

ФГБОУ ВО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

***ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕХНИКИ***

Журнал лабораторных работ

Студент _____

Факультет _____

Группа _____

Ставрополь

2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Инструкция по технике безопасности.....	4
1. Лабораторная работа 1. Изучение геометрических характеристик поверхностей трения твёрдых тел.....	5
2. Лабораторная работа 2. Испытание образцов на износ.....	10
3. Лабораторная работа 3. Исследование фрикционных характеристик твёрдых тел.....	16
4. Лабораторная работа 4. Определение интенсивности изнашивания и ресурса пары трения.....	19
5. Лабораторная работа 5. Исследование изменения износа инструмента и режимов резания при финишном плазменном упрочнении (на примере сверления)	22

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Студент допускается к выполнению работы только после прохождения инструктажа по технике безопасности.

1. Перед включением профилограф — профилометра в сеть проверить надежность заземления.
2. Снятие профилограммы производится только лаборантом или преподавателем, ведущим занятия.
3. При включённом мотоприводе запрещается прикасаться к движущимся частям прибора.
4. Перед включением машины трения СМЦ-2 убедиться в том, что машина налажена в соответствии с инструкцией.
5. Не работать на машине трения при снятых кожухах.
6. Проверить заземление машины трения и электрошкафа.
7. Не производить затяжку и свинчивание гаек крепления образцов на ходу машины трения.
8. Не облачиваться на машину трения при её пуске и работе.
9. Не производить налаживание машины трения, если она включена в сеть.
10. При испытаниях на трение скольжения не забывать сначала расцепить муфту и только потом стопорить вал верхнего образца специальным штифтом. Несоблюдение этого правила приведёт к выходу из строя машины трения.

ИНСТРУКТАЖ ПРОШЁЛ

Подпись и Ф.И.О. студента

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Задачи работы

1. Ознакомление с основными параметрами, характеризующими макро– и микрогеометрию поверхностей трения твёрдых тел.
2. Ознакомление с щуповым методом изучения геометрических характеристик профиля.
3. Изучение конструкции и принципа действия профилографа-профилометра MarSurf PS 1.
4. Анализ профилограмм с целью построения кривой опорной поверхности. Определение параметров шероховатости.

В профилографе игла 1 перемещается по поверхности и смещается по вертикали относительно шаровой опоры 2, имеющей большой радиус кривизны и поэтому скользящей по вершинам микровыступов, опускаясь и поднимаясь в соответствии с имеющейся волнистостью. Перемещение иглы 1 преобразуется датчиком 3 в электрические сигналы, которые поступают в блок 4, где усиливаются и анализируются, и отсюда — на показывающий прибор 5 и самописец 6. Благодаря тому, что шаровая опора имеет большой радиус и скользит по вершинам выступов, она повторяет форму волн, и прибор реагирует только на шероховатость поверхности.

Для одновременной оценки шероховатости и волнистости поверхности прибор работает в другом режиме: опора 2 прижимается и скользит по гладкой ровной поверхности АВ, а игла реагирует и на шероховатость поверхности, и на её волнистость.

