

# СЕКЦИЯ МЕХАНИКИ

УДК 621.891

## ОСОБЕННОСТИ ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАР ТРЕНИЯ ТИПА “ВАЛ-ВТУЛКА”

*Акулич Я.А.*

БПИ

В последнее время в технике большое внимание уделяется повышению надежности соединений деталей машин и механизмов. От их стабильной работы, в большинстве случаев зависит надежность и долговечность самой машины. Правильно сконструированные и испытанные узлы трения позволяют повысить производительность механизма в целом, сократить затраты энергии, труда и дорогостоящих материалов, что в последнее время в условиях экономии энергоносителей и бережного отношения к материалам, приобретает первостепенное значение.

Представляет интерес исследование пар трения типа “вал-втулка”, так как заедание и изнашивание в данных соединениях во многих случаях регламентируют работоспособность механизмов, приводят к дополнительным нагрузкам на его элементы.

Были исследованы пары трения “вал-втулка” с различными радиальными зазорами, величина которых составляла 0,1 мм, 0,05 мм и 0,01 мм. В качестве материалов для втулок были выбраны: бронза оловянная ОЦС-5-5-5 и чугун СЧ25. Валы были изготовлены из стали 40Х. Данные материалы нашли широкое применение в уплотнительных устройствах, подшипниках скольжения и других узлах трения машин [1].

Для испытания пар трения использовалась машина трения 2070 СМТ-1. Исследуемая пара трения была помещена в испытательную камеру данной машины. Испытательная камера заполнялась маслом индустриальным марки И-40А. Экспериментальные исследования проводились при постоянной частоте  $n$  вращения вала, равной  $500 \text{ min}^{-1}$ . Нагружение пары трения производилось последовательно, путем увеличения нагрузки на 500Н после каждого испытания. Время одного испытания составляло 10 минут.

Испытания данных соединений проводились с целью оценки работоспособности и отработки конструкции узлов. Было исследовано влияние на схватывание и изнашивание таких режимов работы, как нагрузка и температура в зоне трения, а

также влияние конструктивных особенностей пар трения, выраженных в различии радиальных зазоров фрикционных пар.

Исследования показали, что втулки изготовленные из оловянной бронзы более восприимчивы к нагрузкам, действующим на пару трения. Уже при нагрузке на трущуюся пару, достигающей 3000Н, при скорости скольжения 0,9 м/с, происходили процессы схватывания, а также можно было наблюдать явления адгезии бронзы на поверхность стального вала. Дальнейшее повышение нагрузки до значения 3500Н при постоянной скорости скольжения 0,9 м/с, приводило к скачкообразному повышению момента трения, что делало невозможным дальнейшее испытание, так как происходило заклинивание и срабатывал механизм защиты машины трения.

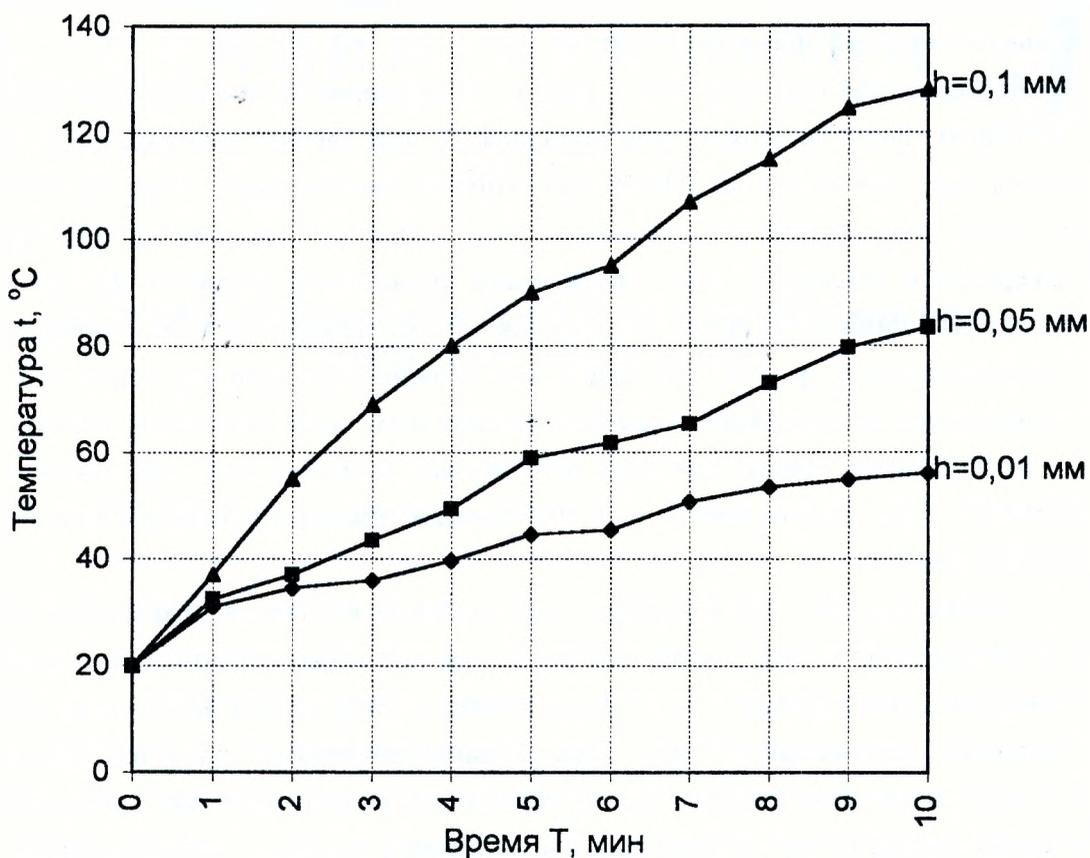
Коэффициент трения для всех испытанных фрикционных пар находился в пределах 0,1-0,16, что говорит о том, что процесс трения происходит в условиях граничной смазки.

