

1. Название структурного подразделения университета: ООО «Нанодиагностика»

2. Руководитель и автор проекта: к.ф.-м.н., вед. специалист НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы», доцент кафедры ТЭФ Самодуров Александр Алексеевич

3. Контактный телефон: 8(4752)532680

4. Описание проекта (разработки):

а) Название: Оборудование оперативной диагностики физико-механических характеристик и свойств пористых и сыпучих наноматериалов

б) Цель: *Основная научно-техническая цель* – удовлетворение существующего спроса на метрологическое оборудования для nanoиндустрии.

Задача проекта – сделать своевременным проведение систематических исследований в области механики мелкодисперсных сред, а также разработку и создание методов и оборудования для их характеристики.

в) Актуальность: При современном уровне развития нанотехнологий уже сейчас в исследовательских и промышленных целях синтезируется огромное количество разнообразных наноструктурированных материалов, а в связи с имеющимися планами широкомасштабного освоения нанотехнологий и нанопродукции их номенклатура и объемы выпуска возрастут многократно.

Значительная доля разработок, в том числе и в области нанотехнологий, направлена на улучшение служебных характеристик материала, например, в механике – это повышенная твердость, прочность, износостойкость и др. Часто в качестве компонента для создания нового материала используют мелкодисперсные среды, имеющие размеры элементов структуры от единиц до десятков нм. Во многих производствах эти слабосвязанные структуры являются промежуточным либо конечным продуктом. К таковым относятся нанотрубки, в том числе углеродные, металлические и оксидные порошки (для катализа, спекания и т. д.), компоненты косметических, лекарственных и диагностических форм и субстанций, тонкодисперсные пигменты и многие другие.

Прогнозирование и математический расчет материальных констант в таких средах является очень сложной задачей. Основным способом решения этой проблемы является эксперимент. Однако механическое поведение твердых тел в наномасштабе не может быть выведено путем простой экстраполяции из макро- или микрообласти. Из общих соображений и накопленных экспериментальных данных вытекает, что уменьшение характерных размеров объекта или элементов его структуры до $R \leq 1$ мкм (хотя бы в одном из трех измерений) влечет существенное изменение его механических свойств. Особенно сильные размерные эффекты возникают при $R \leq 100$ нм, а при $R \leq 10$ нм их характер может меняться радикально еще раз. В таком масштабе также начинает сказываться дискретность элементов структуры, возникают

большие относительные деформации (до 20%) в упругой области. При этом модуль упругости нелинейно зависит как от величины самой деформации, так еще и от времени. Поэтому определение материальных констант механических свойств мелкодисперсных сред является актуальной проблемой в механике и материаловедении.

г). Описание проекта: Основной научно-технической задачей проекта является разработка прибора, основанного на возможностях прецизионного деформирования, для лабораторного тестирования и проведения комплексных исследований свойств порошковых и высокопористых материалов. Разрешающая способность данного оборудования должна обеспечивать его использование на малых порциях вещества (не более нескольких кубических мм или нескольких мг) в насыпном виде для идентификации наноматериалов (то есть для отнесения его к одному из заранее известных классов) и к экспресс-контролю микромеханических, реологических и микро-электромеханических характеристик продукции, их стабильности на разных стадиях производства продукта и отклонений от эталонных образцов с целью отработки технологии их синтеза, контроля качества выпускаемой продукции и входного контроля сырья.

Спектр объектов диагностики весьма широк: от нанопорошков, нанотрубок и нановолокон (в том числе и углеродных), пигментов, порошков для копировальных аппаратов до мелкодисперсных лекарственных форм, и т.п.

Разрабатываемый прибор позволит проводить всестороннюю диагностику и контролировать качество или изменение конкретных свойств наноматериала, без использования время- и трудозатратных методик электронной микроскопии, рамановской спектроскопии и др. В то же время разрабатываемые методики и оборудование не ставят перед собой целью заменить или исключить традиционные способы исследования наноматериалов.

В качестве основных критериев контроля планируется использование результатов исследования вольт-амперных характеристик, шумов, определенных термических и термоэлектрических коэффициентов, электрического сопротивления, механических, термомеханических и других параметров исследуемых объектов.

Эти обстоятельства требуют создания автоматизированного комплекса средств количественного контроля физических параметров таких структур на всех уровнях производства, от контроля параметров исходного сырья до характеристик конечного продукта.

д) Ожидаемые результаты: Основное назначение разрабатываемого многофункционального оборудования – диагностика сыпучих и пористых материалов с определением их физико-механических характеристик и свойств. Кроме оборудования и программного обеспечения будут разработаны не имеющие аналогов соответствующие методы диагностики, во-первых, углеродных нанотрубок, во-вторых, - других сыпучих и пористых

материалов, в частности, нанопорошков, нанотрубок и нановолокон, мелкодисперсных лекарственных форм, пигментов, порошков для копировальных аппаратов и т.п. для проб с массой, не превышающей несколько миллиграмм.

Данный комплекс позволит получать достаточный набор характеристик и параметров исследуемого материала для оперативного контроля качества (или отклонения от заданного) выпускаемой продукции, а также сырья на разных стадиях технологического процесса получения продукта на производстве.

Помимо этого, в научных центрах и лабораториях разрабатываемое оборудование позволит исследовать физико-механические свойства перечисленного класса материалов.

е) Стадия готовности проекта: Имеется опытный образец оборудования.

5. Сведения об оригинальности технических решений, положенных в основу разработки: В разработке используются решения, к которым применяется правовая охрана в виде патента на изобретение «Способ идентификации материала в насыпном виде и устройство для его осуществления» (№2010152162/28)

6. Объем инвестиций: 850 000 руб.

7. Срок окупаемости проекта: 2 года.