

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ПАР ТРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРИРАБОТКИ

*Акулич Я.А.*

Брестский государственный технический университет  
Брест, Республика Беларусь

Приработка взаимодействующих поверхностей пар трения, протекающая на заключительном этапе изготовления и в большинстве случаев завершающаяся в начальный период эксплуатации готового изделия, во многом определяет общую долговечность и безотказную работу узла трения в целом. При успешном завершении процесса приработки основные параметры качества взаимодействующих поверхностей должны иметь характеристики, соответствующие заданным эксплуатационным. Очевидно, что интенсивность изнашивания в процессе приработки будет во многом зависеть как от нагрузочных факторов, таких как нагрузка и скорость, так и от обеспечения оптимальных параметров качества взаимодействующих поверхностей пар трения на стадии их изготовления.

В рамках данного исследования были использованы образцы пар трения типа “вал-втулка”. Учитывая необходимость определить трибологические характеристики пар трения имеющих отличную исходную шероховатость, полученную разными методами механической обработки, сопрягаемые поверхности группы образцов имели усредненный параметр шероховатости поверхностей, полученных шлифованием  $R_a = 0,27$  и точением  $R_a = 1,31$ . Оптимальные значения шероховатости для исследования пар трения данного типа были подобраны в соответствии с рекомендациями в источнике [1].

Размеры образцов, подвергнутых испытаниям на трение, соответствовали руководству по эксплуатации машины трения 2070 СМТ-1 [2]. Радиус рабочей поверхности образцов составлял  $R_{\text{раб.}} = 17,5$  мм.

Образец, выступающий в качестве “вала” пары трения был изготовлен из легированной конструкционной стали 40Х с последующей термообработкой до HRC 40...45, ГОСТ 4543-71, а “втулки” – из оловянистой бронзы БрОЦС 5-5-5 ГОСТ 613-79. Такое сочетание материалов антифрикционных пар трения можно отнести к благоприятным, исходя из невысоких значений коэффициентов трения.

Трибологические испытания проводились на машине трения, снабжённой камерой для испытаний в жидкой среде, в качестве которой было использовано масло И-40А, ГОСТ 20799-88 с кинематической вязкостью при 40°С 51-75 мм<sup>2</sup>/с. Испытания проводились при величине нагрузки  $P=1000$  Н, скорости скольжения  $V=1,0$  м/с. При испытании был реализован режим граничного трения.

При проведении трибологических испытаний реализовывалась прямая пара трения, т.е. вращался образец с большей номинальной площадью и большей твердостью исходной структуры материала поверхности, нагрузка прикладывалась через неподвижный образец.

Контроль температуры среды осуществлялся с помощью погружной термопары “хромель-алюмель”. Несмотря на то, что измерение температуры смазочного материала в процессе испытания не позволяет количественно оценить температуру в зоне трения, однако, отслеживая динамику ее изменения, можно установить момент стабилизации температуры, что является одним из критериев завершения приработки.

Определение линейного износа внешнего образца (втулки) пары трения проводили методом весового износа образцов на основе данных определения массы до и после испытаний. Взвешивание образцов производили на аналитических весах ВЛР-200, 2 класс, ГОСТ 19491–74 с точностью измерения до 0,0001 г. Таким образом, был определен путь трения и линейная интенсивность изнашивания по изменению массы  $\Delta m$  изношенного слоя.

Результаты испытаний пар трения на износ и расчета интенсивности изнашивания приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты расчета значений интенсивности изнашивания пары трения

Время испытания $t$ , мин.	Путь трения $L$ , м	Величина суммарного износа, для поверхностей		Интенсивность изнашивания	
		точение $\Sigma \Delta m$ , г	шлифование $\Sigma \Delta m$ , г	точение, $I_h$	шлифование, $I_h$
15	900	0,0049	0,0032	$28,020 \cdot 10^{-11}$	$20,686 \cdot 10^{-11}$
30	1800	0,0067	0,0038	$19,157 \cdot 10^{-11}$	$12,282 \cdot 10^{-11}$
180	10800	0,0069	0,0039	$3,288 \cdot 10^{-11}$	$2,101 \cdot 10^{-11}$
360	21600	0,0073	0,0041	$1,739 \cdot 10^{-11}$	$1,104 \cdot 10^{-11}$
540	32400	0,0077	0,0042	$1,223 \cdot 10^{-11}$	$0,754 \cdot 10^{-11}$
720	43200	0,0080	0,0043	$0,9531 \cdot 10^{-11}$	$0,579 \cdot 10^{-11}$

Диаграмма на рисунке 1, свидетельствуют о том, что интенсивность изнашивания в первые минуты приработки (путь трения от 0 до 0,9 км) значительно превышает последующие значения изнашивания.

