

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАНТИЛЕВЕРОВ ДЛЯ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Студентка гр. 113413 Е.А. Демянович,
член-кор. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф. Ю.М. Плескачевский
Белорусский национальный технический университет

Сканирующий зондовый микроскоп – это настольный прибор с компьютерным управлением. Прибор производит "ощупывание" объекта микрозондом. Это "ощупывание" можно производить как в вакууме, так и на воздухе и даже под водой. Можно исследовать самые разнообразные материалы: проводящие, диэлектрические, биологические. В качестве твердого зонда используются иглы, закрепленные на упругих балках (кантилеверах). Измерение угла наклона балки регистрируется с помощью чувствительного датчика.

Все методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) можно условно разбить на три группы:

- сканирующая туннельная микроскопия (СТМ);
- атомно-силовая микроскопия (АСМ);
- ближкопольная сканирующая оптическая микроскопия (БСОМ).

Исследование образца в АСМ возможно благодаря силам, возникающим между кантилевером и поверхностью. К ним относят: сила Ван-дер-Ваальса, капиллярная сила, сила упругого отталкивания, магнитная сила и электростатическая сила.

Производство кантилеверов основано на использовании двух материалов – кремния и нитрида кремния. Балки заданной и повторяемой толщины получают либо применением стоп-слоев (путем легирования кремния бором или фосфором на заданную глубину), либо напылением пленочных структур заданной толщины.

Основные параметры кантилеверов: жесткость, резонансная частота, добротность, радиус кривизны зонда, форма иглы, тип покрытия на поверхности иглы кантилевера. Геометрия кантилевера определяет важные механические свойства (в первую очередь жесткость и резонансную частоту), и варьируется в широких пределах.

Константа жесткости: $k = Ewt^3/(4L^3)$,

Резонансная частота: $\omega_0 = 1.029t(E/\rho)^{1/2}/l^2$,

где E – модуль Юнга материала кантилевера, w – ширина, t – толщина, L – длина прямоугольного кантилевера, ρ – плотность материала.

Для каждого метода СЗМ используют кантилеверы с различными параметрами. Например, балка для бесконтактного режима должна быть значительно жестче, чем для контактного АСМ, чтобы не происходило разрушения поверхности исследуемого образца.