм и не обосновано, почему для помола использована планетарная шаровая мельница.

3. Для образцов, подвергнутых оптической и электронной микроскопии, не приведена подробная информация о методах и режимах их подготовки, не обосновано, почему именно результаты рентгенофлуоресцентных исследований являются основанием для вывода о протекании химического взаимодействия между ЦТС и ФС.

Отмеченные недостатки не снижают научной значимости и практической ценности работы. Диссертация Кошкина Г. А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой автором решена научно-техническая задача получения пьезоэлектрических композиционных материалов и покрытий на основе фосфатных связующих и отходов цирконата-титаната свинца.

Диссертационная работа по актуальности, новизне и практической значимости соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в актуальной редакции, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кошкин Г. А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Согласен на обработку персональных данных

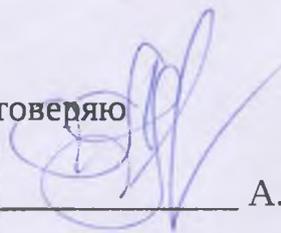
Научный руководитель лаборатории металлургических процессов АО «Гиредмет», кандидат физико-математических наук



С.А. Мельников

10 марта 2025 г.

Подпись С.А.Мельникова удостоверяю  
Заместитель директора  
по управлению персоналом



А.А.Лазарева

Адрес организации: 111524 Москва, Электродная ул., д 2 с.1 АО «Гиредмет»

Электронный адрес: [info\\_giredmet@rosatom.ru](mailto:info_giredmet@rosatom.ru)

Телефон: +7 (495) 708-44-66