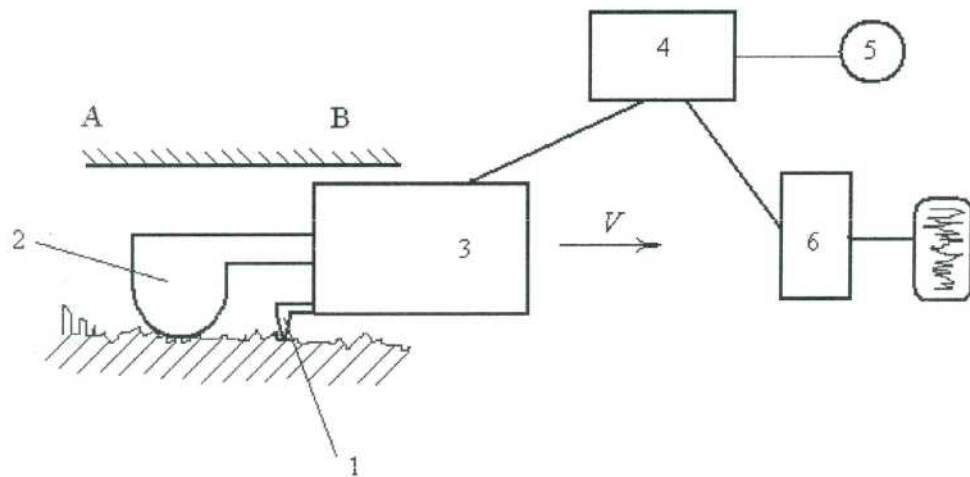


Рисунок 1 — Схема работы профилографа:

1 — профилограф; 2 — шаровая опора; 3 — преобразующий датчик;
 4 — усиливающий блок; 5 — показывающий прибор; 6 — самописец;
 А-В — гладкая ровная поверхность.

В современных профилометрах получаемые в процессе измерения данные анализируются с помощью ЭВМ, и сразу выдаются значения характеристик шероховатости и волнистости.

Полученный участок профилограммы

Таблица 1 – Данные для построения кривой опорной поверхности

Параметр	Номер секущей плоскости					
	1	2	3	4	5	6
$h_i, \text{мм}$						
$\Delta l_i, \text{мм}$						
t_p						
ε_i						