Однако, при значении пути трения  $L=10,8$  км уже можно наблюдать стабилизацию величины интенсивности изнашивания как для поверхностей, полученных точением так и шлифованием.

Интенсивность изнашивания в процессе приработки показана на гистограмме, рисунок 2.

Таким образом, интенсивность изнашивания пар трения в процессе приработки имеет значительно более высокие показатели, чем в процессе их стабильной работы. При этом, на диаграмме видно, что интенсивность изнашивания пары трения, с поверхностями трения полученными шлифованием ( $R_a=0,65$ ) имеет несколько меньший показатель в процессе приработки. Вместе с тем, по достижении оптимальной шероховатости поверхности, показатели интенсивности изнашивания поверхностей, полученных разными способами обработки менее отличны друг от друга.

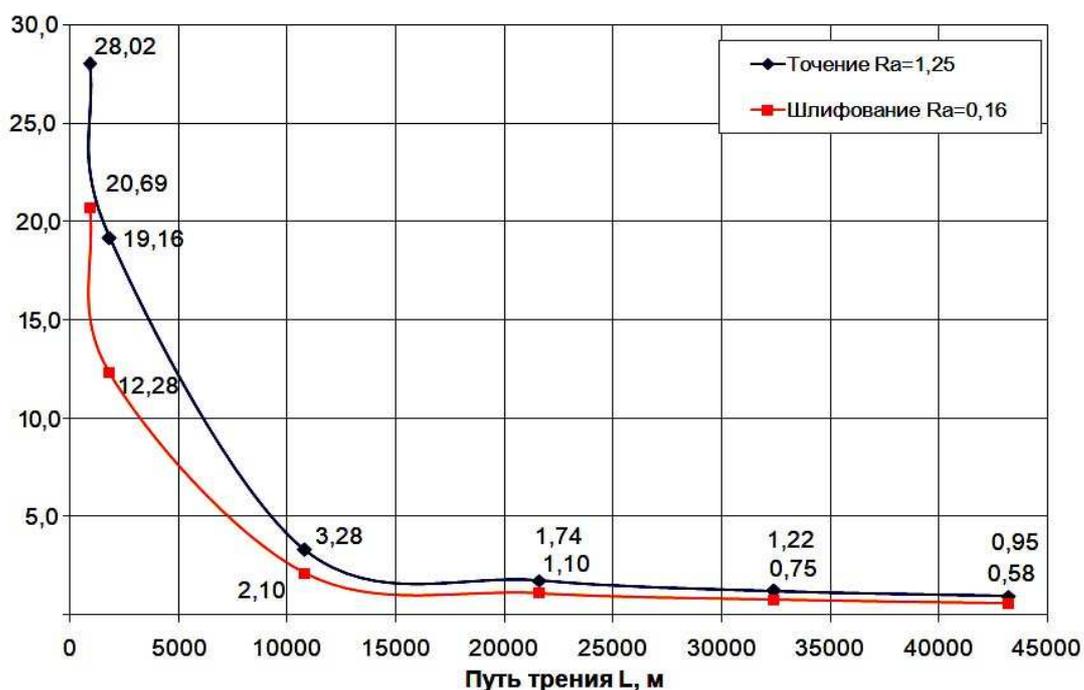


Рисунок 1 - Зависимость интенсивности износа от пути трения исследуемых пар трения в процессе приработки (нагрузка  $P=1000$  Н, скорости скольжения  $V = 1,0$  м/с).

