

**УДК 541.614**

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР**

М.С. ТОЧИЛОВА – магистрант, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, группа Рэм-119, E-mail: tochilova.m@mail.ru

Т.Н. ФРОЛОВА – научный руководитель, доц., к.ф-м.н., Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, E-mail: frolova@vlsu.ru

Нанотехнология — это технология манипулирования веществом на атомном и молекулярном уровне при с целью создания нано структур, нано устройств и материалов со специальными свойствами.

Особенность нанотехнологий заключается в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных масштабов. В этом диапазоне размеров «сырьем» являются отдельные атомы, молекулы, молекулярные системы.

### 1. Сканирующая зондовая микроскопия.

Сканирующая зондовая микроскопия — это совокупность методов определения локальных механических, электрических, магнитных и других свойств и формирования изображения поверхности различных веществ и материалов с помощью различных микрозондов.

В полиграфии она может использоваться для исследования микро- и наноструктуры поверхности запечатываемых материалов.

### 2. Сканирующая туннельная микроскопия.

Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ) — это один из методов зондовой микроскопии, в котором анализируют плотность состояний атомов поверхности с помощью измерения туннельного тока, возникающего при прикладывании разности потенциалов между кончиком иглы (зонда) и ближайшей точкой поверхности исследуемого материала (образца).

### 3. Атомно – силовая микроскопия.

Атомно-силовой микроскоп (АСМ) - сканирующий зондовый микроскоп высокого разрешения. Используется для определения рельефа поверхности с разрешением от десятков ангстрем вплоть до атомарного.

АСМ позволяет получать локальное изображение поверхности с очень высокой точностью (вплоть до ангстремов,  $1\text{Å} = 10^{-10}\text{м}$ ), что превышает точность СТМ. Это объясняется тем, что в АСМ нет ограничений на близость острия зонда (кантилевера) к исследуемой поверхности, так как АСМ применяют и для изучения материалов-диэлектриков, в которых токи не возникают. АСМ — сканирующий зондовый микроскоп высокого разрешения, основанный на взаимодействии кантилевера с поверхностью исследуемого образца.

#### 4. Магнитная силовая микроскопия.

Магнитная силовая микроскопия (МСМ) фактически является разновидностью атомно-силовой микроскопии (АСМ). По сути МСМ представляет собой АСМ, действующий в бесконтактном режиме. Отличие заключается в том, что кончик иглы кантилевера выполняется из магнитного материала или игла имеет ферромагнитное покрытие (обычно из кобальта). При этом кантилевер становится чувствительным к магнитной структуре образца. Регистрация изменения амплитуды или фазы колебаний кантилевера осуществляется за счет магнитного взаимодействия иглы с поверхностью образца. Разрешение в МСМ пока составляет около 10–50 нм.

#### 5. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) — полуколичественный спектроскопический метод исследования элементного состава, химического и электронного состояния атомов, на поверхности изучаемого материала. Он основан на явлении внешнего фотоэффекта.

#### 6. Ультрафиолетовая (электронная) спектроскопия.

Ультрафиолетовая (электронная) спектроскопия — раздел оптической спектроскопии, который включает получение, исследование и

применение спектров испускания, поглощения и отражения в ультрафиолетовой области.

Энергия фотонов ультрафиолетового и видимого диапазонов спектра достаточно высока (1,7—100 эВ или примерно от 100 до 730 нм), чтобы перевести электроны органических молекул из основного состояния в возбужденное — со связывающей на разрыхляющие орбитали. Разность энергий между этими состояниями квантована, поэтому молекулы поглощают фотоны только строго определенной энергии.

#### 7. Электронная Оже-спектметрия.

Оже-спектроскопия (ЭОС) — общий аналитический метод, используемый, в частности, в исследовании поверхности и, в области материаловедения. В основе спектроскопического метода лежит эффект Оже, который основан на анализе заполнения электроном вакансии, образованной на одной из внутренних электронных оболочек атома путём «выбивания» другого электрона рентгеновским излучением.

Наиболее распространенными методами зондовой микроскопии являются сканирующая туннельная микроскопия (СТМ) и атомно-силовая микроскопия (АСМ). Именно они в настоящее время наиболее широко используются в области исследования микро- и наноструктуры материалов и нанотехнологий, в том числе и запечатываемых материалов в полиграфии.