

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗНОГО ПОКРЫТИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАКТОРОВ НАГРУЖЕНИЯ И СМАЗКИ

**К.Е. Мурзакулов** – канд. техн. наук, доцент

Доказано, что в среде моторного масла М8-Б обеспечивается наилучшая шероховатость поверхности трения по сравнению с нейтральной и поверхностно активной смазками в поверхности покрытия электролитического железа.

*Ключевые слова:* электролитическое железо; износостойкость; контактируемые поверхности; трение; шероховатость.

Качество поверхностного слоя любой детали определяют в основном следующие параметры: шероховатость, наклеп, остаточные напряжения и текстура металла. Шероховатость – отклонение участка реальной поверхности детали от идеально правильного прототипа. Наклеп – состояние металла детали в зоне, контактирующей со снимаемой стружкой при обработке режущим инструментом. Остаточные напряжения (1-го рода) – внутренние напряжения, которые существуют при отсутствии каких-либо внешних нагрузок, уравниваются в объеме всей детали. Текстура металла – это его направленное, волокнистое строение. Рассмотрим влияние качества поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей [1]. К основным эксплуатационным свойствам восстановленных деталей относятся:

- износостойкость;
- усталостная прочность (выносливость);
- длительность сохранения посадки;
- прочность связи (сцепления) покрытия с основным металлом (подложкой);
- сопротивление коррозии;
- релаксионная стойкость (осадкостойкость) пружинных деталей.

Чрезмерное снижение степени шероховатости в ряде случаев не обеспечивает желаемого эффекта, что было установлено в [2]. Здесь наглядно показано, что зависимость износа от параметра шероховатости  $R_z$  имеет левую ветвь, которая проявляется следующим образом. При выдавливании смазки наблюдается контакт сухих поверхностей, когда сдирается оксидная пленка и появляются ювенильные поверхности. При этом возникают задиры и резко возрастает исходная шероховатость, что приводит к уско-

ренному износу. Многолетние исследования свидетельствуют о возможности повышения износостойкости путем восстановления геометрической формы, размерных параметров трибологических сопряжений [3]. Учитывая особенности развития и организацию ремонтных работ автотранспорта в республике, когда ванное железнение нерентабельно в условиях малого и среднего предпринимательства, целесообразно практиковать восстановление деталей вневаным железнением методом электронатирания. Наиболее характерной оценкой определения долговечности является исследование покрытия электролитического железа, полученного способом электронатирания на изнашиваемость. Целью настоящей работы является комплексное исследование электролитического железного покрытия при различных режимах трения и взаимодействии с различными материалами. Исследование изменения микрогеометрии трущихся поверхностей является одним из элементов комплексного исследования. Изучение состояния поверхности деталей до и после изнашивания представляет собой важнейший раздел в общей методике исследования долговечности деталей. Изменение режима трения, который зависит от факторов нагружения, факторов смазки материала, может привести к значительным изменениям в поверхностных слоях. Это выражается в изменении микротвердости, морфологии и микроструктуры.

Процесс гальванического осаждения покрытий применяется в авторемонтном производстве для компенсации износа рабочих поверхностей деталей. Сущность этого метода заключается в том, что в качестве электролита используют

водные растворы солей тех металлов, которые необходимо получить в покрытии. Наиболее широкое применение для восстановления деталей нашли такие способы гальванического покрытия, как железнение в ваннах с использованием проточного электролита, хромирование, никелирование и реже вневаннный способ, электролитическое натирание.

Применение электролитического железного покрытия, как способа восстановления деталей электронатиранием, может быть использовано для самых различных узлов трения [4]. В этих узлах могут применяться смазки с различной степенью активности. Испытание покрытия на износ без смазки убедительно показало, что механизм изнашивания зависит от материала контртела. Напрашивается вывод о том, что наличие в зоне контакта смазочной среды с определенными свойствами может выявить особенности механизма износа покрытия. С целью комплексного изучения процессов изнашивания покрытия электролитического железа и особенностей влияния свойств смазки на эти процессы был проведен многофакторный эксперимент [5]. Результаты эксперимента позволили построить пространственные поверхности отклика, по которым можно анализировать совместное влияние факторов нагружения и смазки. На степень шеро-

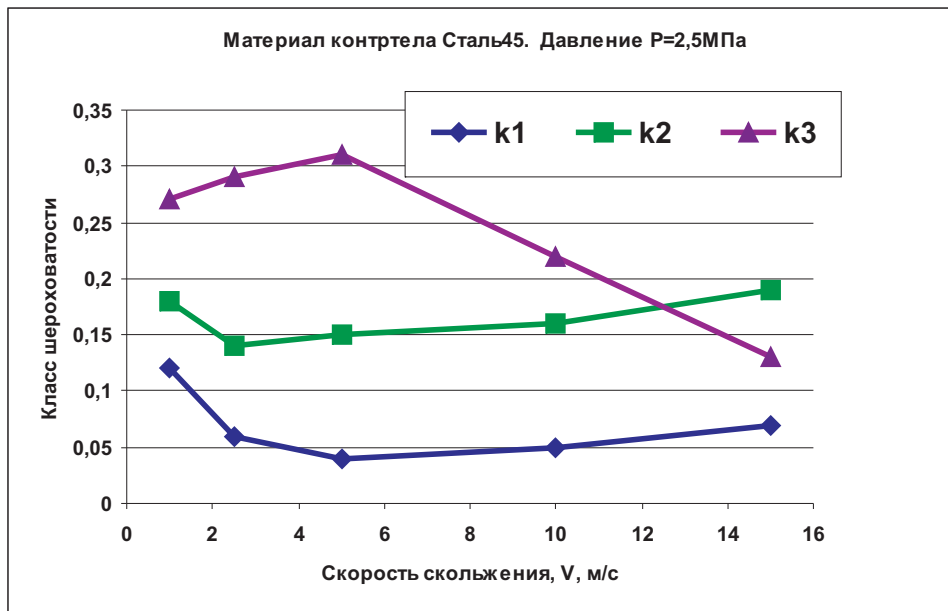
ховатости поверхности трущихся деталей факторы нагружения и смазки оказывают весьма значительное влияние. Главными из них являются:

