

Таблица 5 – Результаты расчета диаметральных размеров заготовки детали «Чашка»

Размер цилиндрической поверхности детали, мм	Расчетная формула	Размер цилиндрической поверхности заготовки, мм
$d_{\partial 1} = 90^{+0,045}_{+0,023}$	$d_{\gamma 1 \text{шлиф}} = 90 + 0,2 + 2 \cdot 0,0055 + 0,0034$ $d_{\gamma 1 \text{чист}} = 90,2144 + 1 + 2 \cdot 0,0065 + 0,14$ $d_{\gamma 1 \text{шлиф}} = 91,3674 + 2,5 + 2 \cdot 0,0065 + 1,4$	$95,2804^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 2} = 142^{+0,040}_{+0,015}$	$d_{\gamma 2 \text{шлиф}} = 142 + 0,2 + 2 \cdot 0,0055 + 0,0034$ $d_{\gamma 2 \text{чист}} = 142,2144 + 1 + 2 \cdot 0,0165 + 0,14$ $d_{\gamma 2 \text{шлиф}} = 143,3874 + 2,6 + 2 \cdot 0,0165 + 1,4$	$147,4204^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 3} = 192$	$d_{\gamma 3 \text{чист}} = 192 + 1,2 + 2 \cdot 0,0065 + 0,16$ $d_{\gamma 3 \text{шлиф}} = 193,373 + 2,8 + 2 \cdot 0,0165 + 3,6$	$199,806^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 4} = 186_{-0,029}$	$d_{\gamma 4 \text{чист}} = 186 + 1,2 + 2 \cdot 0,0065 + 0,16$ $d_{\gamma 4 \text{шлиф}} = 187,373 + 2,8 + 2 \cdot 0,0165 + 3,6$	$193,806^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 5} = 65$	$d_{\gamma 5 \text{чист}} = 65 - 1,2 - 2 \cdot 0,0035 - 0,22$ $d_{\gamma 5 \text{шлиф}} = 63,573 - 2 - 2 \cdot 0,0185 - 1,4$	$60,136^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 6} = 70^{+0,12}$	$d_{\gamma 6 \text{чист}} = 70 - 1,2 - 2 \cdot 0,0035 - 0,22$ $d_{\gamma 6 \text{шлиф}} = 68,573 - 2 - 2 \cdot 0,0185 - 1,4$	$65,136^{+1,6}_{+0,8}$
$d_{\partial 7} = 120$	$d_{\gamma 7 \text{чист}} = 120 - 1,2 - 2 \cdot 0,0035 - 0,22$ $d_{\gamma 7 \text{шлиф}} = 118,573 - 2,4 - 2 \cdot 0,0185 - 1,4$	$114,736^{+1,6}_{+0,8}$

Таким образом, произведя расчет эксцентриситетов припусков технологического процесса обработки детали «Чашка», проверили правильность представленных на чертеже радиальных биений и рассчитали диаметральные размеры заготовки с поправкой на ошибку, возникающую из-за смещения осей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Размерный анализ техпроцессов: курс лекций / Г.Я. Беляев. – Мн., изд. «Техническая книга», 2010. – 156с., ил. 2. Бабук В.В., Шкред В.А., Кривко Г.П. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении. – Минск.: Высшая школа, 1987. – 255 с. 3. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Ред. совет; Б. Н. Вардашкин (пред.) и др. — М.: Машиностроение, 1984. — Т. 1 /Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова, 1984. 592 с, ил.

УДК 621.923

Беляев Г.Я., Синькевич Ю.В., Янковский И.Н., Безлюдько А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОПОЛИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Электроимпульсное полирование (ЭИП) как процесс, связанный с изменением микропрофиля и физико-механического состояния поверхности, оказывает существенное влияние на фрикционные свойства металлов. В отличие от механических свойств, которые зависят от свойств основной массы металла, фрикционные свойства практически не имеют такой связи. С целью определения влияния ЭИП на фрикционные свойства поверхностей были проведены экспериментальные исследования.

Испытания проводили с помощью программно-аппаратного комплекса на базе трибометра ПД-1 (рис. 1), разработанного Физико-техническим институтом НАН Б и ИМПС НАН Б.

