

# КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ФРИКЦИОННОГО КОНТАКТА СТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**А.В. Баранов, А.Н. Пономарева, С.В. Тарасевич**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул, Россия

При исследовании фрикционного контакта стальных поверхностей, с целью изучения физики процессов, в последнее время все более часто применяются различные методы неразрушающего текущего контроля. Использование прямых методов исследования контактных процессов непосредственно при трении за редким исключением невозможно. Применение комплексного исследования, основанного на одновременном использовании различных косвенных методов, позволяет более полно проникнуть в природу процесса в данный момент времени и проследить кинетику фрикционных явлений.

Созданная для этих целей установка (рис. 1) позволяет исследовать торцевые пары трения (рис. 2) при скольжении в широком диапазоне скоростей и нагрузок. В процессе трения кроме интегрального значения сил трения  $F$  фиксируются средний уровень сигналов ультразвукового акустического излучения (АИ)  $A$ , его спектральный состав и слаботочное переходное электросопротивление  $R$ .

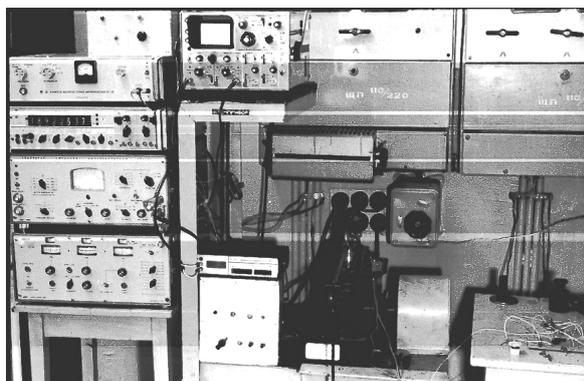


Рисунок 1 – Машина трения

Метод акустической эмиссии реализован в диапазоне свыше 30кГц с целью исключения влияния технологических шумов от работы оборудования машины трения. Источником эмиссии в данном диапазоне являются фрикционные реакции микроконтактов, генерирующие деформационные волны. Они воспринимаются пьезодатчиком и после обработки сигнала фиксируются пишущим и лучевым осциллографом.



Рисунок 2 – Образцы для испытаний

Особенностью применяемого метода исследований переходного электросопротивления является то, что падение напряжения на исследуемом контакте не превышает 25 мкВ. Достигнуто это применением специальных усилительных электрических схем с большим входным сопротивлением на МОП операционных микросхемах. Известно, что тонкопленочные структуры толщиной менее 1 мкм, благодаря туннельному эффекту, хорошо проводят электрически ток, независимо от того, является материал проводником или диэлектриком. Кроме того, относительно большие токи, применяемые многими исследователями для повышения чувствительности оборудования, резко понижают сопротивление, разрушая тонкие граничные слои, и сильно влияют на фрикционные характеристики контакта.

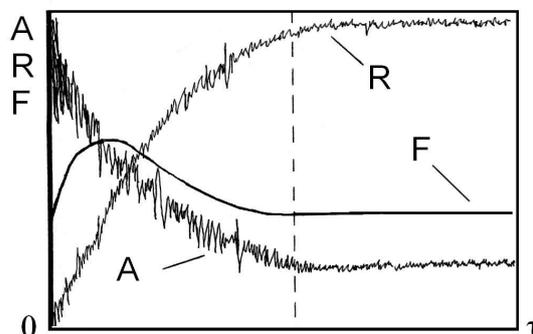


Рисунок 3 – Кинетика процесса приработки

На рис. 3 представлена типичная картина кинетики приработки пары сталь-сталь при смазке пластичным смазочным материалом

Литол 24. Полученные результаты выглядят следующим образом.

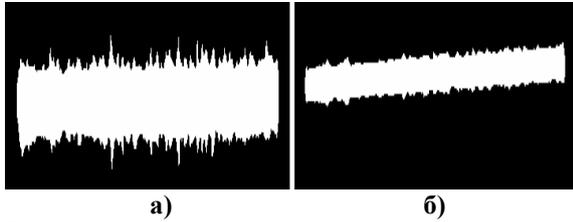


Рисунок 4 – осциллограммы сигналов АИ: а – при приработке, б – при стационарной работе (длительность развертки 2 мс)

На рис. 3 можно выделить две области: левую - приработочную, правую – область установившегося трения. В нестационарной области силы трения слегка растут до установления теплового баланса и формирования третьего тела, затем постепенно снижаются до равновесного значения, достигая значения коэффициента трения около 0,09. Средняя амплитуда акустических сигналов вначале максимальна и скачкообразна (рис. 4, а), но в процессе приработки постепенно снижается

как в целом, так и уменьшается разброс мгновенных значений (рис. 4, б).

Электросопротивление в контакте при приработке быстро растет до значений, не свойственных контакту чистых поверхностей, достигая величины порядка 100 Ом. Заметим, что при больших токах электрических контактов благородных металлов электросопротивление обычно падает до значений порядка  $10^{-3}$  Ом. В нашем случае всплески импульсов АИ соответствуют резким импульсам уменьшения переходного сопротивления. Полученные данные можно интерпретировать следующим образом.

По мере приработки металлов пластическая деформация микроконтактов предполагает наличие ювенильных контактов с резкими выбросами акустической энергии и снижением контактного сопротивления. По мере формирования граничного слоя процесс стабилизируется на низком значении АИ. При этом сильно растет электросопротивление, показывающее, что граничные слои не электропроводны. В имеющихся условиях такими слоями могут быть только окислы металла, то есть реализуется окислительный процесс трения и изнашивания.