1. Скорость скольжения  $V_{ск}$  и давление  $P$ .
2. Структурное состояние контактируемых поверхностей.
3. Физико-химическая активность смазки.
4. Характер взаимодействия материала контртела.

Изменение какого-либо из указанных факторов нарушает процесс формирования вторичных структур и изменяет шероховатость поверхности. Это, в свою очередь, приводит к отклонению от установившегося режима изнашивания [6].

Для изучения в лабораторных условиях в качестве образцов были выбраны пустотелые цилиндры диаметром 24 мм, толщиной стенки 3 мм.

Покрытия наносились на торцовую часть цилиндра, толщина покрытия колебалась от 0,4...0,6 мм. Полученные покрытия были гладкие, без дендритов. Исследование износа производилось на машине трения "пальчикового типа" путём истирания торцовой поверхности образца вращающимся диском. Образец устанавливался в центре, а диск из разных материалов (сталь Ст. 45, чугун СЧ-18, бронза Бр ОЦС 4-4-2,5) упирался в образец. После износа проводили измерение шероховатости поверхности трения



Изменение микрогеометрии поверхности электролитического железного покрытия в зависимости от скорости скольжения в различных средах:  
 k1 – масло М8-Б, k2 – смазка с ПАВ, k3 – нейтральная смазка.

электролитического железного покрытия, нанесённого способом электронатирания на двойном микроскопе МИС-11.

Исследование микрогеометрии поверхностей трения производилось с помощью макро- и микрофотографирования, которое выполнялось на микроскопе МИМ-6. Изучение деталей и состояние их поверхностей до и после изнашивания представляет собой важнейший раздел в общей методике исследования износостойкости, долговечности деталей автотракторных агрегатов и другой техники, оборудования. Влияние свойств смазки показано на рисунке.

Из диаграммы следует, что шероховатость поверхности трения при нейтральной смазке (вазелиновое масло) с увеличением скорости скольжения до  $V_{ск} = 5$  м/с ухудшается до  $R_a = 0,3$  мкм, а затем улучшается, достигая  $R_a = 0,14$  мкм. Роль поверхностно-активной смазки (вазелиновое масло с присадкой 0,2% олеиновой кислоты) проявляется в значительном улучшении шероховатости поверхности, однако изменение скорости в сторону увеличения от  $V_{ск} = 2,5$  м/с ухудшает шероховатость с  $R_a = 0,13$  до  $R_a = 0,17$  мкм. В диапазоне скоростей  $V_{ск} = 2,5 \dots 5$  м/с шероховатость почти не изменяется, но дальнейшее увеличение скорости скольжения  $V_{ск}$  приводит к монотонному снижению до  $R_a = 0,18$  мкм. Изнашивание покрытия электролитического железа, полученного способом электронатирания в среде моторного масла М8-Б, обеспечивает наилучшую шероховатость поверхности по сравнению с нейтральной и поверхностно-активной смазками. При скорости  $V_{ск} = 1$  м/с шероховатость соответствует  $R_a = 0,11$  мкм. Затем, по мере увеличения скорости, шероховатость улучшается и в диапазоне  $V_{ск} = 5 \dots 10$  м/с составляет  $R_a = 0,06$  мкм.

В дальнейшем увеличение скорости незначительно изменяет шероховатость покрытия электролитического железа с  $R_a = 0,06$  до 0,07 мкм.

## Выводы

1. Сравнительный анализ поверхностей отклика в эксперименте показывает, что реакция электролитического железа в процессе трения на изменение смазочной среды выражается в значительном изменении величины износа, антифрикционности, теплового режима и изменения микрогеометрии поверхности покрытия электролитического железа, нанесенного электронатиранием.

2. По сравнению с нейтральной и поверхностно-активными смазками наилучшую шероховатость поверхности покрытия электролитического железа, нанесенного способом электронатирания, обеспечивает моторное масло М8-Б.

3. Относительная изнашиваемость покрытия в среде масла М8-Б позволяет рекомендовать восстановление изношенных поверхностей деталей машин автотракторного парка электролитическим железением методом электронатирания.

## Литература

1. Петросов В.В. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Изд. центр “Академия”, 2005. – С. 196.
2. Хрушов М.М., Бабичев М.М. Исследование изнашивания металлов. – М.: Изд-во АН СССР, 1970. – С. 149.
3. Маталин А.А. Качество поверхности и эксплуатационные свойства машин. – М.: Машгиз, 1956. – С. 197.
4. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Академия, 2003. – С. 496.
5. Мурзакулов К.Е. Износ электролитического железного покрытия с различными смазками // Наука и новые технологии. – 2000. – №1 – С. 113–115.
6. Дьяченко П.Е. Влияние шероховатости поверхности на износ / Качество поверхностей деталей машин. – Т. 2. – М.: Машгиз, 1950. – С. 302.