

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, НАДЁЖНОСТИ,  
РЕМОНТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

**Коршунов В.Я.**

**Зависимость коэффициента трения  
и скорости износа шероховатости поверхности**

Методические указания к лабораторной работе по курсу  
«Основы триботехники»

Брянск – 2016

УДК 621.9  
ББК 34.751  
М 69

Коршунов В.Я. Зависимость коэффициента трения и скорости износа от шероховатости поверхности: Методические указания / В.Я. Коршунов. – Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2016. – 12 с.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по профилю 110800-04.62 – Технический сервис в АПК.

Рецензент: д.т.н., профессор Купреенко А.И.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета, протокол №7 от 23 мая 2016 года.*

© Брянский ГАУ, 2016  
© Коршунов В.Я., 2016

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ И СКОРОСТИ ИЗНОСА ОТ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

**Цель работы** – экспериментально изучить зависимость коэффициента трения и скорости износа от шероховатости поверхности.

#### Материальное оснащение работы

- 1 Машина трения МИ-1М.
- 2 Профилометр-профилограф 170622, подключённый к ПЭВМ.
- 3 Образцы для испытаний.
- 4 Токарный станок модели 1К625, резец – токарный проходной с механическим креплением 4-х гранной пластины из твёрдого сплава Т15К6.
- 5 Измерительный инструмент – электронный штангенциркуль с ценой деления 0,001мм.
- 6 Веретённое масло с 5%-ой добавкой абразивного порошка. В качестве абразива используется кварцевый песок размером частиц  $d_{cp} \approx 0,05$  мм.
- 7 Секундомер.
- 8 Грузы.

## Общие указания

Шероховатость поверхности согласно ГОСТ ГОСТ 2789 – 73 оценивается по неровностям профиля, получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью, перпендикулярной к ней (рис.1). Для оценки шероховатости поверхности её рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого

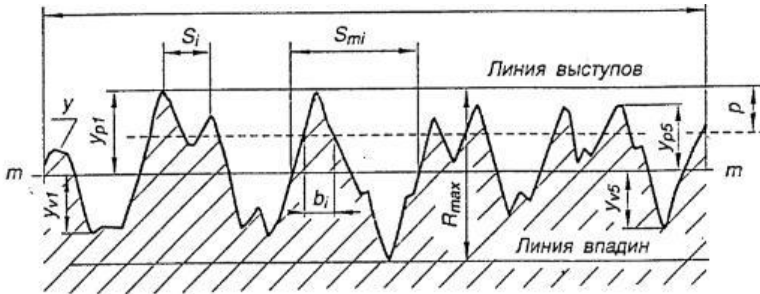


Рисунок 1 – Профилограмма шероховатости поверхности называется базовой длиной -  $l$ .

Параметры шероховатости условно делятся на три основные группы: высотные, шаговые и параметр формы [1].

В машиностроении обычно используют два высотных параметра:

1)  $R_a$  – среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины.

2)  $R_z$  – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин, пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

Коэффициент трения скольжения является безразмерной величиной и его зависимость от шероховатости поверхности носит довольно сложный характер, которая обычно определяется опытным путём [2]. Материалы, обладающие малым коэффициентом трения, называются антифрикционными. К ним относятся баббит, графит, бронза. Они применяются для изготовления подшипников скольжения, втулок, вкладышей и других трущихся деталей. Материалы, обладающие большим коэффициентом трения, называются фрикционными. Это специальные пластмассы и другие материалы с добавлением асбеста и меди. Они применяются для изготовления тормозных колодок, накладок дисков сцепления и других деталей. Коэффициентом трения скольжения  $f_{mp}$  называется отношение силы трения  $F_{mp}$  к нормальной силе  $P_n$ .

$$f_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр}}}{P_n}. \quad (1)$$

В 80% случаев потеря служебных характеристик машин: точности, надёжности, мощности, производительности и др. происходит вследствие износа трущихся поверхностей подвижных соединений детали.

