

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ

**ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ
СОСТОЯНИЯ ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ
ИХ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ**

Студент С.В. Прусов

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. В.А. Федорцев

Изучение природы трения и изнашивания при контактном взаимодействии твердых тел является постоянной проблемой, решаемой в науке и технике, в том числе при исследовании износостойкости упрочненных поверхностных слоев изделий или еще ранее, на стадии реализации процессов формообразования этих слоев [1].

Следует отметить, что традиционные методы контроля (оценки) степени износа и состояния трущихся поверхностей требуют прерывания процесса испытания (эксплуатации) машин и механизмов, отличаются длительностью и трудоемкостью, которые обусловлены периодической разборкой и сборкой диагностируемых узлов трения.

В этой связи значительный интерес в настоящее время представляют собой различные методы непрерывного контроля таких узлов, которые основаны на исследовании электрических явлений, протекающих в зоне скользящего контакта трущихся тел в процессе формирования или изнашивания поверхностных слоев [2].

Однако известные методы непрерывного контроля процессов трения, базирующиеся на измерении постоянной составляющей термоэлектродвижущей силы термоЭДС в зоне скользящего контакта, которая возникает от естественных термопар, образуемых трущимися поверхностями в местах их непосредственного касания, малопригодны в условиях трения со смазкой, которые более характерны для узлов трения и процессов металлообработки [3].

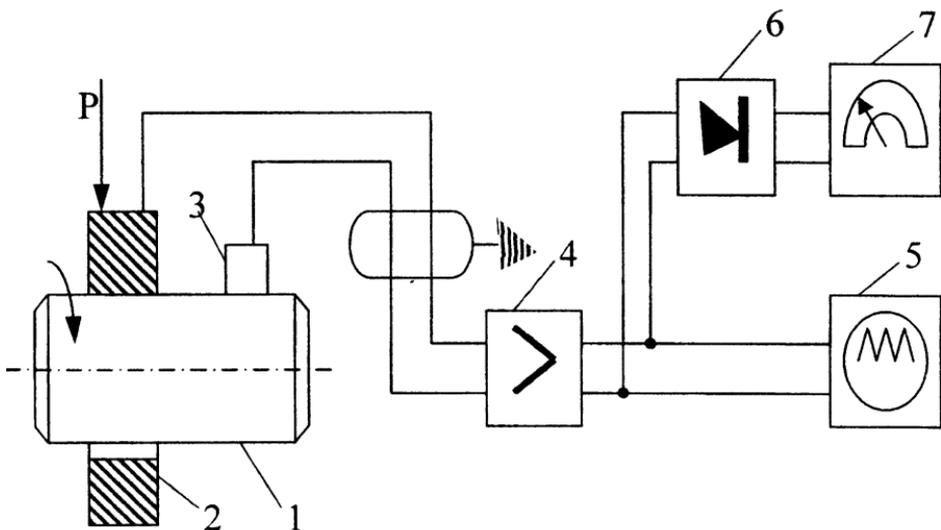
Эта проблема может быть решена при использовании метода непрерывного контроля работы пары трения, основанного на использовании в зоне контакта проводящей электрический ток смазки, позволяющей осуществлять контроль работоспособности пары путем оценки состояния оксидных пленок на трущихся поверхностях [4].

Недостатком указанного метода является тот факт, что при контроле работы пар трения требуется специальная проводящая электрический ток смазка, хотя на практике применяются обычные смазочные масла (диэлектрики). Поэтому исследования с применением такой специальной смазки будут отличаться от реальных условий работы пар трения (деталей машин) как в процессе их формообразования на станках, так и при эксплуатации. Кроме того, этот метод не пригоден для контроля работы пар трения без смазки, что, безусловно, важно для полного изучения процесса трения пары в различных условиях, а также не позволяет визуально наблюдать и регистрировать различные переходные процессы при контактировании трущейся пары.

Предлагаемый метод непрерывного контроля состояния трущихся металлических поверхностей устраняет недостатки описанного выше метода, так как он основан на измерении и визуальном наблюдении на экране осциллографа амплитуды переменной составляющей термоЭДС во внешней цепи трущейся пары, чтобы по её изменению судить об искомым триботехнических характеристиках зоны трения. Основным источником возникновения амплитуды переменной составляющей является наведенная термоЭДС, возникающая за счет упругих и пластических деформаций макро-, микро- и субмикрообъемов поверхностных слоев в зоне трения [5, 6].

Данный метод позволяет производить контроль работы пар трения со смазкой и без смазки, устанавливать вид трения (гидродинамическое, граничное трение и трение, сопровождающееся схватыванием трущихся поверхностей), а также оценивать состояние трущихся поверхностей (нормальный износ или износ схватыванием) путем измерения или визуального наблюдения на экране осциллографа амплитуды переменной составляющей термоЭДС, возникающей во внешней цепи трущихся пар.

