

УДК 544.22

МЕТОД АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЁНОК ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА

Алексей Станиславович Самарцев

*Студент 1 курса магистратуры,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.И. Беликов,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Метод атомно-силовой микроскопии (АСМ) широко используется для анализа, изучения объектов в субмикронном и наноразмерном уровне в самых различных областях науки и техники, таких как: физика, материаловедение, микробиология. Среди изучаемых объектов: тонкие плёнки нанесенные методами эллионных технологий, наноструктурированные материалы, биомолекулярных систем[1, 2]. Этот метод, как и ряд других методов, позволяет получить различные качественные и количественные данные о рельефе, профилях поверхности, толщине покрытий, микрошероховатости, размере зерен или просто особых областей. АСМ является мощным инструментом изучения, но для получения качественных и достоверных сведений об изучаемом объекте нужно знать, как умело пользоваться как самим микроскопом, так и средствами обработки первичных данных.

Наиболее общим местом в работе методом АСМ является, помимо, очевидно, правильной настройки и работы с микроскопом, является обработка первичных данных, будь то отдельные линии профиля поверхности, так и их цельные сканы. Это так, потому что без дополнительной математической обработки полученных профилей поверхности, любые вычисленные на их основе показатели могут быть неверными, а сами сканы некорректно отображать действительную топологию поверхности. Это с одной стороны, с другой же стороны неправильная или излишняя обработка, корректировка скана может привести к тому, что конечный результат будет желаемым, но далеко не действительным. Можно привести такой простой пример: как правило, в сканах АСМ используют режим поперечного усреднения, без которого рельеф поверхности может выглядеть «гладким», а сама поверхность находится под наклоном. С другой же стороны, аппроксимация данных сканирования кривыми второго, третьего порядка или другими способами может радикально изменить получаемую топологию. Подбирая методы аппроксимации можно подобрать желаемый или ожидаемый результат, который, тем не менее, не имеет ничего общего с действительностью как и в случае полного отсутствия обработки. Этот пример, кроме всего прочего иллюстрирует один из признаков «плохого» скана: если каждый метод, используемый для интерпретации данных сканирования, показывает свою сильно отличную от других методов картину, то такой скан, с высокой долей вероятности, не удастся использовать.

Ещё одним важным моментом при сканировании является, правильны выбор области сканирования. Современные атомно-силовые микроскопы снабжаются средствами (как правило, оптические микроскопы), позволяющими осуществлять такой выбор. Всегда нужно следовать принципу выбора: от области (объекта) выбранной невооруженным глазом, к области, выбранной с увеличением, и далее к области сканирования АСМ. Нарушение этого базового принципа может привести к неверной интерпретации данных или вовсе невозможности сканирования.

Другой, менее очевидный факт, это измерение шероховатости поверхности. Во-первых, слишком большие величины шероховатости не могут быть измерены АСМ. Во-вторых, согласно ГОСТ 2789-73, она измеряется всегда на определенной базовой длине[3]. АСМ

обычно не позволяет измерять величину шероховатости на базовой длине достаточно длинной, чтобы об этом не упомянуть. Само по себе это не означает, что полученные данные неверны, но малая базовая длина может иметь большое значение. Например, для зернистого материала, скан, сделанный в пределах одного зерна, покажет микрошероховатость намного меньшей величины, чем профилометр, измеривший макрошероховатость в пределах не меньше десятка зёрен. Так же не следует забывать и о том, что иногда, чтобы адекватно отразить свойство поверхности (материала) необходимо провести базовую линию поверхности в определенном, а не произвольном направлении, а таком случае это нужно учесть предварительно при составлении плана измерений АСМ.

В целом можно сделать вывод о существовании множества нюансов при обработке данных сканирования методом АСМ. Указанные нюансы часто возникают при использовании АСМ для тонких плёнок дисульфида молибдена, требуется их учёт, для того чтобы получить достоверные данные и воспользоваться всеми выгодами этого метода микроскопии.

Литература

1. *Андреева Н. В., Габдуллин П. Г.* Физика и диагностика биомолекулярных систем. Исследования методами зондовой микроскопии: учеб. пособие / Н. В. Андреева, П. Г. Габдуллин. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 179 с.
2. *Миронов В. Л.* Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие для вузов / Миронов В. Л. ; РАН, Ин-т физики микроструктур. - М.: Техносфера, 2005. - 143 с.
3. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Введ. 1975-01-01. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. 7 с.