В качестве исследуемых материалов использовали коррозионно-стойкую сталь 40Х13, прошедшую термообработку (закалку, отпуск) по стандартной методике [1]. После чего образцы шлифовали до уровня $Ra\ 0,63...1,25\ \mu\text{м}$, а затем подвергали ЭИП и механическому полированию. В качестве смазочного материала было выбрано индустриальное масло ИП-40. Трибологический контакт осуществлялся по схеме «неподвижный палец – вращающийся диск» (торцовое трение).

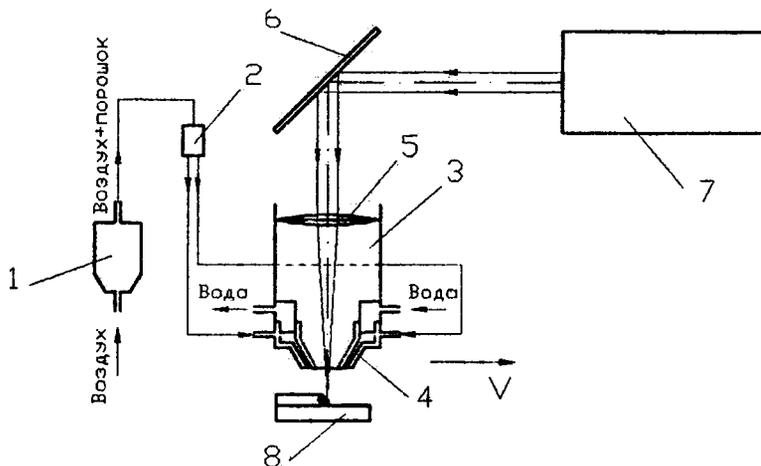


Рис. 1. Схема лазерной наплавки

На рис. 2 представлено изменение коэффициента трения в зависимости от вида предварительной обработки. Как видно из графика, ЭИП позволяет снизить коэффициент трения по сравнению со шлифованием на 25...35%, а с механическим полированием – на 8...13%.

Благоприятное влияние ЭИП на фрикционные свойства металлов связано, прежде всего, с уменьшением шероховатости поверхности. Однако улучшение фрикционных свойств образцов, подвергнутых ЭИП, нельзя объяснить только уменьшением высоты неровностей, так как их величина после механического полирования и ЭИП была одинаковой. При механическом полировании шлифованных поверхностей происходит в основном притупление выступающих неровностей, а при ЭИП происходит равномерное сглаживание микропрофиля поверхности, при этом микропрофиль поверхности имеет более развернутую форму, с радиусом округления вершин микровыступов значительно большим, чем при механическом полировании. В результате чего фактическая площадь контакта трущейся пары увеличивается, что приводит к снижению коэффициента трения.

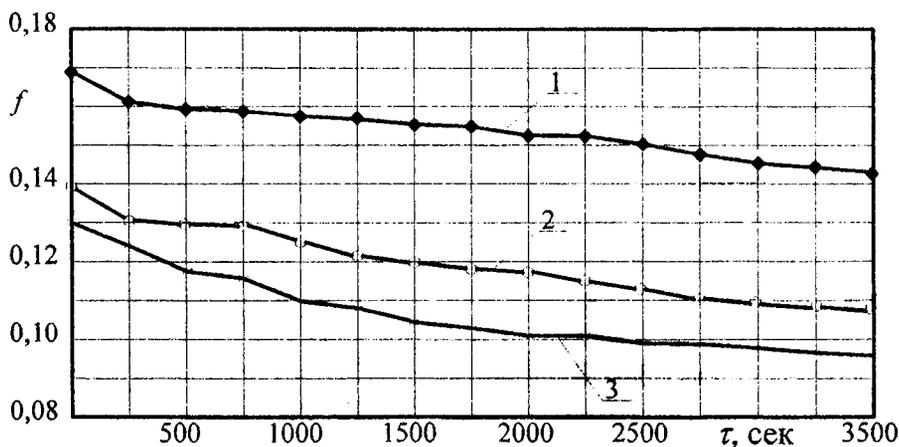


Рис. 2. Изменение коэффициента трения в зависимости от времени обработки ($n=800\ \text{об/мин}$): 1 – шлифование; 2 – механическое полирование; 3 – ЭИП

Представленные результаты получены при постоянном наличии в зоне трения смазочного материала, однако в некоторых случаях наличие смазки бывает ограничено или вовсе не предусмотрено. В результате было выявлено, что с точки зрения удержания смазки поверхности после ЭИП имеют наихудшие результаты. Так, при периодическом (капельном) вводе смазочного материала в зону трения происходит скачкообразное уменьшение коэффициента трения более чем на 20% с последующим постепенным его увеличением (рис. 3). Полное же отсутствие смазочного материала приводит к повышению коэффициента трения более чем в 4 раза для электроимпульсного и механического полирования и более чем в 5,5 раз для шлифованной поверхности.