Изнашивание материалов – процесс разрушения поверхностных слоев трущихся тел, который приводит к уменьшению размеров тел (износу) в направлении, перпендикулярном к поверхности трения. Интенсивность изнашивания пар трения

зависит от свойств материалов деталей, технологической подготовки поверхностей и их качества (твёрдости, шероховатости), а также от условий службы – нагрузки, температуры, смазки и др. Многообразие возникающих в контактном слое изменений приводит к различным видам износа. Вид износа нельзя определить одним термином, название его должно содержать несколько характеристик. Механизм разрушения поверхностного слоя различны. По характеру промежуточной среды различают износ при трении без смазки, износ при граничном трении и при наличии абразива. По характеру деформирования поверхностного слоя различают износ при упругом контакте, пластическом контакте и при микрорезании. Зависимость износа образцов  $i$  мм от шероховатости поверхности для конкретных условий внешнего трения определяют, как правило, опытным путём на основе замера диаметра образцов до процесса изнашивания  $D_n$  (мм) и после его завершения  $D_{из}$  через определённый период времени  $T$  (мин). После чего определяется износ

$$i = \frac{D_n - D_{из}}{2}, \text{ мм.} \quad (2)$$

Скорость износа  $V_{тр}$  рассчитывается по формуле

$$V_{тр} = \frac{i}{T}. \text{ мм/мин.} \quad (3)$$

## Порядок проведения эксперимента

Экспериментальные исследования проводились на машине трения МИ-1М. Машина трения включает в себя станину, на которой смонтированы электродвигатель, привод основного вала, откидная головка с державкой для контртела, тензометрический датчик для замера силы трения, частотный преобразователь.

Электропривод с частотным преобразователем позволяет изменять скорость вращения образца от 0 до 1000 мин<sup>-1</sup>. Над основным валом смонтирован кронштейн с бачком для подачи СОЖ в зону трения образцов. С помощью специального приспособления осуществляется заданная нагрузка на образцы в зоне трения.

Образцы цилиндрической формы, выполнены из стали 45 твёрдостью НВ 1800. Они готовятся заранее точением на токарном станке с использованием цилиндрической оправки. Форма и размеры образцов представлены на рисунке.

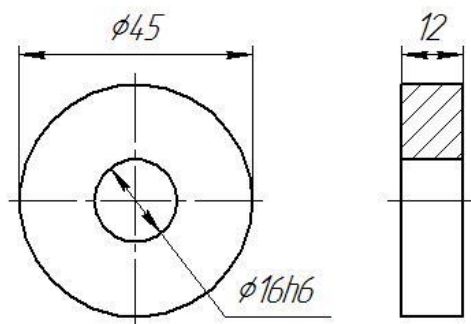


Рисунок 2 – Форма и размеры образцов

Для экспериментальных исследований изготавливаются две партии образцов по четыре образца в каждой (каждый образец - контр тела пронумерован от 1 до 4, образцы для испытаний от 11 до 44). Первая партия, которая используется в качестве контр тел, обрабатывалась на одинаковых режимах резания; глубина  $t = 0,3$  мм, подача  $S = 0,33$  мм/об, обороты  $n = 800$  мин<sup>-1</sup>, скорость резания  $V = 115$  м/мин. Диаметры каждого образца измерялись штангенциркулем и заносились в соответствующую графу таблицы 1. Шероховатость наружной поверхности, измеренной на профилографе-профилометре составила  $R_a$  3,8 мкм. Обработка второй партии образцов отличалась от первой только оборотами шпинделя:  $n_1 = 600$ ,  $n_2 = 800$ ,  $n_3 = 1000$ ,  $n_4 = 1200$  мин<sup>-1</sup> и соответственно скоростью:  $V_1 = 80$ ,  $V_2 = 115$ ,  $V_3 = 140$ ,  $V_4 = 170$  м/мин. Шероховатость наружной поверхности составила соответственно:  $R_{a1}$  5,2;  $R_{a2}$  3,8;  $R_{a3}$  2,6;  $R_{a4}$  1,5 мкм. Все эти данные заносятся в таблицу 1.

Проведение испытаний образцов для изучения коэффициента трения и износа в зависимости от шероховатости обработанной поверхности осуществляется следующим образом:

1 На основной вал устанавливается контр тело -1. На вал откидной головки монтируется испытуемый на трение и износ образец -11. В дальнейшем также попарно устанавливаются и другие образцы.

2 Устанавливается необходимое число оборотов, подвешивается груз, который был одинаков при проведении



всех серий испытаний,  $P = 5$  кг.