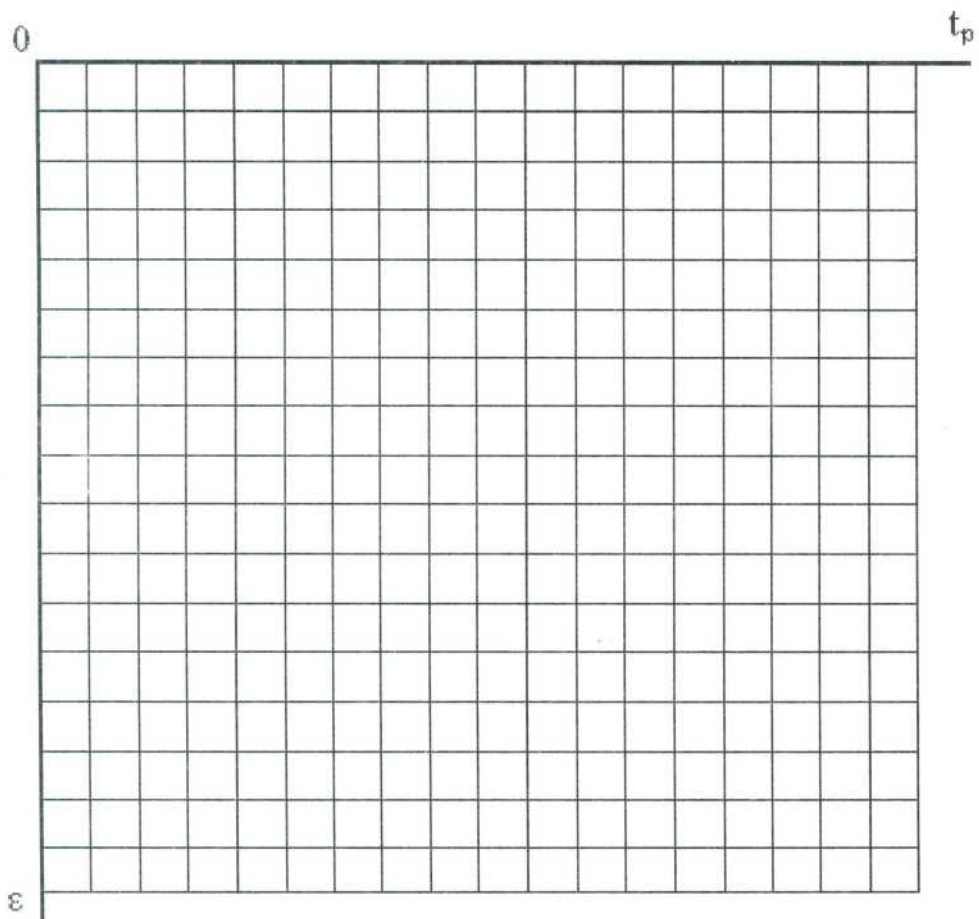


Рисунок 2 — Кривая опорной поверхности

Определение параметров шероховатости

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y| =$$

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right) =$$

$$R_{\max} =$$

$$S \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i =$$

$$S_m \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_{mi} =$$

Выводы: _____

Контрольные вопросы

1. Назовите основные причины отклонений от номинального профиля реальных поверхностей твёрдых тел.
2. Какие виды отклонений от правильной геометрической формы поверхности вы знаете?
3. Перечислите основные параметры шероховатости.
4. Для чего строится кривая опорной поверхности?
5. Как строится кривая опорной поверхности?
6. Каков принцип действия профилограф-профилометра?
7. В чём заключаются недостатки и преимущества щупового метода измерения профиля?
8. Поясните конструкцию и принцип действия профилографа Mar-Surf PS 1.

Работу выполнил _____ Работу принял _____

« ____ » _____ 20 __ г. « ____ » _____ 20 __ г.

Лабораторная работа № 2

ИСПЫТАНИЕ ОБРАЗЦОВ НА ИЗНОС

Задачи работы

1. Ознакомьтесь с основными понятиями и определениями, относящимися к износу деталей и рабочих органов машин.
2. Ознакомьтесь с конструкцией, принципом действия и правилами эксплуатации машины трения СМЦ-2.
3. Экспериментальным путём определить коэффициент трения скольжения в паре трения «диск-колодка».

