

**Проблемы трения и изнашивания, республиканский
межведомственный научно-технический сборник, №26, Київ,
Техніка, 1984, с.19-22**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРЕНИЯ
И ИЗНАШИВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

УДК 622.75.539

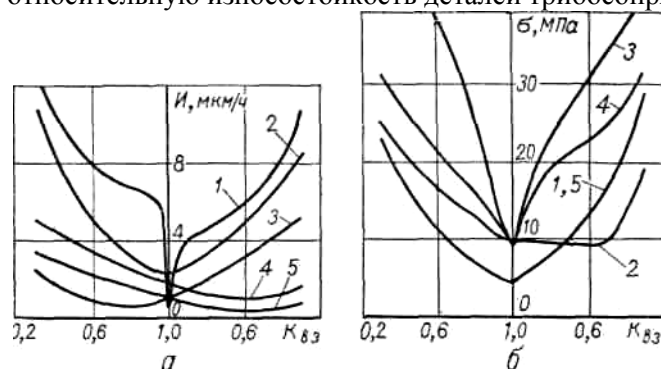
А. Я ШЕПЕЛЬ, канд. техн. наук, С. В. КАДОМСКИЙ

**ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЗАИМНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ
НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕДНЫХ СПЛАВОВ**

Большое влияние на ресурс работы агрегатов топливной аппаратуры оказывает их правильное конструктивное выполнение. При этом необходимо так выбирать геометрические соотношения в деталях узлов, чтобы в трущихся сопряжениях реализовывались наиболее оптимальные температуры в зоне контакта и градиент температур в поверхностном слое.

Одной из важных геометрических характеристик прецизионных пар, непосредственно влияющих на тепловые процессы в зоне трения, является коэффициент взаимного перекрытия $K_{вз}$. Экспериментальные исследования показали [5], что этот коэффициент является не менее важным фактором, чем тепловая интенсивность источника, и должен учитываться при оценке фрикционных свойств и износостойкости материалов наряду с другими определяющими факторами. При прочих

равных условиях, большой коэффициент $K_{вз}$ приводит к росту общей температуры материала и падению температурного градиента. Кроме того, он не только изменяет теплонапряженность узла трения, но и оказывает влияние на распределение теплового потока в трущихся сопряжениях, который, как показано в работе [1], существенно изменяет относительную износостойкость деталей трибосопряжения.



Графики зависимостей износостойкости I и предельного напряжения схватывания σ от коэффициента $K_{вз}$ для бронз БрА10ЖЗМц1,5 (1), БрО5Ц5С5 (2), БрО10Ф1 (3), БрО10С10 (4), БрБ2 (5).

Влияние коэффициента $K_{вз}$ на износостойкость подшипниковых материалов исследовалось на приборе трения КИИГА-2, имитирующем пару трения торцевого типа при односторонней кинематике движения. Контактные напряжения при этом оставались постоянными и равными 4 МПа. Исследования проводились в среде топлива РТ.

В результате исследования было установлено, что изменение температуры среды $T_{ср}$ в зависимости от коэффициента $K_{вз}$ можно представить уравнением

$$T_{ср} = T_0 + \Delta T, \Delta T = (T_{\max} - T_0) e^{[a(1-K_{вз})]},$$

где T_0 — начальная температура системы; ΔT — прирост температуры среды во время работы; T_{\max} — температура среды при $K_{вз} = 1$; a — коэффициент, зависящий от свойств материала. Причем, изменяя коэффициент $K_{вз}$ одного из образцов для сочетания материалов с одинаковыми теплофизическими свойствами, можно перераспределять тепловые потоки. При этом теплонапряженность образца с постоянной площадью трения изменяется в большей степени, чем с переменной. Для пар трения, выполненных из разных материалов, на распределение тепловых потоков оказывают влияние их теплофизические свойства.

Из анализа результатов эксперимента видно (см. рисунок), что материалы с меньшей теплопроводностью характеризуются лучшей износостойкостью в обратных парах трения (БрО10Ф1); для прямых пар эта взаимосвязь несущественна.

