

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ УПРОЧНЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫМИ СПОСОБАМИ ОБРАБОТКИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Миранович А.В., Акулович Л.М.

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Известно, что поверхности деталей под посадку слабо- и средненагруженных подшипников скольжения при работе в условиях трения и присутствия агрессивных и абразивосодержащих сред со смазкой или смазочным материалом с продуктами износа (частицами абразива) подвергаются интенсивному износу. Восстановление изношенных поверхностей таких деталей осуществляют, как правило, комбинированной упрочняющей обработкой, например, при совмещении способов магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) с поверхностным пластическим деформированием (ППД) и МЭУ с термомеханической обработкой (ТМО) [1–3]. Следует отметить, что исследование триботехнических характеристик и механизма изнашивания при трении скольжения упрочненных комбинированными способами обработки в электромагнитном поле (МЭУ с ППД и МЭУ с ТМО) ранее не выполнялось.

Цель исследований: выполнить сравнительную оценку износостойкости поверхностей, упрочненных комбинированными способами обработки в электромагнитном поле, в условиях трения скольжения со смазочным материалом и смазкой, загрязненной частицами абразив. Исследования проводились на цилиндрических образцах (с наружным диаметром 40,0 мм, внутренним – 16,0 мм и высотой 12,0 мм) из стали 45:

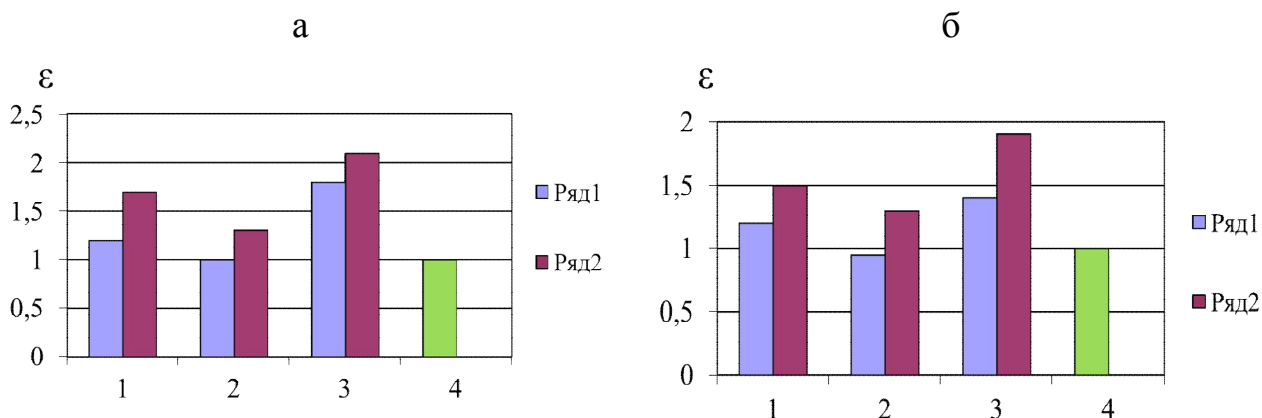
- с покрытиями, нанесенными из паст на основе эпоксидной смолы ЭДП, растворенной в жидком стекле (ТО РБ 02974150 – 015 – 99), включающих композиционные магнитные порошки (КМП) ФБХ-6-2, Fe-10%V и Fe-2%Ti, после последующей их обработки МЭУ с ППД и МЭУ с ТМО;
- закаленных с нагревом ТВЧ на глубину 1,2–1,6 мм до твердости 52–54 НРС (эталон).

Сравнительная оценка износостойкости при трении скольжения производилась на машине трения модели 2070 СМТ-1 по стандартной методике по схеме «диск-колодка». Контртело изготавливалось из чугуна ХТВ ГОСТ 3185-74. В качестве смазочного материала использовалось масло индустриальное И-Г-А-32 ГОСТ 14479.4-87, абразивом служили частицы кварцевого песка, измельченные до размера менее 30,0 мкм в количестве 0,05 – 0,25 г/см³. Изучение состояния изношенных поверхностей трения производилось с применением светового микроскопа Mef-3 (фирмы «Reichert-Jung»), цифрового фотоаппарата «HP photosmart 715 digital camera» и

растрового электронного микроскопа марки LEO 1455 VP фирмы «Карл Цейсс».