Лучшие нагрузочные характеристики показали втулки изготовленные из чугуна СЧ25. Явление адгезии материала втулки на вал, можно было наблюдать когда значение приложенной нагрузки на испытываемую пару трения было равно 4500Н, при скорости скольжения 0,9 м/с. При меньших значениях нагрузки процессов схватывания и явления адгезии не наблюдалось. Последующее исследование поверхностей трения втулок с помощью профилометра показало, что происходит намазывание бронзы на поверхность стального вала с образованием наростов. На втулках, материалом которых являлся чугун СЧ25, это явление было менее выражено.

Следует отметить, что независимо от материала втулки, пары трения с меньшим зазором между валом и втулкой ( $h=0,01\text{мм}$ ) показали лучшие нагрузочные характеристики в сравнении с узлами трения, имеющими большие зазоры ( $h=0,1\text{мм}$ ).

Также были получены данные по динамике изменения температуры в зоне трения. Для контроля температуры, в зоне трения была установлена термопара. Так, при нагрузках до 2000Н, повышение температуры в зоне трения было незначительно (на 2-5 °С за время испытания). Так, например, при нагрузке в 1500Н, температура повышалась с 20 °С в начале испытания, до 24 °С при его завершении. Однако, при дальнейшем повышении нагрузки наблюдалось более резкое повышение температуры в зоне трения (на 25-50 °С и более за время испытания) (рис.1).

Таким образом, проведенные исследования позволили определить влияние нагрузок прикладываемых к паре трения “вал-втулка”, на изменение нагрузочных характеристик испытываемых узлов. Были выявлены температурные зависимости, отражающие изменение температуры при испытании пар трения с разными радиальными зазорами. Очевидно существует необходимость, в проведении дальнейших исследований, направленных на подбор материала втулки, выбор оптимальных режимов работы пары трения и разработку оптимальной конструкции узла трения.



**Рис.1.** Зависимость температуры  $t$  в зоне трения от времени испытания  $T$ . Материалы пары трения чугун СЧ25 - сталь 40Х, нагрузка  $N=3500\text{Н}$ , скорость скольжения  $v=0,9\text{ м/с}$ ,  $h_1, h_2, h_3$ -зазоры между валом и втулкой

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трение изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х кн./ под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. - М.: Машиностроение, 1978. Т.1. 400 с.

УДК 620.179.16

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЭХОТОМОСКОПА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАР ТРЕНИЯ ТИПА "ВАЛ-ВТУЛКА"

*Акулич Я.А., Гладьшук В.Б.*

БПИ

На протяжении многих лет проблема надежности и долговечности машин не теряет своей актуальности. Важное место в исследованиях, направленных на обеспечение надежного функционирования механизмов занимают работы, посвященные усовершенствованию методов и средств технической диагностики и непрерывного