Износостойкость стали определяется градиентом температур в поверхностном слое и по мере его увеличения уменьшается. При работе стали в паре с подшипниковым материалом, обладающим большей прочностью и меньшей теплопроводностью, увеличение износа при увеличении коэффициента $K_{вз}$ наибольшее.

Подшипниковые материалы с меньшей теплопроводностью изнашивают сталь больше, что объясняется более высоким градиентом температуры в поверхностном слое антифрикционного сплава, а следовательно, меньшей толщиной его разупрочнения.

Коэффициент $K_{вз}$ влияет не только на теплоотвод в поверхностном слое, но и на условия граничного трения, что приводит к улучшению доступа смазочной среды к работающим поверхностям, существенно влияя на процесс протекания избирательного переноса, который является неотъемлемой частью трибологических процессов в зоне трения [4].

В настоящей работе было установлено, что избирательный перенос проявляется как на прямых, так и на обратных парах для всех испытанных бронз. При $K_{вз} = 1$ эффективность избирательного переноса увеличивается. Это объясняется увеличением концентрации продуктов изнашивания, а следовательно, и ионов меди в зоне контактирования [2]. Увеличение температуры приводит к ускорению трибокаталитических реакций и диффузионных процессов в поверхностном слое [3], улучшающих диффузию меди из антифрикционного материала.

Наибольшее влияние коэффициент $K_{вз}$ оказывает на алюминийево-железные бронзы. Для этих бронз характерным является повышение температуры, износостойкости и уменьшение коэффициента трения. Это объясняется тем, что избирательный перенос неустойчив при трении сплавов с большим содержанием легирующих элементов и сервовитная пленка меди, хотя и образуется во всем диапазоне изменения коэффициента $K_{вз}$, не обладает ярко выраженными служебными свойствами.

Для большинства машин и механизмов требование повышенной износостойкости, минимального коэффициента трения и температуры среды является недостаточным. При изменении режимов работы, а следовательно, и смазки конструкций трущихся узлов могут возникать условия, способствующие появлению недопустимых видов изнашивания – схватывания, задира, заедания. Одним из конструктивных параметров, изменяющих режимы смазки, теплоотвода, а следовательно, оказывающих большое влияние на противозадирную стойкость, является коэффициент $K_{вз}$.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на уменьшение коэффициента $K_{вз}$, предельно допустимые напряжения в зоне контакта увеличиваются (см. рисунок, б), а зависимость нагрузки схватывания от коэффициента $K_{вз}$ имеет экстремальные значения в диапазоне $K_{вз} = 0,7...0,8$. Предельные режимы работоспособности прямых пар трения несколько ниже, чем обратных, при одном и том

же коэффициенте $K_{вз}$. Для бронз, обладающих наихудшими прочностными свойствами (BrO5Ц5С5), этот эффект наиболее заметен.

При уменьшении коэффициента $K_{вз}$ тепловая интенсивность источника уменьшается и схватывание наступает при напряжениях, превышающих предел текучести металла в исходном состоянии, и критические нагрузки в основном определяются механическими свойствами неразупрочненного материала. Предельные напряжения увеличиваются также благодаря улучшению доступа смазки к узлам трения.

Список литературы:

1. Глазков В.П. Экспериментальное исследование влияния распределения теплового потока на износ трибосопряжений. — В кн.: Теория трения, износа и смазки : Тез. докл. Ташкент, 1975, ч. 1, с. 16-17.
2. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения / Под ред. Д. Н. Гаркунова. — М.: Машиностроение, 1982. — 205 с.
3. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов.— М. : Изд-во иностр. лит., 1955. — 312 с.
4. Румянцев Г. И. Фрикционное латунирование деталей топливной аппаратуры. — В кн.: Повышение износостойкости на основе избирательного переноса /Под ред. Д. Н. Гаркунова. М. : Машиностроение, 1977, с. 155-159.
5. Чичинадзе А. В. Расчет и исследование внешнего трения при торможении. — М. : Наука, 1967. — 237 с.

Поступила в редколлегию 10.06.83