

шень – цилиндр, завышенные в среднем на 0,004 мм. Это ухудшает энергетические показатели компрессора. Кроме того, при завышенных зазорах в сопряжениях снижаются сроки службы компрессоров. Другая часть компрессоров будет иметь зазоры, заниженные на 0,003 мм. При заниженных зазорах энергетические показатели компрессора будут выше, но в этих случаях увеличивается шум.

Резюме. Проведенный анализ точности сопряжения поршень – цилиндр показал, что для улучшения качества данного соединения необходимо уменьшить погрешности формы.

УДК 621.79:534-8

С.С. Костюкович, канд.техн.наук,
В.Л. Соломахо, В.В. Сосидко

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ИХ АБРАЗИВНОМ ИЗНАШИВАНИИ

Как известно, в случае относительного перемещения двух тел, при наличии между ними абразивной прослойки в тонком поверхностном слое элементов пары трения в результате большого числа высокотемпературных очагов генерируется тепло, которое распространяется от мест контакта вглубь обоих тел. Основными источниками теплоты в этом случае является работа деформирования поверхностей, а также работа сил внешнего трения при взаимодействии абразивных частиц и материала связки с трущимися поверхностями.

С введением ультразвуковых колебаний (УЗК) между трущимися поверхностями существуют смещения конечной величины, которые приводят к сильному локальному нагреву поверхностей, проявляющемуся при различном акустическом сопротивлении материалов пары трения. Кроме того, при распространении УЗК их интенсивность уменьшается с увеличением расстояния от источника излучения согласно закону $A = A_0 e^{-\alpha X}$, где A_0 – амплитуда колебаний в начальной точке ($X=0$); A – амплитуда колебаний в точке X ; α – коэффициент поглощения.

Это уменьшение обусловлено потерями акустической энергии на внутреннее трение в среде и зависит от физических свойств вещества, в котором распространяются ультразвуковые волны, а также от внешних условий. Таким образом, при ультразвуковом воздействии значение температуры, возникающей в

зоне трения, определяется работой сил трения и энергией поглощения ультразвука в материалах пары.

На рис.1,а показана зависимость температуры в зоне трения от продолжительности скольжения с наложением УЗК частотой 22 кГц и амплитудой 10 мкм и без них ($p=0,3$ МПа, $v=0,6$ м/с, материал пары трения сталь 45 – сталь 45, абразив – карбид бора, $z = 16$ мкм). Установлено, что УЗК вызывают повышение температуры в зоне контакта, причем вначале ее значение резко возрастает, а по мере роста продолжительности скольжения стабилизируется, что связано с достижением положения равновесия между количеством тепла, возникающего и отдаваемого в окружающую среду.

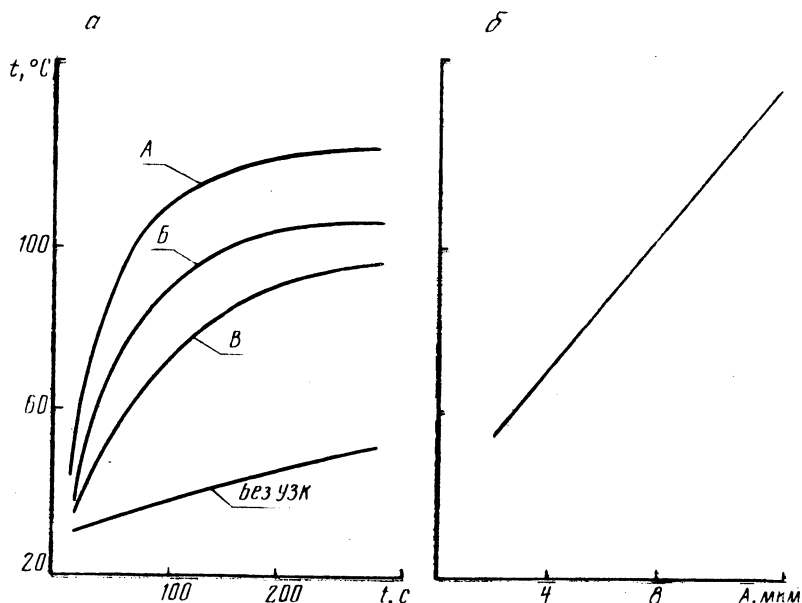


Рис. 1. Зависимость температуры в зоне трения от продолжительности скольжения с наложением УЗК и без них (А, Б, В) (а) и от амплитуды ультразвуковых колебаний (б).

Наибольшее влияние на температуру оказывает ультразвук с введением колебаний перпендикулярно поверхности контакта (схема А; 118°C), меньшее – при направлении колебаний параллельно поверхности контакта и перпендикулярно силе трения (схема Б; 105°C); еще меньшее – при их поляризации параллельно силе и поверхности контакта (схема В; 94°C). Доминирующее влияние на повышение температуры в зоне контакта оказывают амплитуда колебаний (рис. 1,б) и акустические свойства озвучиваемого материала пары.

Повышение температуры в зоне контакта оказывает влияние на протекание процесса трения и изнашивания. Для выяснения влияния изменения температуры на износ поверхностей были проведены исследования по следующей методике. В обычных условиях скольжения с помощью электрического нагревательного элемента, установленного на инденторе, и системы автоматического поддержания температуры в зоне контакта создавалось тепловое поле, величина которого фиксировалась термопарой. При различной температуре определялись величины износа поверхностей.

Из анализа зависимости (рис.2) следует, что с повышением температуры в зоне контакта износ поверхностей возрастает, при этом можно выделить три характерных участка. В диапазоне от 20 до 50°C влияние температуры в зоне на износ незначительно. С увеличением ее значения до 90°C износ поверхности резко возрастает, после чего величина съема металла по мере дальнейшего увеличения температуры практически остается постоянной.

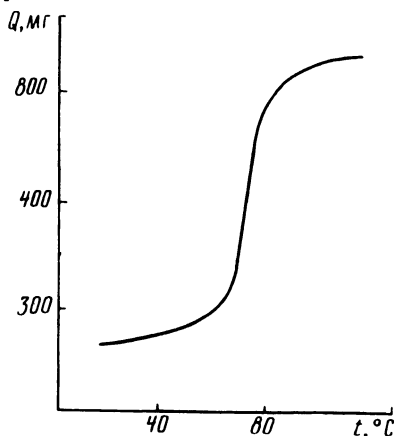


Рис. 2. Зависимость величины съема металла от температуры в зоне контакта.

Наличие этих участков объясняется следующими причинами. В используемую в исследованиях абразивную пасту в качестве материала связки входят стеариновая и парафиновая кислоты. Это при 60°C обуславливает высокую консистенцию пасты, ограничивает подвижность абразивных частиц и затрудняет их смену в зоне трения. С повышением температуры вязкость связки уменьшается, и возрастают подвижность абразивных частиц и износ поверхностей. В диапазоне температур от 50 до 90°C происходит расплавление вещества связки, что резко увеличивает подвижность абразивных зерен. В результате этого интенсивно возрастает износ. Дальнейшее повышение температуры до 120°C не оказывает существенного влияния на вещество связки, чем объясняется относительная стабилизация процесса износа.

Резюме. Ультразвуковые колебания приводят к повышению температуры в зоне трения. В результате уменьшается консистенция вещества связки, увеличивается активность абразивных частиц, что в совокупности вызывает возрастание износа трущихся поверхностей.