

**Исследование трибологических поверхностей МЭМС  
в слое жидкости методом АСМ**

Кузнецова Т.А., Чижик С.А., Тарендь М.В.  
Белорусский национальный технический университет

Из-за адсорбции влаги и высокой роли поверхностных сил при функционировании микросистемной техники процессы трения и износа и МЭМС имеют свои особенности. При разработке МЭМС чрезвычайную важность представляют экспериментальные исследования процессов трения в присутствии жидкости.

Проведение химических процессов в микро- и наномасштабе дает ряд преимуществ, недостижимых в случае использования макросистем: оперирование с количествами жидкостей в границах от нано- до миллилитра, ускорение прохождения реакций, ограниченных диффузией веществ, снижение стоимости работ и количества отходов, повышение безопасности при работе с вредными веществами и т.д. Прибором, в котором можно экспериментально смоделировать трибоконтакт МЭМС является атомно-силовая микроскопия (АСМ). Материалом исследований являлись поверхности кремниевого акселерометра производства НИИ радиоматериалов.

Целью данной работы являлось получение АСМ-изображений поверхности образцов и определение параметров трибологического контакта в присутствии жидкости на примере поверхностей кремниевого акселерометра.

В результате проведенной работы показаны возможности метода АСМ при определении параметров «жидкостного» трибологического контакта реального изделия МЭМС. Определены значения нормальных нагрузок, сил трения и значения коэффициентов трения при изменяющихся скоростях и силах взаимодействия индентора АСМ и поверхностей акселерометра при погружении зонда АСМ в каплю жидкости: Получены изображения поверхности кремния и поверхности металлизации алюминием при погружении зонда с поверхностью в жидкостную ячейку. Определены значения коэффициентов и сил трения при перемещении зонда в жидкой среде.

В целом, в «жидкостном» контакте в капле  $K_{тр}$  значительно выше, чем в «сухом» из-за возникновения жидкостных мостиков, удерживающих зонд у поверхности и составляет у эпитаксиального поликремния 0,3 – 0,4, у металлизации Al 0,14 – 0,31, у Si 0,29 – 1,38. Силы трения на поверхности эпитаксиального Si  $3,6 \cdot 10^{-7}$  –  $6,7 \cdot 10^{-7}$  Н, на поверхности металлизации Al  $2 \cdot 10^{-7}$  –  $4,2 \cdot 10^{-7}$  Н, на поверхности Si  $4,3 \cdot 10^{-7}$  –  $1,52 \cdot 10^{-6}$  Н.