

## О ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА ПО СОГЛАШЕНИЮ СГТУ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А. И МИНОБРНАУКИ РФ

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 17 июня 2014 г. № 14.574.21.005 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» на этапе № 2 в период с 01 января 2015 г. по 30 июня 2015 г. выполнялись следующие работы:

1. Разработка Программы и методик исследовательских испытаний экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов емкостных датчиков давления на основе нанокompозитных диэлектриков;
2. Изготовление экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов емкостных датчиков давления на основе нанокompозитных диэлектриков;
3. Проведение исследовательских испытаний экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов емкостных датчиков по программе и методикам исследовательских испытаний;
4. Выявление оптимальных технических решений;
5. Проведение дополнительных патентных исследований с целью патентования выявленных технических решений;
6. Проведение ускоренного старения экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов на основе нанокompозитных диэлектриков и исследовательские испытания их;
7. Разработка системы (схемы) управления и контроля работы прототипа высокочувствительных сенсорных элементов на основе нанокompозитных диэлектриков в составе емкостного датчика давления;
8. Изготовление системы (схемы) управления и контроля работы экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов на основе нанокompозитных диэлектриков в составе емкостного датчика давления.

При этом были получены следующие результаты:

Разработана Программа и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов емкостных датчиков давления на основе нанокompозитных диэлектриков для определения оптимального состава используемого нанокompозитного диэлектрика, выявления оптимальной рабочей частоты для системы управления работой датчика давления, а также предварительной оценки влияния критических воздействий (ускоренное старение) на чувствительность создаваемого сенсорного элемента к изменению давления.

Изготовлены 6 экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов емкостных датчиков давления с использованием жидких дисперсий нанокompозитных диэлектриков с особо высокими значениями диэлектрической проницаемости, представляющих собой

продукты термической обработки (950 °С, 2 ч.) нанопорошков полититаната калия, модифицированного в растворе сульфата железа, отличающихся видом дисперсионной среды и наличием в ней различных стабилизирующих и регулирующих плотность добавок.

Предприятием – индустриальным партнером проведено ускоренное старение экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов на основе нанокompозитных диэлектриков.

На основании проведенных исследовательских испытаний показано, что сенсорные элементы, полученные после заполнения межэлектродного пространства базовых емкостных датчиков давления серии ДАД-М жидкими дисперсиями нанопорошка – продукта термической обработки (950 °С) полититаната калия, допированного переходными металлами, в частности – железом, и диспергированного в диоктилфталате в присутствии катионного поверхностно-активного вещества (ЦТАБ), имеют наибольшую чувствительность к изменению измеряемой величины (124 пФ/мкм или 186 пФ/кПа).

Выявлено, что сенсорные элементы с использованием нанокompозитных дисперсий, дополнительно стабилизированных добавками ацетилацетоната соответствующего переходного металла, при некотором снижении чувствительности (76 пФ/мкм или 114 пФ/кПа) обеспечивают более высокую стабильность работы сенсорного элемента после критических воздействий (ускоренное старение) и обеспечивают увеличение регистрируемого изменения емкости сенсорного элемента при изменении расстояния между электродами от величины 5 пФ (серийно выпускаемый аналог) до величины 11000 пФ, что более чем в 100 раз превосходит требования ТЗ (не менее, чем 20 пФ).

Показано, что оптимальными показателями чувствительности обладают сенсорные элементы, изготовленные на базе стандартного датчика класса ДАД-М, выпускаемого предприятием-индустриальным партнером с заполнением межэлектродного пространства дисперсией, включающей 35-45 весовых частей порошка нанокompозитного диэлектрика в виде сложного оксида, полученного на основе полититаната калия, модифицированного железом (III) при его последующей термической обработке при температуре 700-950 °С и стабилизированного катионным поверхностно-активным веществом (цетилтриметиламмония бромид, ЦТАБ) в количестве 1,0-1,5% от массы общего содержания порошка сложного оксида в смеси и 55-65 весовых частей жидкого диэлектрика, в частности – диоктилфталата.

Проведено дополнительное патентное исследование с целью патентования выявленных технических решений. Результаты проведенных патентных исследований подтверждают патентоспособность технического решения «Жидкий композитный диэлектрик» и использованы при оформлении результатов интеллектуальной деятельности в виде заявки на изобретение.

Предприятием-индустриальным партнером разработана система (схема) управления и контроля работы прототипа высокочувствительных сенсорных

элементов на основе нанокompозитных диэлектриков в составе емкостного датчика давления и изготовлена система (схема) управления и контроля работы экспериментальных образцов высокочувствительных сенсорных элементов на основе нанокompозитных диэлектриков в составе емкостного датчика давления.

Анализ полученных результатов и выводов позволяет сделать заключение о том, что задачи, сформулированные для решения на втором этапе работ по проекту, выполнены в полном объеме. Проведенные работы носят характер поискового научного исследования, связанного с изучением процессов синтеза ультрадисперсных нанопорошков и нанокompозитных дисперсий на их основе, а также – поиском технических решений, обеспечивающих их использование при создании высокочувствительных сенсорных элементов емкостных датчиков давления, существенно превосходящих известные технические решения в этой области. Все экспериментальные результаты, полученные в ходе работ по проекту, являются принципиально новыми и не имеют аналогов, поскольку связаны с исследованием новых видов нанокompозитных материалов и устройств, использующих их в своем составе в качестве активных сред.

По результатам работ в рамках проекта подано 2 (две) заявки на изобретение и опубликованы 2 (две) научные статьи в журналах, индексируемых Scopus.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.