

ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ НА РАБОТУ УЗЛОВ ТРЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

В. С. Покко, Е. А. Голубятников

Подшипники скольжения широко применяются в узлах трения радиоэлектронной аппаратуры, так как по сравнению с подшипниками качения они обладают рядом преимуществ, главные из которых — бесшумность в работе и малые габариты.

Однако если вопрос установившейся работы в условиях образования гидродинамического клина в подшипниках достаточно хорошо изучен теоретически и экспериментально, то этого нельзя сказать о начальной стадии работы подшипника, когда скорость вала недостаточна для образования гидродинамического клина, а толщина масляного слоя мала. Этот участок принято называть участком граничного трения. Величина толщины масляного слоя зависит от материалов трущейся пары и смазочной способности масла. Большинство узлов трения в радиоэлектронной аппаратуре работают в этой зоне.

Чтобы определить начальную толщину масляной пленки на соприкасающихся поверхностях, необходим большой экспериментальный материал, накопленный в условиях статистического нагружения, а в дальнейшем на реальном подшипнике. Для этого требуется специальная аппаратура, позволяющая измерять линейные перемещения порядка 10^{-6} — 10^{-5} см с одновременным созданием и измерением силы, прикладываемой к изучаемой паре с прослойкой масла.

Предлагаемый метод измерения толщины тонких масляных пленок основан на определении остаточной толщины граничного слоя масла между двумя металлическими поверхностями.

В качестве изучаемой пары приняты две кольцевые пластины, одна из которых неподвижна, а другая имеет возможность параллельно перемещаться за счет специальных мембран, исключающих трение, вторая пластина связана с устройством для измерения перемещения. Обе пластины помещены в специальную ванну, заполняемую исследуемым маслом (рис. 1).

Кольцевые пластины выбраны с целью использования центрального отверстия для пропуска штока измерителя перемещений. Специальное лабиринтное уплотнение не дает возможности маслу попадать к месту контакта штока измерителя перемещений и верхней подвижной пластины и тем самым исказить результаты эксперимента.

Для измерения был применен емкостный датчик с изменяющейся площадью пластин, имеющих линейную зависимость емкости от перемещения [1, 2]. Изменение емкости, соответствующее перемещению, измерялось методом биений (рис. 2).

Тарировка измерителя перемещений показала, что изменению частоты на 1 гц, что легко поддается измерению, соответствует перемещение подвижного электрода датчика на $1,33 \cdot 10^{-6}$ см. При этом разброс точек не превышает 4%.

Определяя толщину масляной пленки при статическом нагружении двух кольцевых пластин, устанавливали зависимость толщины масляной пленки от приложенной силы для нескольких контактирующих пар одной частоты поверхности. На масляный слой создавалось давление от 15 до 1000 кг/см². Эксперимент проводился при температуре $20 \pm 5^\circ$ С.

Для учета влияния упругой деформации измерение проводилось в два этапа.

1. При отсутствии масла. Одновременно производится учет упругой деформации кольцевых пластин и зоны контакта.

2. С маслом в зазоре. Учитывалась деформация масляной пленки, а также упругая деформация контактирующих пар.

В результате эксперимента можно сделать вывод, что зависимость между сближением и силой сжатия без масла первоначально имеет нелинейный характер, связанный с зоной контакта двух тел.

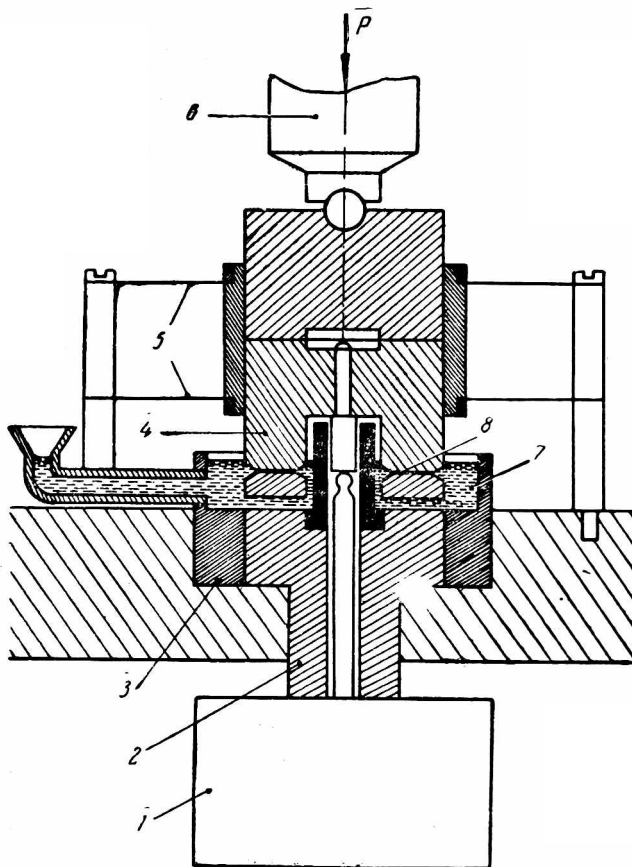


Рис. 1. Схема установки для исследования граничных масляных пленок:

1 — емкостной датчик; 2 — нижняя кольцевая плита; 3 — уплотнение; 4 — верхняя подвижная кольцевая плита; 5 — упругие мембраны; 6 — нагружающее устройство; 7 — исследуемое масло; 8 — исследуемая масляная пленка.