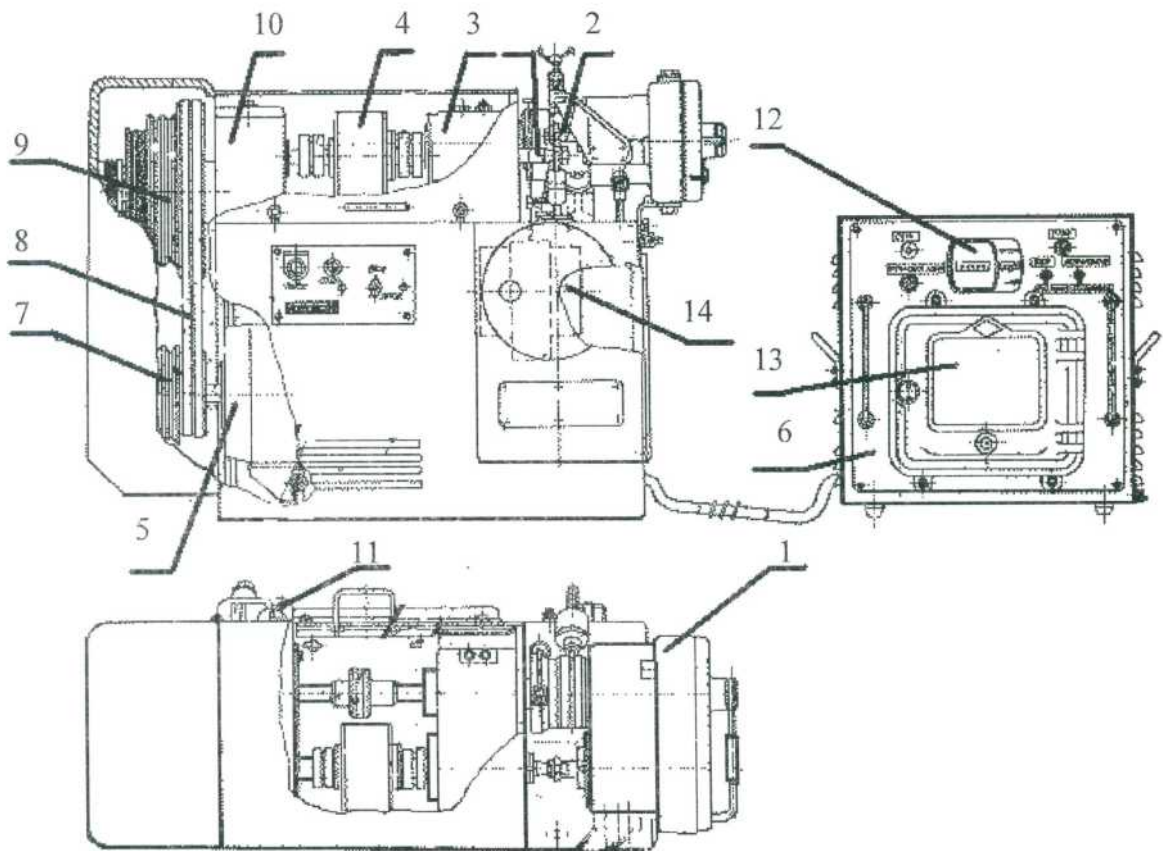


Рисунок 1 — Машина трения СМЦ-2

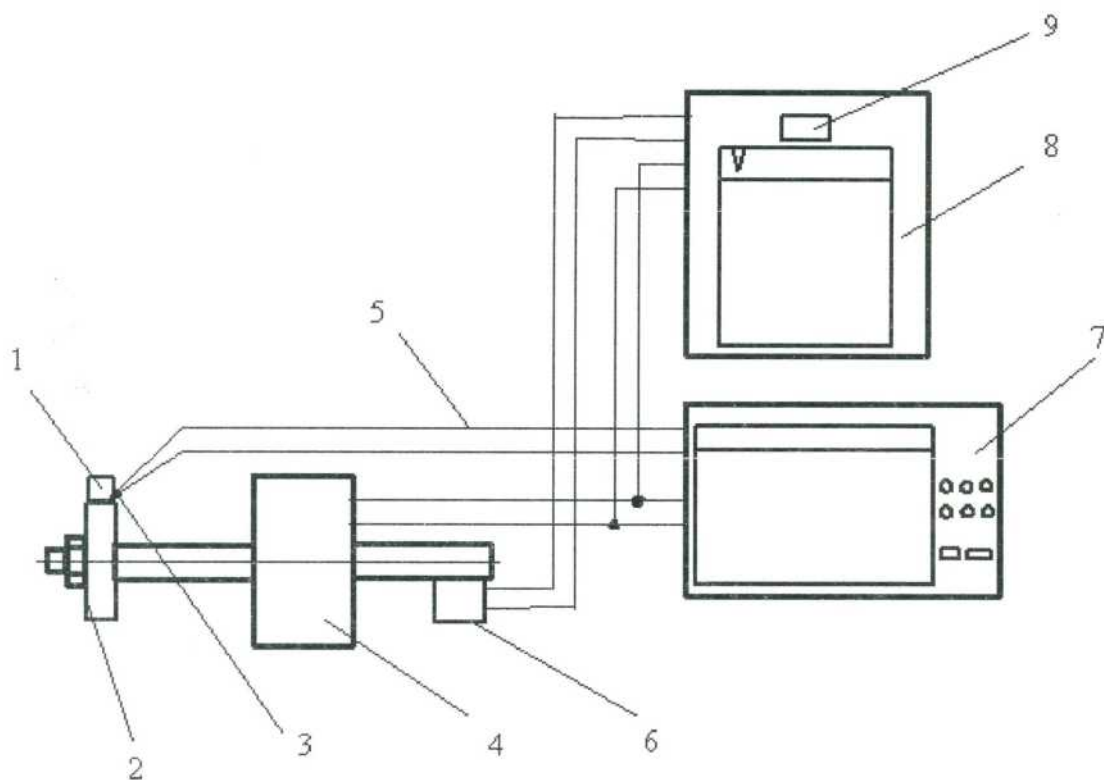
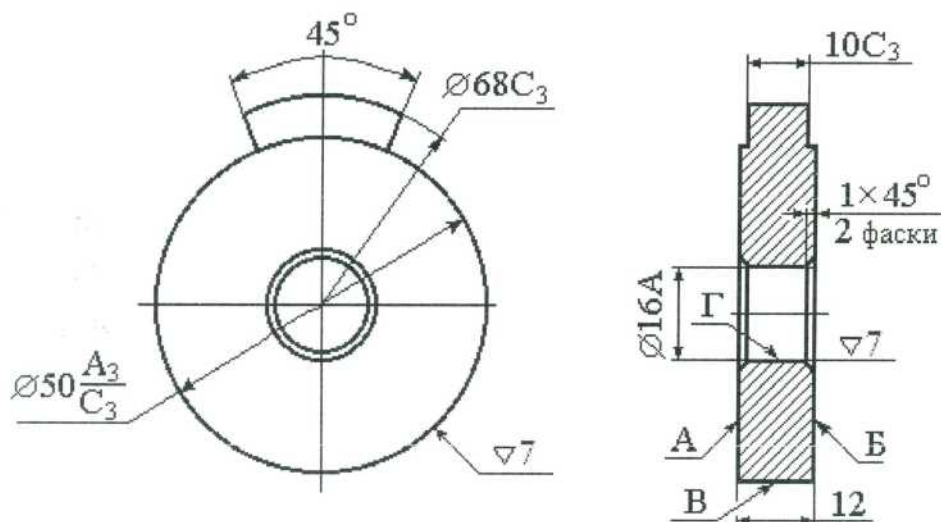


