

## NI-P ПОКРЫТИЯ В ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

Д.М. Гуцев<sup>1</sup>, Л.Ф. Иванов<sup>1</sup>, Е.Э. Дмитриченко<sup>2</sup>, А.Я. Григорьев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт механики металлополимерных систем им. В.А Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь;  
Gucevd@mail.ru

<sup>2</sup>Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Гомель, Беларусь

**Введение.** Применение антифрикционных материалов в высокоскоростных узлах трения на основе самосмазывающихся твердых веществ затруднено из-за высоких требований к чистоте и точности обработки поверхностей трения [1]. Кроме того, износостойкость твердых смазок, как правило, невелика, а сохранение зазора постоянным для подшипников с газовой смазкой очень важно.

Решением проблемы является создание композиционных многослойных покрытий, в которых один из слоев (основа) обеспечивает необходимую эксплуатационную прочность и стабильность размеров, следующий слой (либо слои) придают поверхности высокую износостойкость и снижают значение коэффициента трения.

**Цель работы** — проверка износостойкости покрытий Ni-P+SiO<sub>2</sub>, Ni-P+MoS<sub>2</sub>, Ni-P+SiO<sub>2</sub>+PTFE, Ni-P+MoS<sub>2</sub>+PTFE, Ni-P+PTFE, на элементах радиальных лепестковых газодинамических подшипников (ГДП) в условиях, моделирующих режим пуска-остановка. Долговечность работы ГДП определяется, как правило, количеством циклов пуска-остановка, при котором момент трогания, обусловленный статическим трением, постепенно возрастая, достигает предельного значения момента электродвигателя прибора [2].

**Материалы и методы.** В качестве деталей лепестковых ГДП использован сплав прецизионный с заданными свойствами упругости марки 36НХТЮ, применяемый для упругих чувствительных элементов, работающих при температуре до 250 °С. Для ГДП турбогенератора МГД-20-01, экспериментально установлены окружная скорость, при которой происходит всплытие  $V_{вс}=10...15$  м/с, что соответствует 3000 об/мин при диаметре цапфы 50 мм, время всплытия  $T_{вс}=1$  сек.

Элементы ГДП испытывались на стенде для испытаний подшипников П-004.02.000 (рис.1).

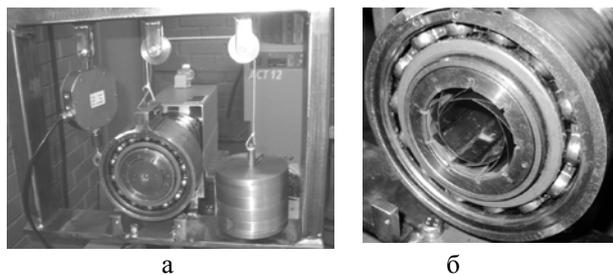


Рис. 1. Внешний вид испытательного стенда: а — стенд ускоренных испытаний, б — газодинамический радиальный подшипник (внутри подшипника качения)

Испытания заключались в последовательных 90 секундных циклах запусках-остановках стенда с регистрацией момента трения. На основании полученных данных строились графики зависимости момента трения от времени (рис. 2).

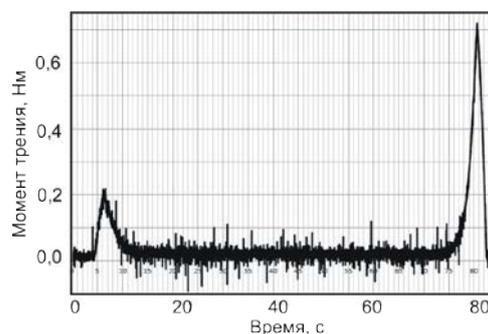


Рис. 2. Изменение момента трения в одном цикле испытаний без нагрузки (покрытие Ni-P+SiO<sub>2</sub>)

Работоспособность антифрикционных покрытий оценивалась по значениям момента трения при разгоне, выходе на газодинамический режим работы и при торможении, а также температуры в зоне контакта. Критерием потери работоспособности покрытия являлся выход контролируемых параметров за пределы допустимых по техническому заданию значений. За стойкость покрытия принимали количество рабочих циклов пуска-остановка до потери покрытием работоспособности (табл. 1).

Таблица 1. Количество циклов пуска-остановка стенда с исследуемыми покрытиями

Тип покрытия	Количество циклов пуска-остановка осуществленных под нагрузкой
Ni-P+SiO <sub>2</sub>	30
Ni-P+MoS <sub>2</sub>	32
Ni-P+SiO <sub>2</sub> +PTFE	100
Ni-P+MoS <sub>2</sub> +PTFE	28
Ni-P+PTFE	420

В результате испытаний установлено, что элементы ГДП с покрытиями Ni-P+SiO<sub>2</sub>+PTFE и Ni-P+PTFE обеспечивают наибольшее количество циклов пуска-остановка под нагрузкой, что позволяет рекомендовать их к практическому использованию.

1. Пинегин С.В. Развитие и внедрение опор с газовой смазкой — важное направление технического прогресса // Вестн. Машиностроения. — 1970, № 10, 3—8
2. Брагин А.Н., Панфилов Е.А. Высокоскоростные подшипники скольжения с газовой смазкой: обзор. — М.: МАИ. — 1966