Величина нелинейного участка будет тем больше, чем ниже класс чистоты сопрягаемых поверхностей и число первоначальных обжимов. Сближение при малых нагрузках растет очень быстро, затем рост замедляется. Это объясняется тем, что вначале деформируются отдельные наиболее высокие выступы, а при сближении число контактирующих выступов резко возрастает; для их деформации требуются все более значительные нагрузки.

Все зависимости сближения от величины силы для кольцевых пластин были получены после многократного обжима, проводимого до тех пор, пока разброс точек при повторении эксперимента не уменьшался до пределов ошибки датчика перемещений.

Исследовались масла разной вязкости:
 индустриальная 20° ВУ 2,6—3,3; АК-20 (автол 10); °ВУ 8-10;
 касторовое °ВУ 16-18.

Были получены следующие абсолютные значения толщины остаточной масляной пленки для исследуемых пар (чистота рабочих поверхностей 10—12 класса):

Сталь ШХ15А (термообработанная)	Сталь ШХ15А (термообработанная)	0,4—0,6 мк
то же	— сталь 12ХНЗА	0,4—0,7 мк
” ”	— латунь ЛС59-1	0,8—1,1 мк
” ”	— дюралюминий Д16Т	1,7—2,2 мк

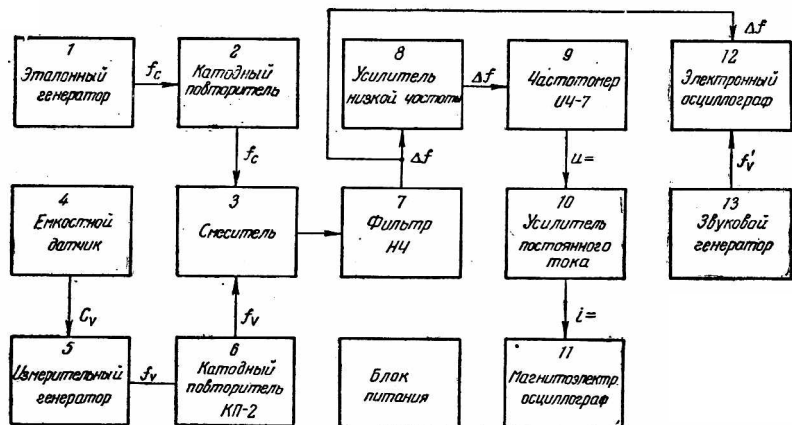


Рис. 2. Блок-схема прибора для измерения малых линейных перемещений.

Анализируя зависимость толщины граничной масляной пленки при удельных давлениях 15—1000 кг/см² для исследуемых масел и пар металлов, можно отметить, что вязкость масел на выжимаемость масляной пленки оказывает небольшое влияние. На толщину граничной пленки влияет в основном контактная разность потенциалов работы выхода электрона материалов вала и вкладыша.

Контактная разность потенциалов замерялась в относительных единицах на электроскопе [3].

Механизм образования пристенной масляной пленки, вероятно, объясняется ориентацией молекул в электрическом поле, возникающем в результате контактной разности потенциалов 0,25—0,5 в в пленке толщиной 0,8—3 мк и, следовательно, имеющем напряженность до 5000 в/см. Несмотря на то, что начальная толщина масляной пленки в условиях статического нагружения уже является важным параметром, требуется продолжение работы, чтобы установить толщину масляной пленки в реально работающем подшипнике при условии граничного трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Покко. Емкостной датчик с линейной характеристикой. «Заводская лаборатория», т. XXVI, № 1, 1961.
2. В. С. Покко. Измерение и запись непрерывных перемещений при помощи емкостного датчика и магнитоэлектрического осциллографа. Труды ХПИ им. В. И. Ленина, т. XVII, вып. 3, серия «Машиностроение», 1963.
3. Б. М. Царев. Контактная разность потенциалов. Гостехтеориздат, 1949.
4. Г. И. Фукс. Метод исследования механических свойств тонких слоев жидкости в зазорах между твердыми телами. «Заводская лаборатория», 1955, № 12.