Рисунок 2 — Схема измерений

1 – образец «колодка», 2 – образец «диск», 3 – термопара, 4 – датчик момента, 5 – соединительные провода, 6 – датчик измерения числа циклов работы, 7 – осциллограф, 8 – потенциометр-мометоизмеритель, 9 – счетчик числа циклов.



1. Непараллельность поверхн. А и Б не более 0,02 мм.
2. Радиальное биение поверхн. В относительно оси отв. Г не более 0,03 мм.
3. Торцовое биение поверхн. А относительно оси отв. Г не более 0,02 мм.

Рисунок 3 —Чертёж образцов

Таблица 1 – Результаты испытания образцов на износ

Показатели	Наработка циклов, <i>n</i>						
	0	50	100	150	200	250	300
Масса диска, <i>m_д</i> , гр.							
Износ диска, <i>I_д</i> , гр							
Масса колодки, <i>m_к</i> , гр.							
Износ колодки, <i>I_к</i> , гр.							
Температура в паре трения, <i>t</i> , град.							
Момент трения, <i>M_т</i> , кгс × см.							
Коэффициент трения, <i>f</i>							

$$f = \frac{M_T}{P_n \cdot R_0}$$

По данным таблицы 1 строятся зависимости износа, температуры и коэффициента трения от числа циклов нагружения: $I=f(n)$, $t=f(n)$, $f=f(n)$.

