

УДК 621.9

ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАР ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ
С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ИЗНОСА ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Т. А. МОРГАЛЕНКО

Брянский государственный технический университет

Брянск, Россия

Предлагаемый комбинированный метод обработки заключается в формировании на поверхностях трения деталей машин твердых покрытий на основе нитридов с последующей финишной обработкой методом поверхностно-пластического деформирования (ППД). Основная задача технологического процесса – создание таких условий предварительной обработки, которые обеспечивают параметры качества поверхности, необходимые для получения добротного твердого покрытия. Критериями качества здесь выступают целостность слоя (отсутствие трещин и шелушения), а также высокая прочность сцепления с основным материалом детали.

Учитывая незначительную толщину покрытий, наносимых методом катодно-ионной бомбардировки (КИБ) в вакууме, последующая механическая обработка должна производиться без снятия металла. Поэтому при подготовке поверхности под покрытие технологу необходимо обеспечить высокую точность, используя чистовые и финишные методы. Для деталей с высокой твердостью наиболее эффективными являются тонкое точение инструментами из сверхтвердых синтетических материалов и круглое шлифование периферией круга. Эти способы позволяют достичь нужной точности при сохранении производительности. Однако если металлопокрытие наносится на предварительно выглаженную поверхность, эксплуатационные свойства деталей возрастают еще значительно благодаря эффекту технологического наследования. Следовательно, перед нанесением твердого покрытия рационально выполнить алмазное выглаживание, которое обеспечивает шероховатость Ra 0,16...0,3 мкм, что создает оптимальные условия для формирования качественного слоя в соответствии с требованиями спецтехнологии.

В ходе экспериментальной работы объектами исследования служили образцы из стали 45, подвергнутые закалке до твердости HRC 48...50. Обработка наружной поверхности образцов велась поэтапно: сначала тонкое точение эльбором (или круглое шлифование) до параметра Ra 0,4...0,6 мкм, затем алмазное выглаживание до Ra 0,16...0,3 мкм и, наконец, нанесение покрытия (нитрид титана). Из числа рабочих переменных контролировались материал покрытия и исходное состояние поверхности, остальные параметры поддерживались на уровне, гарантирующем получение качественного слоя.

Предварительные испытания показали, что наибольшей стабильностью по заданным характеристикам обладают покрытия толщиной от 2 до 6 мкм. При толщине свыше 10 мкм слой становится нестабильным: наблюдается растрескивание покрытия на поверхности детали. Измерение толщины проводилось методом естественной базы с помощью профилографирования

исходной поверхности и поверхности с нанесенным слоем. В итоге толщина покрытия на различных образцах варьировалась в пределах 2,0...3,5 мкм.

Контртела, выполнявшие роль вкладышей, изготавливались из бронзы марки ОЦС 5-5-5 и стали Х12М, закаленной до HRC 62. Их рабочие поверхности обрабатывались тонким точением до шероховатости Ra 0,2...0,3 мкм. Выбор материалов обусловлен целью оценить влияние предлагаемой технологии обработки образца на его истирающую способность при контакте с вкладышами разной твердости. Интенсивность износа фиксировалась методом профилографирования.

В результате экспериментов установлено, что для эффективного применения твердых нитридсодержащих покрытий, сформированных методом ионного осаждения в вакууме, в парах трения скольжения необходима их дополнительная обработка. Она снижает истирающую способность поверхности. Чтобы повысить износостойкость сопряжения, вал с твердым покрытием целесообразно подвергнуть алмазному выглаживанию. Эта операция значительно уменьшает максимальную высоту микронеровностей и увеличивает радиусы их вершин. Применение иных методов ППД нерационально из-за высокой твердости нитридсодержащих слоев.

Поскольку твердое покрытие представляет собой хрупкую оболочку толщиной 2...7 мкм, расположенную на упругопластическом основании, в ходе алмазного выглаживания возникает риск растрескивания или шелушения, что ведет к потере работоспособности поверхности. В связи с этим потребовалось определить верхний предел усилия выглаживания, за которым начинается разрушение слоя. Исследования проводились путем обработки образцов с последующей электронной микроскопией для выявления микротрещин. Покрытие из нитрида титана наносилось на цилиндрические поверхности и обрабатывалось алмазным выглаживанием с различными усилиями, что позволило исключить влияние возможных отклонений в технологии нанесения.

Экспериментально было найдено оптимальное значение усилия алмазного выглаживания твердых нитридсодержащих покрытий, при котором негативные явления на поверхности отсутствуют. Испытания пары трения с трибоэлементом, прошедшим предлагаемую комбинированную обработку, показали высокую эффективность метода: за 100 ч изнашивания (что соответствует пути трения $3 \cdot 10^5$ м) износ вкладыша составил всего около 2 мкм, тогда как износ самой поверхности с твердым покрытием оказался пренебрежимо малым – менее 0,01 мкм.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что предлагаемый метод обработки пар трения скольжения, основанный на нанесении на подготовленную поверхность деталей твердого, содержащего нитрид покрытия с последующей обработкой алмазным выглаживанием, является весьма эффективным и способствует уменьшению износа их поверхностей в условиях дальнейшей эксплуатации.