Предлагаемый метод контроля осуществляется следующим образом (см. рисунок).



В представленной схеме пара трения, состоящая из вала 1 и втулки 2, при помощи токосъемника 3 соединяется со входом широкополосного усилителя 4. При трении под воздействием нормальных сил P и тангенциальных сил, возникающих в процессе скольжения твердых тел, поверхностные слои трущейся пары подвергаются упругим и пластическим деформациям. Различное состояние контактирующих поверхностей приводит к возникновению переменной составляющей термоЭДС. Амплитуда и спектр регистрируемой переменной составляющей термоЭДС определяются видом трения (гидродинамическое, граничное или сухое), видом износа и состоянием поверхностей, а также физико-механическими свойствами материалов трущейся пары.

Амплитуда переменной составляющей термоЭДС для повышения точности контроля усиливается прибором 4 и подается на вход осциллографа 5 или же выпрямляется прибором 6 с последующей регистрацией ее с помощью измерительного прибора 7 стрелочного (или цифрового) типа. Шкала последнего может быть проградуирована условными надписями с указанием трех зон контроля «Гидродинамическое трение», «Граничное трение», «Сухое трение».

При гидродинамическом трении (с толстым слоем смазки) среда, разделяющая трущиеся металлические поверхности, подчиняется

законам гидродинамики вязкой жидкости, которая в большинстве случаев является маслом (диэлектриком), амплитуда переменной составляющей термоЭДС имеет величину небольшого порядка, так как неоднородность упругой и пластической деформации поверхностных слоев в этом случае незначительна, и замыкание переменной составляющей термоЭДС во внешней цепи происходит через емкость (электрическую, образованную трущимися поверхностями, разделенными смазкой-диэлектриком). При таком виде трения амплитуда переменной термоЭДС на экране осциллографа будет незначительной и стрелка прибора при регистрации постоянного тока отклонится также незначительно.

При граничном трении, когда металлические поверхности разделены весьма тонкими адсорбционными слоями любой природы и любого происхождения (окислами, тонкими слоями смазки и т.д.), в макро-, микро- и субмикрообъемах контактирующих материалов будут развиваться процессы упругого и пластического деформирования. Кроме того, за счет возникновения проводящих электрический ток участков (α -пятна), амплитуда переменной составляющей термоЭДС будет возрастать [5]. Это приведет к увеличению амплитуды электронного луча на экране осциллографа и увеличению угла отклонения стрелки показывающего прибора 7.

При развитии периодических процессов схватывания трущихся поверхностей интенсивность деформации металлических пар в зоне трения увеличивается, что приводит к периодическому увеличению амплитуды переменной составляющей термоЭДС следовательно, к периодическому увеличению отклонения электронного луча на экране осциллографа и угла отклонения стрелки показывающего прибора.

При катастрофическом износе (аварийный режим работы трущейся пары), когда интенсивно протекают процессы пластического деформирования в макро-, микро- и субмикрообъемах поверхностных слоев и имеет место значительная неоднородность деформации контактируемых тел (образуются и разрушаются локальные зоны схватывания), амплитуда переменной термоЭДС значительно возрастает, что приводит к существенному отклонению электронного луча осциллографа и увеличению угла отклонения стрелки показывающего прибора.

В этих условиях трения величина электрического сигнала из зоны трения не стабилизируется, что свидетельствует о наступлении аварийного режима трения задолго до появления других признаков износа, таких, как шум, вибрации и т.п.

Так как вид трения определяет состояние трущихся поверхностей, то по показаниям осциллографа можно судить об оптимальной шероховатости рабочих поверхностей трущихся пар или о повреждениях поверхностных слоев в зоне контакта без визуального изучения поверхности контактируемых тел, для чего требуется периодическая разборка узлов трения.

Предлагаемый метод непрерывного контроля видов трения и состояния трущихся поверхностей может применяться и для многозвенных узлов трения, так как при повреждении даже одного из звеньев узла трения в общей цепи измерений будет изменяться переменная составляющая термоЭДС всей контролируемой системы трущихся пар.

Рассмотренный метод непрерывного контроля видов трения и состояния трущихся металлических поверхностей легко осуществить в лабораторных условиях НИИ и заводских лабораториях, при исследовании процессов трения и износа контактных пар, а также использовать его при разработке приборов для непосредственного контроля условий работы машин и механизмов в процессе эксплуатации (газо-, гидро- и электротурбин, шасси самолетов и других ответственных узлов трения) без их разборки и сборки.

Л и т е р а т у р а

1. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и износ. – М.: Машгиз, 1960. – 280 с.
2. Постников С.Н. Электрические явления при трении и резании. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1975. – 110 с.
3. А.С. SU № 277356, 1970.
4. А.С. SU № 172528, 1963.
5. А.С. SU № 556370, 1977.
6. Кашеев В.Н. Процессы в зоне фрикционного контакта металлов. – М.: Машиностроение, 1978. – 142.