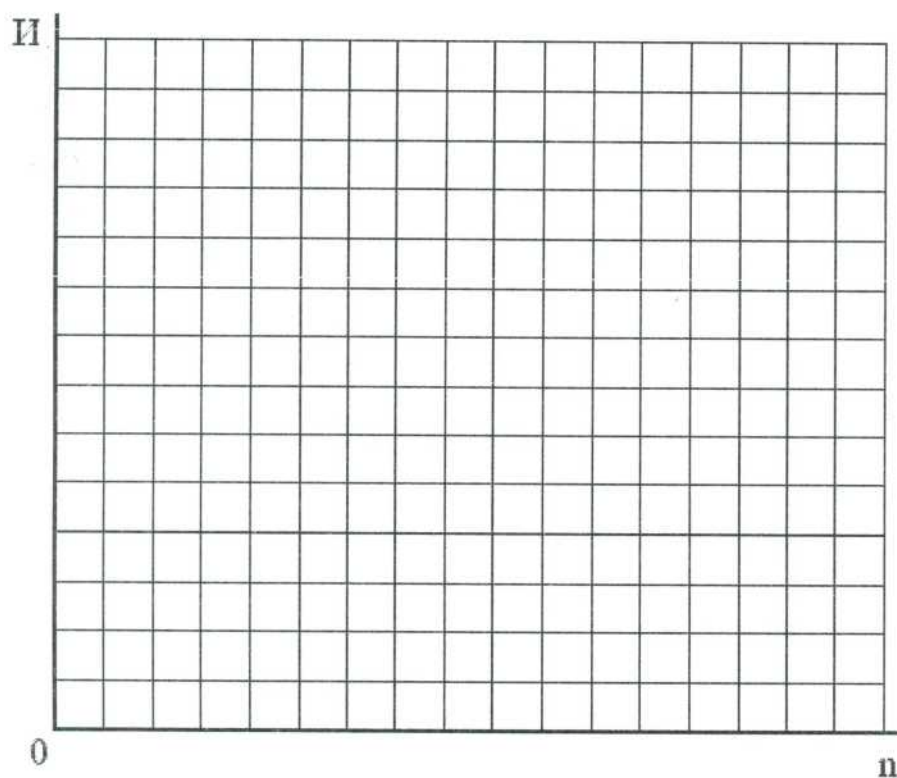


Рисунок 4 – Зависимость износа от числа циклов нагружений

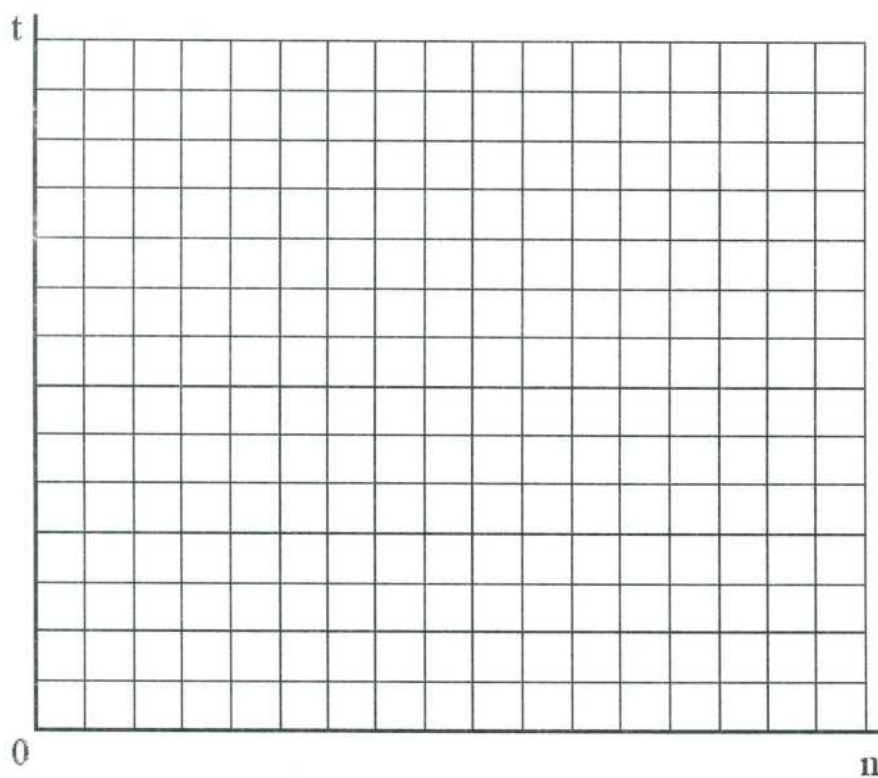


Рисунок 5 – Зависимость температуры от числа циклов нагружений

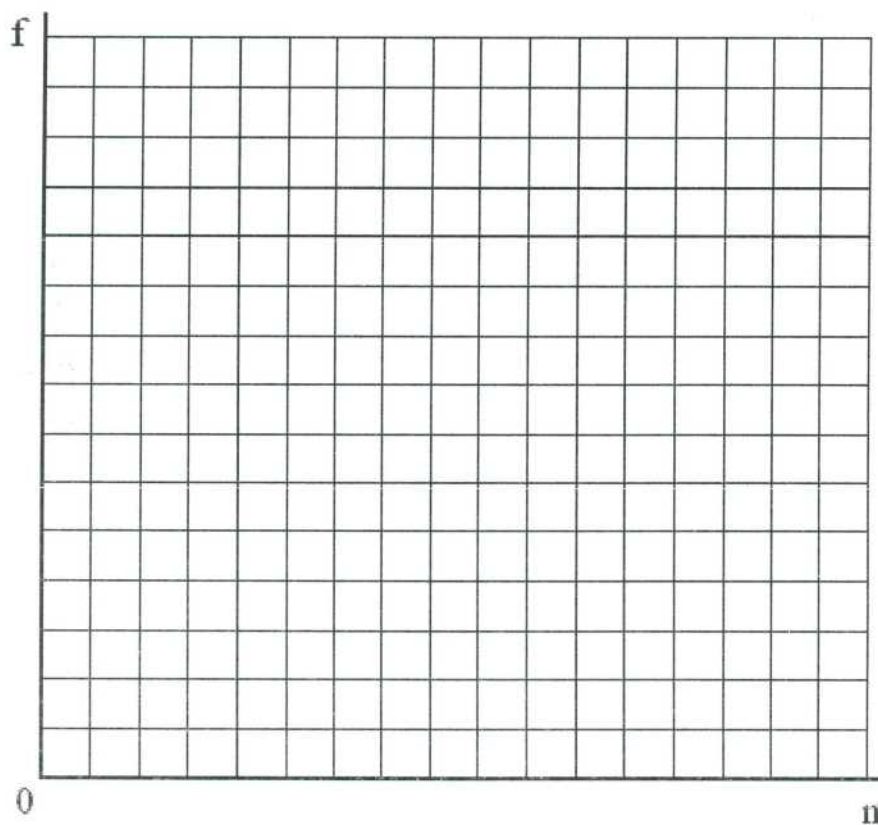


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента трения от числа циклов
нагрузений

Выводы: _____

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «пара трения».
2. Что такое «изнашивание», «износ»?
3. Чем характеризуется изнашивание?
4. Какие методы определения износа Вы знаете?
5. Поясните конструкцию и принцип действия машины СМЦ-2.
6. Как зависят температура, коэффициент трения и износ от числа циклов нагружения?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

« ____ » _____ 20 __ г. « ____ » _____ 20 __ г.

Лабораторная работа № 3
ИССЛЕДОВАНИЕ ФРИКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Задачи работы

1. Изучение аналитических и экспериментальных методов определения фрикционных характеристик твердых тел.
2. Расчетным и экспериментальным путем определить коэффициент трения скольжения полимеров.

$$\Delta = 0,707R_{max}/r =$$

$$P_c = \frac{0,452HB^5}{E^4 \Delta^2} =$$

$$f = \frac{2,4\tau_0}{P_c^{0,2}\Delta^{0,4}} \left(\frac{1-\mu^2}{E} \right)^{0,8} + \beta + 0,24\alpha_2\Delta^{0,4} \left[\frac{P_c(1-\mu^2)}{E} \right]^{0,2} =$$

Таблица 1 - Результаты триботехнических испытаний

Параметр	Нагрузка (P_n), Н					
Момент трения, $M_{тр}$, Н×мм						
Сила трения $P_{тр}$, Н						
Коэффициент трения f						
Давление p , МПа, в трибосопряжении						

