

Головко Н.Ю. Испытания датчика атомно-силового микроскопа в реальных условиях. [Текст] / О.В. Немченко, Н.Ю. Головко // Пошук молодих. Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [“Технології компетентнісно-орієнтованого навчання природничо-математичних дисциплін”], (Херсон, 14-15 квітня 2016р) / Укладач: В.Д. Шарко. – Херсон: ПП Вишемирський В.С. - Випуск 15. 2016. – С.70-71

ИСПЫТАНИЯ ДАТЧИКА АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Современное понимание микроскопии уже давно вышло за рамки классического представления об оптических приборах, позволяющих более детально рассмотреть объект. В течение XX века были разработаны новые подходы визуализации, позволившие ученым заглянуть в наномир и даже увидеть отдельные атомы и молекулы. Одним из таких методов является сканирующая атомно-силовая микроскопия (АСМ), которая с каждым годом находит все большее применение в различных отраслях науки. Ранее, нами был разработан АСМ датчик на основе униморфного плоского пьезоэлемента. Пьезоэлемент диаметром 25мм, был приклеен на $\frac{1}{4}$ диаметра на массивную стальную пластину, образуя консоль – аналог кантилевера. Его резонансные характеристики изучались с помощью специально изготовленного амплитудного детектора, подобного описанному в [1], с дополнительным входным усилителем 40дБ. Полученные предварительные результаты показали возможность использования дисковых резонаторов в качестве датчиков взаимодействия зонда в атомно-силовой микроскопии [2]. Для изучения датчика в реальных условиях, был использован созданный ранее сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), описанный в [3]. Вместо предварительного усилителя туннельного тока был подключен упомянутый выше амплитудный детектор. Выдаваемый детектором сигнал имеет вид выпрямленной синусоиды с частотой около 5кГц соответствующей максимуму резонанса датчика. Контроль амплитуды этого сигнала осциллографом позволял правильно подбирать частоту внешнего генератора ГЗ-120, добиваясь резонанса. Это же пульсирующего напряжения сравнивалась с напряжением задания, и обнаруженная разность поступала на интегратор. Последний выделял постоянную составляющую, которая дальше обрабатывалась как в обычном СТМ [3]. При контакте зонда с образцом, амплитуда колебаний кантилевера уменьшалась. Интегратор изменял напряжение на исполнительном пьезоэлементе Z- канала СТМ, стремясь отодвинуть зонд от образца. В результате, устанавливалась некоторая средняя амплитуда колебаний датчика, соответствующая полуконтактному режиму работы АСМ. Система развертки перемещала зонд относительно

образца, сканируя квадрат размером 2x2 мкм. В результате были получены снимки, один из которых показан на рис.1. Справа на снимке приведена шкала высот. Светлые участки соответствуют высоким точкам рельефа, а темные – низким.



Рис.1. Первичный скан латунного образца в АСМ режиме.

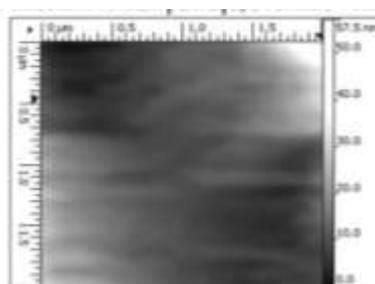


Рис.2. Скан с рис.1 после устранения дрейфа и прочих помех.

Как видно из рис.1, в процессе сканирования, длившегося около 40 минут, наблюдается сильный дрейф. Возможные причины дрейфа – изменение температуры и малозаметный уход частоты генератора от установленного резонансного значения. Подобный дрейф является общей проблемой сканирующей зондовой микроскопии и компенсируется при дальнейшей обработке снимков [4]. Результат такой обработки показан на рис.2, а его 3-мерное представление – на рис.3

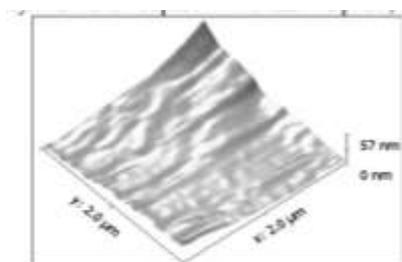


Рис.3. 3-мерное изображение скана с рис.2

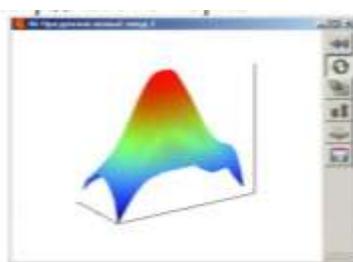


Рис.4. Восстановленная форма зонда

Как видно из рис.2 и рис.3, для поддержания постоянной амплитуды колебаний кантилевера, в разных точках поля сканирования, на исполнительный пьезоэлемент Z-канала приходилось подавать разное напряжение, т.е. датчик "чувствует" поверхность. Это свидетельствует о его нормальной работе. Дополнительным подтверждением может служить предполагаемая форма зонда, (рис.4), восстановленная методом "слепой оценки" [4] Как следует из рис.4, предполагаемый зонд имеет симметричную овальную форму, слегка вытянутую вдоль строк сканирования. Таким образом, разработанный датчик подтвердил свою работоспособность и может быть использован для дальнейших исследований. Литература: 1. Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств / М.К. Белкин, В.Т. Белинский, Ю.А. Мазор, Р.М. Терещук. - 2-е изд. - К.: Выща шк.

Головное изд-во, 1988. - 472с. 2. Клименко Н.Ю. Резонансные датчики положения зонда для атомно-силовой микроскопии/ А.В. Немченко, Н.Ю. Клименко // Всеукраїнська студентська науково-практична конференція, Херсон, 23-24 квітня 2015 р. /Укладачі: В.Д. Шарко - Херсон:ХДУ,2015. – С. 36-37. 3. Баранова Е.А. Самодельный Сканирующий туннельный микроскоп [Текст]/ Е.А. Баранова, А.В. Немченко // Науково – дослідна работа молодих вчених: стан, проблеми, перспективи: 3 Всеукраїнська науково-практична інтернет - конференція. – Херсон, 2013. – С.202- 208 4. Gwyddion – Free SPM (AFM, SNOM/NSOM, STM, MFM, ...) data analysis software [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://gwyddion.net>