

Атомно-силовая микроскопия мягких объектов с помощью нанокolloидного зонда

И. А. Няпшаев, А. В. Анкудинов

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 292-73-17, эл. почта: hokage@mail.ru

В последнее время наблюдается большой интерес к исследованиям с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) структуры и механических свойств биообъектов: клеток, органелл, клеточных мембран, белков, ДНК [1, 2]. Главным элементом АСМ является кремниевый зонд — кантилевер, на котором обычно зафиксирована конусообразная кремниевая микроигла с радиусом закругления кончика 10-20 нм [3]. Стандартный, слишком острый зонд может, однако, разрушить такой нежный биообъект как живая клетка, что создает проблемы в измерениях [4; 5]. С этим можно бороться, если использовать затупленный зонд, например, с прикрепленным шариком достаточно большого диаметра (так называемый микро- или нанокolloидный зонд). Важно при этом точно знать геометрию кончика зонда, чтобы проводить количественные исследования наномеханических свойств мягкого материала живой клетки.

В данной работе демонстрируется простая и надежная техника фиксации калиброванной по диаметру наносферы из SiO₂ на самый кончик зонда (техника легко адаптируется и для наносфер из других материалов). На текущий момент мы можем гарантировать надежное закрепление наносферы диаметром 250 нм и более. Аналогичные зонды с калиброванными сферами, которые используют другие исследователи, имеют диаметр в микронном диапазоне, см., например, работу [6] и ссылки в ней. С помощью нанокolloидных зондов проведены исследования рельефа и локального модуля Юнга мягких образцов: живой клетки HeLa и пленки поликарбоната. Полученные результаты согласуются с данными других исследователей [2]. Представляются также результаты «краш-тестов» изготовленных нанокolloидных зондов.

Литература

1. A. Alessandrini and P. Facci, AFM: a versatile tool in biophysics, *Meas. Sci. Technol.*, 16 (2005) R65–R92
2. A. Gigler, M. Holzwarth and O. Marti, Local nanomechanical properties of HeLa-cell Surfaces, *Journal of Physics: Conference Series* 61 (2007) 780–784
3. В. Л. Миронов, Основы сканирующей зондовой микроскопии, ИФМ РАН, Нижний Новгород, 2004г.
4. B. Michael, G. O’Hagan, P. Doyleb, J. M. Allena, K. Suttona, G. McKerr, The effects of atomic force microscopy upon nominated living cells, *Ultramicroscopy* 102 (2004) 1–5
5. Bukharaev A. A. , Mozhanova A. A. , Nurgazizov N. I. , Ovchinnikov D. V. , Measuring Local Elastic Properties of Cell Surfaces and Soft Materials in Liquid by Atomic Force Microscopy, *Phys. Low-Dim. Struc.* V. 3/4. P. 31-38 (2003)
6. Д. В. Лебедев, А. П. Чукланов, А. А. Бухараев, О. С. Дружинина, Измерение модуля Юнга биологических объектов в жидкой среде с помощью специального зонда атомно-силового микроскопа, *Письма в ЖТФ*, т. 34, 8 (2009).