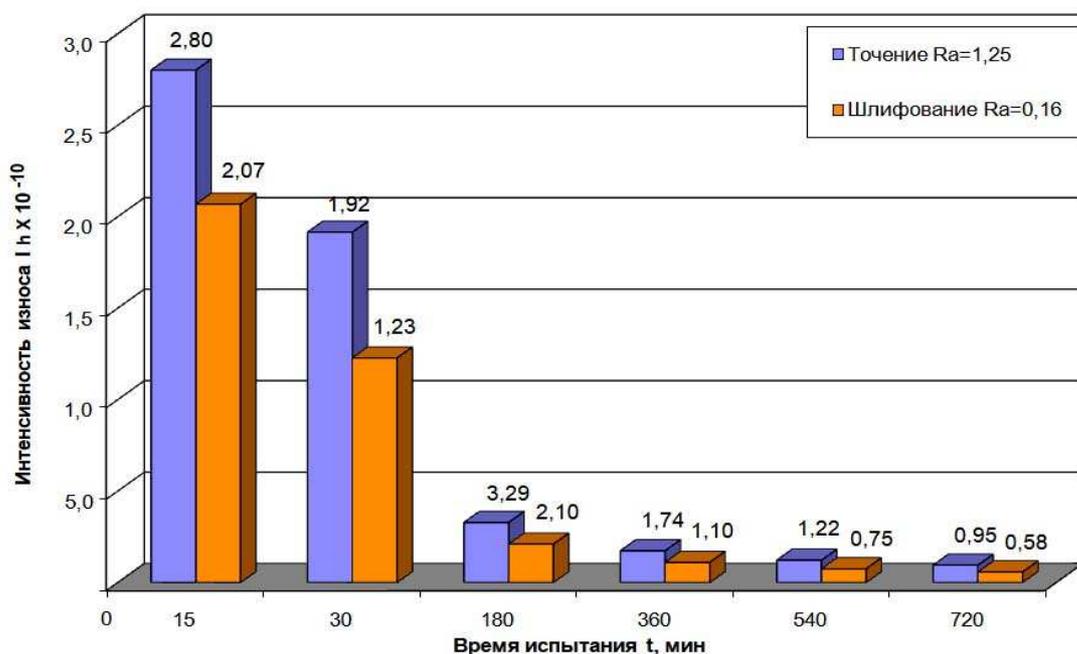


Рисунок 2 - Изменение интенсивности износа образцов в процессе приработки (нагрузка  $P=1000$  Н, скорости скольжения  $V = 1,0$  м/с).

Таким образом, длительность процесса приработки поверхностей пары трения будет зависеть от того, насколько исходная шероховатость и другие параметры качества поверхности будут близки к эксплуатационным параметрам,

сложившимся после завершения приработки поверхностей, а долговечность последующей эксплуатации пары трения связана с интенсивностью изнашивания в процессе приработки и тем самым со временем самой приработки, что говорит о целесообразности уже на стадии изготовления технологически обеспечивать оптимальные параметры качества поверхностного слоя.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Суслов, А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А.Г. Суслов – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.
2. Машина для испытания материалов на трение и износ 2070 СМТ-1 / Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.779.013-01 ТО -М.: МЗИО, 1981. - 69 с.

УДК 621.9-05

### **МОБИЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Григорьев В.Ф., Дакало Ю.А.*

Брестский государственный технический университет  
Брест, Республика Беларусь

Шумовые характеристики оборудования являются объективным диагностическим сигналом его состояния, качества изготовления и сборки. С другой стороны, они определяют экологическую обстановку производственного помещения. Распространение высокоскоростной обработки, сопровождаемой шумами в неблагоприятном для слуха диапазоне, делает задачу контроля шумовых характеристик оборудования и металлообрабатывающих станков актуальной.

Современные мобильные устройства связи имеют полноценный шумоизмерительный тракт, а также вычислительные возможности для экспресс-определения стандартных шумовых характеристик станков.

В настоящей работе исследуются возможности мобильных устройств и приложений для проведения периодических шумовых испытаний технологического оборудования в цеховых условиях.

В качестве стандартных шумовых характеристик станков по ГОСТ 33972.5-2016 установлены октавные и скорректированный уровни звуковой мощности, октавные уровни звукового давления и уровни звука на рабочем месте оператора.

Помимо этих характеристик могут устанавливаться дополнительные, например, уровень звука в наиболее шумной точке на расстоянии 1 м от поверхности станка, или октавные уровни звукового давления и уровни звука в контрольных точках, располагаемых в местах наиболее частого присутствия персонала [1].

При измерении шумовых характеристик обычно ограничиваются использованием скорректированной частотной характеристики А шумомера, моделирующей особенности восприятия шума человеческим ухом. В качестве аппаратуры для измерения уровней звука и октавных уровней звукового давления используют шумомеры 2-го класса в соответствии с ГОСТ 17187-81.