

особо отметить роль низкой величины коэффициента трения. Для покрытия №3 его величина при испытании контртелом из ШХ15 составляет  $\sim 0,1$ .

УДК 621.793

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ АВТОТРАКТОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю.В. Хлопков, канд. физ.–мат. наук  
Институт технической акустики НАН Беларуси  
(г. Витебск, Республика Беларусь)

**Введение.** Восстановление поверхности изношенных высоконагруженных изделий является актуальной научно–практической проблемой. Особенностью восстановления является то, что физико–механические свойства восстановленных поверхностей могут отличаться от исходных.

В работе приведены сравнительные исследования триботехнических свойств восстановленных коленвалов дизельных тракторных двигателей. Именно они определяют прогнозируемые надежность и долговечность работы восстановленных деталей.

Восстановление в различных режимах осуществлялось двумя способами: электродуговой наплавкой (ЭДН) и сверхзвуковым газотермическим напылением (СГТН). Оба способа одновременно конкурируют и дополняют друг друга.

**Методика.** Триботехнические испытания осуществлялись по схеме возвратно–поступательного движения контактирующих тел при средней скорости их взаимного перемещения  $\cong 0,1$  м/сек. Контртело в виде пластины изготавливалось из наружного кольца подшипника скольжения с антифрикционным слоем. Испытания проводились при номинальном давлении 10 МПа в среде моторного масла МС–20. Путь трения составлял 2500–4500 м.

**Результаты** приведены в таблице 1 и рисунке 1. Как следует из измерений характеристики пар трения сильно зависят от параметров восстановления. Первое значение  $f$  соответствует пути трения 0, последнее – максимальному износу. По сравнению с основой восстановленный слой изнашивается в 2–10 раз меньше. Однако следует обратить внимание на тот факт, что примерно на ту же величину возрастает износ контртела. Это необходимо учитывать при выборе толщины антифрикционного покрытия.

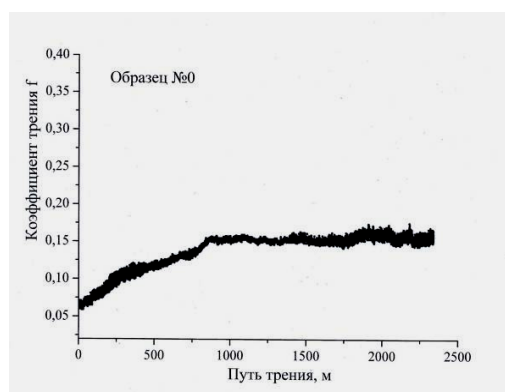
Первоначально, как для основы, так и для восстановленных деталей ЭДН, значения  $f$  близки друг другу. При СГТН восстановлении

они примерно в 1,5–2 раза меньше. Это можно объяснить наличием на поверхности восстановленных с помощью СГТН пор–колодцев (отчетливо наблюдаемые на металлографических шлифах), которые заполняются во время работы смазочным маслом. В процессе эксплуатации значения  $f$  стабилизируются и увеличиваются на 10–20 %. Для восстановленных покрытий характерны

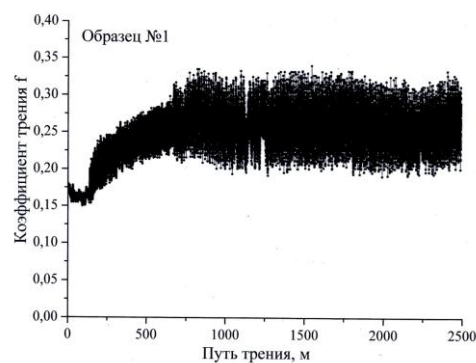
пиковые изменения  $f$  (до 1,5 раз). Скачки сил трения вызваны наличием в восстановленном слое отдельных зерен оксидов и карбидов металлов, входящих в состав наносимых материалов.

**Таблица 1 – Свойства восстановленных поверхностей**

Вид восстановления	Рабочий ток, А	Интенсивность линейного изнашивания, $I_h, 10^{-9}$	Весовое изнашивание контртела, $I_q, 10^{-2}$ мг/м	Коэффициент трения, $f$
Основа	–	10,4	0,7	0,15–0,17
ЭДН	100	0,80	3,6	0,20–0,35
	140	3,12	9,7	0,12–0,13
	160	3,38	8,3	0,15–0,17
СГТН	150	4,80	1,5	0,11–0,12
	250	1,45	7,9	0,12–0,16
	300	0,83	0,2	0,06–0,08



а



б

**Рисунок 1 – Зависимость коэффициента трения от пути трения:**  
а – основа; б – восстановленный слой

**Выводы.** 1. Триботехнические характеристики покрытий полученных ЭДН значительно выше материала основы; 2. Триботехнические характеристики существенно зависят от вида и технологических режимов восстановления, причем существуют их оптимальные сочетания; 3. Существуют режимы минимального износа контртела.

UDK 621.793

## SOME PROPERTIES OF COMBINED BARRIER COATINGS

T. PIHL, Ph.D. prof., R. PIHL, B.Sc, assistant, V. Vainola, M.Sc, doc.,  
University of Applied Sciences (Tallinn, Estonia)

**Introduction.** Among others the automotive industry is nowadays using ceramics to insulate engine combustion chambers and this for two different reasons: firstly