

НАНОТРИБОЛОГИЯ

(Nanotribology)

«Ты слишком долго не затачивал лезвия, – спокойно объяснил Эрнадо, снова щелкая кнопкой. – Твой меч успел затупиться от трения о воздух. Толщина клинка стала равняться трем-четырем атомам...».

С. Лукьяненко. «Принцесса стоит смерти»

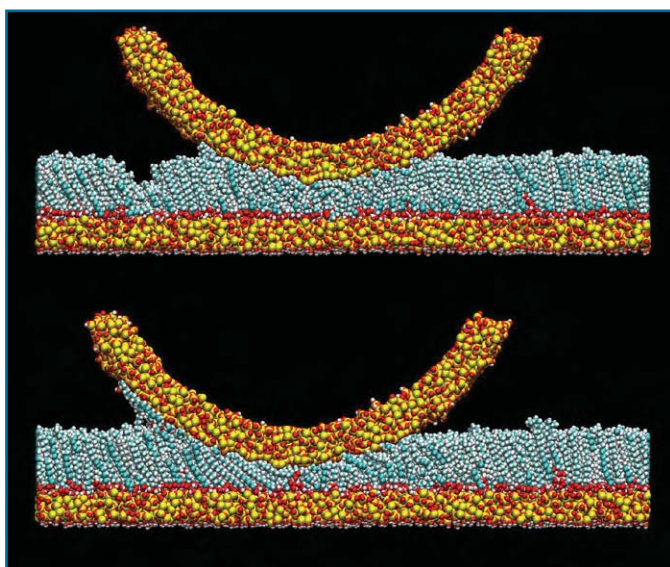


Рис. 1. Острие SiO_2 с радиусом 10 нм в контакте с самособирающимся монослоем алкилсиланов на подложке SiO_2 . Показаны деформация и разрушение слоя при контакте с острием. Источник: Chandross M., Lorenz C.D., Grest G.S., Stevens M.J., Webb E.B. Nanotribology of Anti-Friction Coatings in MEMS // J. Minerals, Metals, and Materials (JOM). 2005. Vol. 57. P. 55.

Известно, что на микро- и наноуровне поверхностные силы доминируют над объемными. Более того, ввиду малой массы микро- и наномеханические элементы различных систем обладают малой инерцией, что выражается в высоких динамических характеристиках (скорости отклика) и высокой рабочей частоте собственных колебаний. В связи с этим при разработке микромеханических устройств большое значение следует уделять трению и износу движущихся частей,

так как это приводит как к энергетическим потерям и снижению общего КПД, так и к уменьшению срока их службы. Задача нанотрибологии заключается в объяснении и моделировании трения в атомарном масштабе. В отличие от микротрибологии, использующей представления и терминологию теории сплошных сред, в данном случае на первый план выступают более фундаментальные понятия, основанные на взаимодействиях отдельных атомов.

Во многих моделях, описывающих процессы трения на микроуровне, рассматривают взаимодействие выступа с некоторой поверхностью. В связи с этим, основным экспериментальным методом микротрибологии стала сканирующая зондовая микроскопия (соответствующая методика носит название «метода латеральных сил»). Острие зонда позволяет «почувствовать» трение на чрезвычайно малой контактной площадке, состоящей из одного или нескольких атомов. Одной из основных особенностей нанотрибологии является эффект прилипания–скольжения, заключающийся в неравномерности движения одной поверхности относительно другой. В некоторый момент выступы поверхностей слипаются в результате адгезии или капиллярных сил, и для их последующего отрыва необходима преобладающая сила. Эффект прилипания–скольжения существенно зависит от скорости движения. Так, при достижении некоторой критической скорости скольжения эффект пропадает, и сила трения становится регулярной. При этом выяснилось, что физические процессы в трибоконтактах значительно богаче и разнообразнее, чем можно было бы предполагать, и включают множество принципиально новых явлений..

Литература:

1. Дедков Г.В. Успехи физических наук. 2000. № 170. С. 585–618.
2. <http://www.pacificnano.com/nanotribology.html>