3 Открывается кран подачи жидкости с абразивом. Скорость подачи СОЖ регулируется степенью открытия крана.

4 Включается основной рубильник лаборатории. Затем включается питание машины трения.

5 Процесс трения наблюдается визуально. Время эксперимента контролируется с помощью секундомера.

6 Измерение силы трения производится средствами тензометрирования. Методика замера силы трения подробно изложена в инструкции эксплуатации прибора. После измерения силы трения по формуле (1) рассчитывается коэффициент трения. Полученные данные вносятся в таблицу 1.

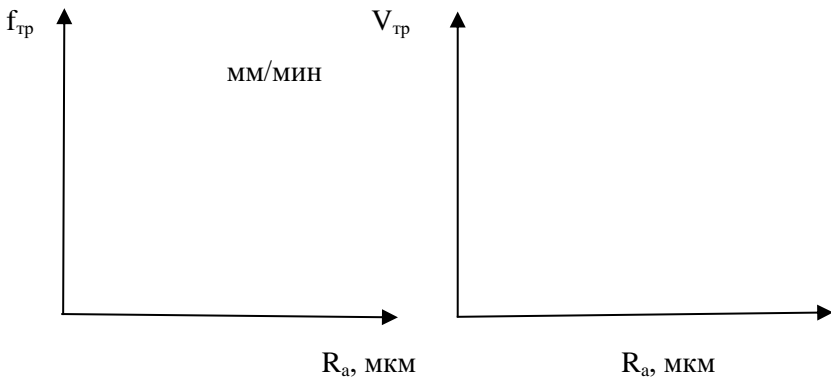
9. Через определенные промежутки времени, которые равны  $T = 15$  минут установка останавливается. Снимается груз со штанги, откидывается откидная головка. производится замер диаметра образца. Перед замером образец обтирается ветошью для удаления СОЖ и продуктов износа. После замера устанавливается другая пара образцов, головка снова опускается, навешивается штанга с грузом и установка запускается. По формуле (2) определяется износ образцов, а по зависимости (3) скорость износа. Данные измерений и расчётов заносятся в соответствующие графы таблицы 1.

После проведения экспериментальных исследований на рисунках 1 и 2 строятся зависимости коэффициента трения  $f_{тр}$  и скорости износа  $V_{тр}$  от шероховатости обработанной поверхности  $R_a$ . Делаются выводы по полученным результатам.

## Выводы

Таблица 1 – Экспериментальные и расчётные данные

№	$D_n$ , мм	$D_{из}$ , мм	$R_{а к.г}$ мкм	$R_{а об}$ мкм	$F_{тр}$ , Н	$l$ , мм	$f_{тр}$	$V_{тр}$ , мм/мин
1	45,015		3,8	5,2				
2	45,018		3,8	3,8				
3	45, 012		3,8	2,6				
4	45,018		3,8	1,5				



Рисуно1 – Зависимость коэффициента трения от шероховатости обработанной поверхности

Рисуно1 – Зависимость скорости износа от шероховатости обработанной поверхности

## **Контрольные вопросы**

- 1 Какие два высотных параметра шероховатости поверхности обычно используются в машиностроении?
- 2 Дайте определение коэффициенту внешнего трения.
- 3 Чем отличаются фрикционные материалы от антифрикционных?
- 4 От чего зависит интенсивность износа материалов?
- 5 Как зависит коэффициент трения и скорость износа материалов от шероховатости поверхности?

## **Список литературы**

- 1 Кожуро Л.М. Технология сельскохозяйственного машиностроения / Л.М. Кожуро, Ж.А. Мрочек, М.Ф. Пашкевич и др. – Мн.: Новое издание, 2006. – 512 с.
- 2 Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов - М.: МСХА, 2001. – 387 с.

Учебное издание

Коршунов Владимир Яковлевич

**Зависимость коэффициента трения и скорости износа  
от шероховатости поверхности**

Методические указания к лабораторной работе по курсу  
«Основы триботехники»

Компьютерный набор и вёрстка Коршунова В.Я.

Редактор Павлютина И.П.

Подписано в печать 9. 06.2016 г. Формат 60x84 1/16. Бумага  
офсетная. Усл. печ. л.0,70. Изд. № 5057. Тираж 50 экз.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, с. Кокино, Выгоничского р-на, Брянской обл., БГАУ