Обсуждение результатов. В результате исследований установлено, что наибольшей износостойкостью обладают покрытия из КМП ФБХ-6-2 (рисунок). Износостойкость этого покрытия значительно выше износостойкости эталона. Так, она в различных условиях изнашивания при трении скольжения в 1,48 – 1,85 раза больше для МЭУ с ППД и в 1,89 – 2,12 раза – для МЭУ с ТМО. Износостойкость покрытий из КМП Fe-10%V по сравнению с эталоном больше в 1,21 – 1,25 для МЭУ с ППД и 1,51 – 1,67 раза для МЭУ с ТМО. Покрытия из порошка Fe-2%Ti имеют износостойкость почти равную эталону.

Выявлено, что минимальный износ контртела и пары сопряжения получен для КМП ФБХ-6-2, что, вполне вероятно, обусловлено в первую очередь наличием в структуре покрытия остаточного аустенита – пластичной и более мягкой фазы, которая выполняет роль демпфера, снижающего динамические нагрузки на поверхность и ускоряет процесс приработки пары «образец-контртело». Положительная роль метастабильного аустенита состоит в том, что он не только хорошо сопротивляется абразивному изнашиванию, вследствие образования при трении в поверхностном слое мартенсита деформации, но и прочно удерживает от выкрашивания мелкие карбиды хрома и бора.



Условия трения скольжения:

а – со смазкой; б – со смазкой с частицами абразива

Рисунок – Диаграммы относительной износостойкости покрытий из КМП Fe-10%V (1), Fe-2%Ti (2) и ФБХ 6-2 (3), полученных МЭУ с ППД (Ряд 1), МЭУ с ТМО (Ряд 2), и эталона (4)

Таким образом, в порядке убывания износостойкости покрытий последние можно расположить в последовательности ФБХ-6-2 → Fe-10%V → Fe-2%Ti → сталь 45 (эталон). Следовательно, для пары трения, работающей при трении скольжения, следует использовать покрытия из КМП ФБХ-6-2, а для неподвижных соединений лучшими будут покрытия из КМП Fe-10%V и Fe-2%Ti.

Сопоставление результатов испытаний износостойкости покрытий из КМП, полученных комбинированными способами обработки в электромагнитном поле, показал, что разброс экспериментальных данных по величине дисперсии не превышает 12,3 % для МЭУ с ППД и 6,7 % – для МЭУ с ТМО. Это свидетельствует о более устойчивом и стабильном процессе упрочнения поверхностей МЭУ с термомеханической обработкой.

Выводы. В результате выполненных исследований:

1. Установлено, что МЭУ с ТМО покрытий из КМП ФБХ-6-2, Fe-10%V и Fe-2%Ti, полученных МЭУ, позволяет увеличить износостойкость поверхностей по сравнению с обработанными МЭУ с ППД в 1,1 – 1,3 раза.
2. Рекомендуется использовать для пары трения, работающей при трении скольжения, покрытия из КМП ФБХ-6-2, а для неподвижных соединений – покрытия из КМП Fe-10%V и Fe-2%Ti.

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Богданович, Л.Н. Трение и износ в машинах / Л.Н. Богданович, В.Я. Прушак. – Минск : Вышэйшая школа, 1999. – 374 с.
3. Упрочняющая и финишная абразивная обработка в магнитном поле деталей сельскохозяйственных машин / Л. М. Акулович [и др.]; под редакцией Л. М. Акуловича. – Минск : БГАТУ, 2022. – 360 с.

УДК 621.9.025.19

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ СБОРНЫХ ФАСОННЫХ ФРЕЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Мирзомахмудов А.Р., Исаев А.В.

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Москва, Российская Федерация

Сборные фасонные фрезы широко применяются в разных отраслях, например в железнодорожной промышленности. Существуют проблемы обработки фасонных деталей с прямолинейной направляющей (боковые бочкообразные профили рельсов, головки рельсов и др.), и фасонных деталей типа тела вращения (бандажи колесных пар), связанные с их высокой твердостью и неравномерным характером износа в виде ползуна, остrokонечного наката гребня, навара и т.д. Таким образом, проектирование, разработка и оценка эксплуатационных характеристик конструкций сборных фасонных фрез со сменными многогранными пластинами для обработки вышеперечисленных деталей является актуальной задачей [1].

При проектировании сборных фасонных фрез со сменными многогранными пластинами исходными данными являются обрабатываемый материал и профиль бандажа (обода) колесных пар. Разработана