

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 22 июля 2014 г № 14.577.21.0088 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 № 1 в период с 22.07.2014 г. по 31.12.2014 г. выполнялись следующие работы:

1 Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты) - не менее 15 научно-информационных источников за период 2009 – 2014 гг.

1.2 Проведение выбора и обоснования направления исследования.

1.3 Патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96.

1.4 Проведение сравнительной оценки эффективности возможных направлений исследований.

1.5 Разработка вариантов возможных технических решений задачи создания экспериментального образца специализированного нанотвердомера-профилометра и проведение их сравнительной оценки.

1.6 Изучение основных типов первичных преобразователей, используемых при профилометрии с субмикронным пространственным разрешением и в сканирующей зондовой микроскопии.

1.7 Изучение основных типов первичных преобразователей, используемых для задания и измерения силы и глубины индентирования и способ снятия с них информации об измеряемых величинах.

1.8 Выбор и обоснование целесообразности выбранных технических решений для используемых датчиков контакта острия зонда с исследуемой поверхностью при профилометрии, силы и перемещения при осуществлении инструментального индентирования, а также способа взаимного перемещения поверхности исследуемого объекта и индентора экспериментального образца специализированного нанотвердомера-профилометра.

1.9 Расчет конструкции основных измерительных узлов разрабатываемого экспериментального образца специализированного нанотвердомера-профилометра.

1.10 Проведение аналитического и численного моделирования основных узлов разработанной конструкции экспериментального образца специализированного нанотвердомера-профилометра.

Работы за счет внебюджетных средств:

1.11 Моделирование конструкции датчика в условиях проведения измерений на реальных объектах исследования по п. 1.6.

1.12. Закупка оборудования (материалов, комплектующих).

При этом были получены следующие результаты:

На этапе 1 работ по ПНИ проведен обзор основных технологий для конструирования чувствительного элемента измерительной системы специализированного нанотвердомера-профилометра. В качестве конкурирующих подходов (по п.1.2) для схемы измерения перемещений рассмотрены емкостные и оптические датчики, в качестве системы приложения нагрузки рассмотрены пьезокерамические преобразователи и электромагнитный привод. На основании литературных данных и проведенных расчетов (по пп. 1.6-1.7) показано, что для соответствия требованиям технического задания в части минимального размера измерительной головки (8,9 мм) оптимальным выбором для системы приложения нагрузки является пьезокерамический преобразователь, а для системы регистрации положения наконечника – оптическая схема измерения.

В качестве рабочего варианта чувствительного датчика и системы наноперемещения на данном этапе работ выбран пьезокерамический датчик в форме камертона. При этом биморфные веточки камертона работают в качестве пьезорезонансного датчика механического контакта, а биморфная ножка в качестве нанопозиционера. Измерения силы прижима алмазного индентора к исследуемой поверхности при осуществлении процедуры измерения локального значения модуля Юнга материала и его твердости планируется осуществлять с помощью оптического датчика шторного типа, интегрированного в состав измерительной головки.

В результате сравнительной оценки эффективности проектирования измерительной системы специализированного нанотвердомера(по п. 1.4) выбрано продольное расположение пьезокерамического датчика относительно направления исследуемого канала. Показано, что такое расположение позволяет подобрать конфигурацию всех элементов измерительной головки таким образом, чтобы характеристики разрабатываемого экспериментального образца специализированного нанотвердомера-профилометра удовлетворяли требованиям ТЗ.

С использованием имеющегося оборудования экспериментально проверена возможность использования моторизированных линейных позиционеров при измерении шероховатости рабочих поверхностей изделий машиностроения. Такое техническое решение признано приемлемым и рациональным и именно моторизированные линейные позиционеры будут использоваться в разрабатываемом изделии для макроперемещения тестируемого изделия и держателя зондового датчика.

На основании результатов численного и аналитического моделирования, в том числе с учетом условий проведения измерений на реальных объектах исследования (по п.1.11) предложена конкретная конструкция измерительной головки специализированного нанотвердомера-профилометра. Рассчитаны основные рабочие параметры данного узла. Разработан эскизный чертеж готовый к передаче на изготовление экспериментального образца.

Патентное исследование установило патентную чистоту разрабатываемой конструкции по отношению к патентам сторонних организаций и ее зависимость от патентов принадлежащих ФГБНУ ТИСНУМ. Поставлена задача по подготовке заявок на патенты по итогам проведенного научного и конструкторского исследования.

Таким образом, работы этапа 1 выполнены полностью и в соответствии с планом-графиком. Определены основные пути дальнейшего исследования и обоснована реализуемость поставленных в ТЗ задач в сроки, установленные в Соглашении.

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