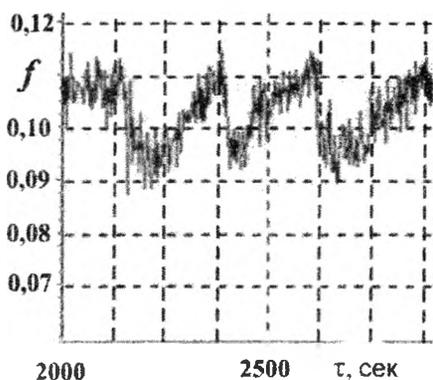


Рис. 3. Изменение коэффициента трения при вводе смазочного материала

Дополнительно было исследовано влияние ЭИП шкивов зубчато-ременной передачи на долговечность зубчатых ремней при эксплуатации.

ЭИП были подвергнуты шкивы НТД 22-5М-32, изготовленные из стали 45. Обработка проводилась в 2 % водном растворе хлорида аммония в течение 1,5 мин при температуре электролита 70 °С и напряжении 300 В.

До обработки шкивы имели шероховатость рабочих поверхностей Ra 1,75...2,5 мкм и заусенцы на кромках высотой 0,2...0,35 мм. После ЭИП заусенцы на кромках деталей были удалены полностью, шероховатость рабочих поверхностей шкивов снизилась до Ra 1,25...1,6 мкм, что соответствует требованиям конструкторской документации. Внешний вид шкивов представлен на рис. 4.

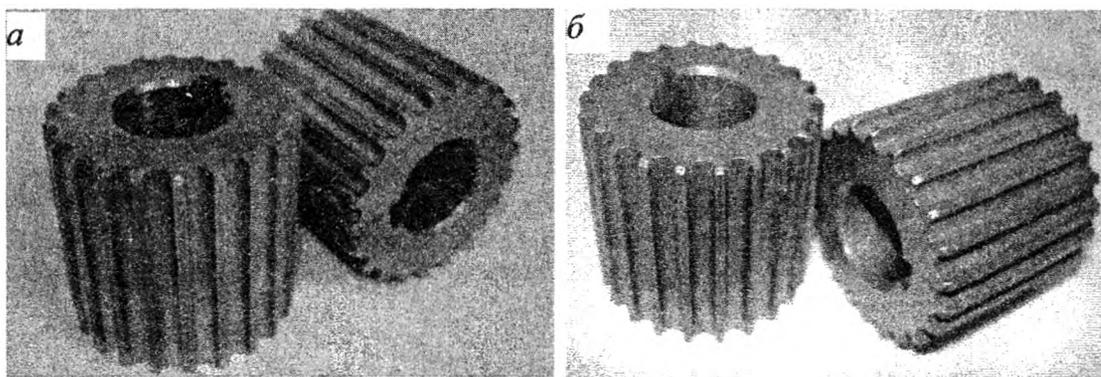


Рис. 4. Внешний вид шкивов: а – до обработки; б – после электроимпульсного полирования

Ресурсные испытания зубчатых ремней «ContiSynchroforce СХР III НТД 1500-5М-32» (Германия), установленных в приводе экспериментальной паркетно-шлифовальной машины «СО-318», показали, что после ЭИП шкивов долговечность зубчатых ремней увеличилась на 20...22%. При этом расчетная себестоимость изготовления шкивов при их серийном производстве возрастает незначительно (не более 5 %).

Полученные результаты имеют большое практическое значение, поскольку позволяют использовать ЭИП для улучшения фрикционных свойств различных деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фиргер И.В. Термическая обработка сплавов / И.В. Фиргер. – Л.: Машиностроение, 1982. – 304 с.