



Отзыв на автореферат диссертации

Решетова Владимира Николаевича

«Физические основы и методы использования гибридных резонансных датчиков в сканирующей зондовой микроскопии и инструментальном индентировании»
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Представленная к защите диссертационная работа является примером многолетнего всестороннего исследования, направленного на разработку методов и средств для контроля геометрических и механических характеристик твердых материалов с субмикронным пространственным разрешением. Научные результаты, представленные в работе, носят двоякий характер. Часть достижений относится к области научного приборостроения, часть к физике конденсированного состояния. При этом понятно, что обе составляющие значимы и гармонично дополняют друг друга.

Рассматриваемый гибридный резонансный зонд существенно расширил арсенал возможностей сканирующих зондовых микроскопов и позволил разработать методики позволяющие картографировать в процессе сканирования формы поверхности такие локальные характеристики объекта исследования как твердость, модуль Юнга и удельное электрическое сопротивление. Традиционные СЗМ и АСМ, использующие кремниевые кантилеверы, так же позволяют определять целый ряд механических характеристик поверхности образца во время сканирования и в этом плане приборы семейства «НаноСкан» развивались в русле общемировых тенденций.

Кардинальным отличием рассматриваемых в диссертации методик измерения свойств конденсированного состояния вещества, является тот уровень механического воздействия, при котором осуществляются измерения. Использование алмазного зондирующего острия и достаточно жесткого пьезорезонансного зонда позволяет достигать такого уровня взаимодействия, при котором наблюдается устойчивая пластическая деформация исследуемого образца. Благодаря этому появляется возможность количественное измерение локального значения приведенной индентационной твердости не только мягких, но и твердых и сверхтвердых материалов. Традиционные АСМ и СЗМ такой способностью не обладают.

Трудно сказать, почему система с автогенераторным возбуждением колебаний зонда не прижилась в серийно выпускаемых основными мировыми производителями АСМ. Сканирующие нанотвердомеры, типа упоминаемого в диссертации прибора «НаноСкан», выпускаются только в Российской Федерации. Однако можно с определенностью сказать, что используя современные средства цифровой обработки сигналов большинство обоснованных в диссертации методик может быть реализовано в традиционных АСМ. Это возможно благодаря четкому физическому описанию всех процессов происходящих в области контакта осциллирующего алмазного острия с исследуемым материалом и аналитической увязке сдвига резонансной частоты, средней силы прижима к поверхности и амплитуды колебаний острия с механическими свойствами поверхности и параметрами гибридного резонансного зонда.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, основные результаты, выносимые на защиту, опубликованы в научных изданиях. Работа логически выстроена, материалы приложений, содержащие экспериментальные результаты, удачно дополняют основное изложение, насыщенное математическими формулами.

В качестве замечания или скорей пожелания соискателю хочется отметить следующее. На протяжении всего текста диссертации говорится, что разработанные методики измерений и способы обработки совокупности информации получаемой по разным измерительным каналам могут быть реализованы на любом АСМ или наноинденторе, имеющем возможность контролировать силу прижима, резонансную частоту зонда и амплитуду его колебаний. Однако все полученные экспериментальные данные и проведенные аналитические расчеты касаются только приборов семейства «НаноСкан» и вопрос о практической реализуемости предложенных подходов на измерительном оборудовании других производителей остается открытым.

Диссертация и автореферат говорят о новизне, научной и практической значимости представленных результатов, а так же продуктивности предложенных подходов. Считаю, что работа отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней и званий №843 от 24.09.2013», а Решетов Владимир Николаевич за разработку методов измерения формы, локальных значений твердости, электропроводности и модуля Юнга с субмикронным пространственным разрешением заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

11.10.2017

Рочев Ю.А.

Юрий Алексеевич Рочев

Доктор физико-математических наук,

NUI Galway, University Road, Galway, Ireland, School of Chemistry,

Телефон: +353 (0)91 492806,

E: yury.rochev@nuigalway.ie