

**Принципы экспрессного контроля наноразмерных дефектов  
макроскопических поверхностей методами зондовой электрометрии**

Жарин А.Л., Тявловский А.К.

Белорусский национальный технический университет

Существующие в настоящее время экспрессные методы контроля обеспечивают исследования поверхности либо на макроскопических масштабах (магнитные, ультразвуковые, рентгеновские методы, оптическая микроскопия), либо в нанометровом диапазоне размеров (атомно-силовая микроскопия), при этом разрешающая способность и чувствительность методов первой группы ограничены дифракционным пределом, что не позволяет выявлять с их помощью наноразмерные дефекты. Атомно-силовая микроскопия при необходимом пространственном разрешении имеет крайне малое поле сканирования, не обеспечивая контроль макроскопических поверхностей. В рамках настоящего исследования экспрессное выявление наноразмерных дефектов макроскопических поверхностей предлагается обеспечить за счет сканирования контролируемой поверхности электрометрическим зондом, обладающим высокой чувствительностью к изменениям работы выхода электрона (РВЭ) с поверхности. Электрометрический зонд Кельвина осуществляет регистрацию РВЭ в относительном режиме как разность истинной РВЭ поверхности и априори неизвестной РВЭ поверхности зонда. В связи с этим для диагностики дефектов используются не собственно регистрируемые значения физической величины, а разность этих значений со средним арифметическим для данной поверхности. Благодаря аппаратному усреднению значений РВЭ в пределах площади чувствительной поверхности зонда результирующий сигнал будет пропорционален концентрации дефектов в данной области. Достигнутая чувствительность обеспечивает выявление дефектов с плотностью порядка нескольких десятков тысяч атомов/см<sup>2</sup>. Как показали результаты математического моделирования, разрешающая способность такого контроля определяется величиной зазора зонд-образец и отношением сигнал / шум измерительного преобразователя, причем принципиальные физические ограничения на величину разрешающей способности отсутствуют. Так, известна реализация режима электрометрического зонда Кельвина для чувствительного элемента атомно-силового микроскопа. В настоящем исследовании, однако, разрешающая способность была ограничена величиной 0,5 мм для обеспечения приемлемого времени сканирования при экспрессном контроле и ограничения объема итогового файла при контроле макроскопических поверхностей.