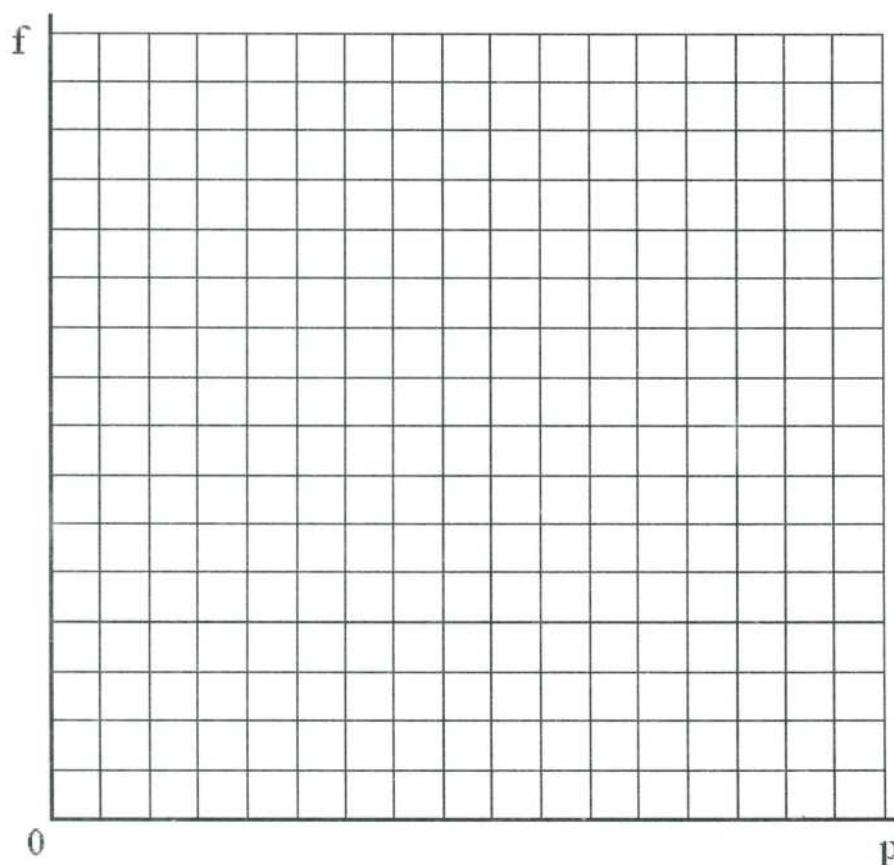


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента трения от давления в трибосопряжении

Выводы: _____

Контрольные вопросы

1. Поясните смысл молекулярно-механической природы трения.
2. Дайте определение понятиям «адгезия» и «схватывание» поверхностей.
3. Какие составляющие определяет величину коэффициента трения скольжения?
3. Как определяется коэффициент трения скольжения экспериментальным путём?
4. Как влияет контактное давление на величину коэффициента трения скольжения?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

« ____ » _____ 20 _ г. « ____ » _____ 20 _ г.

Лабораторная работа № 4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ
И РЕСУРСА ПАРЫ ТРЕНИЯ

Задачи работы

1. Изучить теоретические и экспериментальные методы определения интенсивности изнашивания твердых тел.
2. Расчетным и экспериментальным путем найти интенсивность изнашивания и ресурс опытных образцов.

$$p_c = \frac{0,452HB^5}{E^4 \Delta^2} =$$

$$I_h = \frac{0,34 p_c k^t}{\sigma'_0} \left(\frac{1 - \mu^2}{E} \right) \left[\tau_0 + 0,5\beta \cdot p_c^{0,2} \Delta^{0,4} \left(\frac{E}{1 - \mu^2} \right)^{0,8} \right]^t =$$

$$t = \frac{[h]}{I_h 60 \pi d n k_u} =$$

Таблица 1 - Результаты эксперимента

Параметры	Нормальная нагрузка (P_n), Н				
m_1 , Г					
m_2 , Г					
Δm , Г					
h , мм					
I_h					
t , час					
M_{mp} , Н×мм					
F_{mp} , Н					
f					
p , МПа					

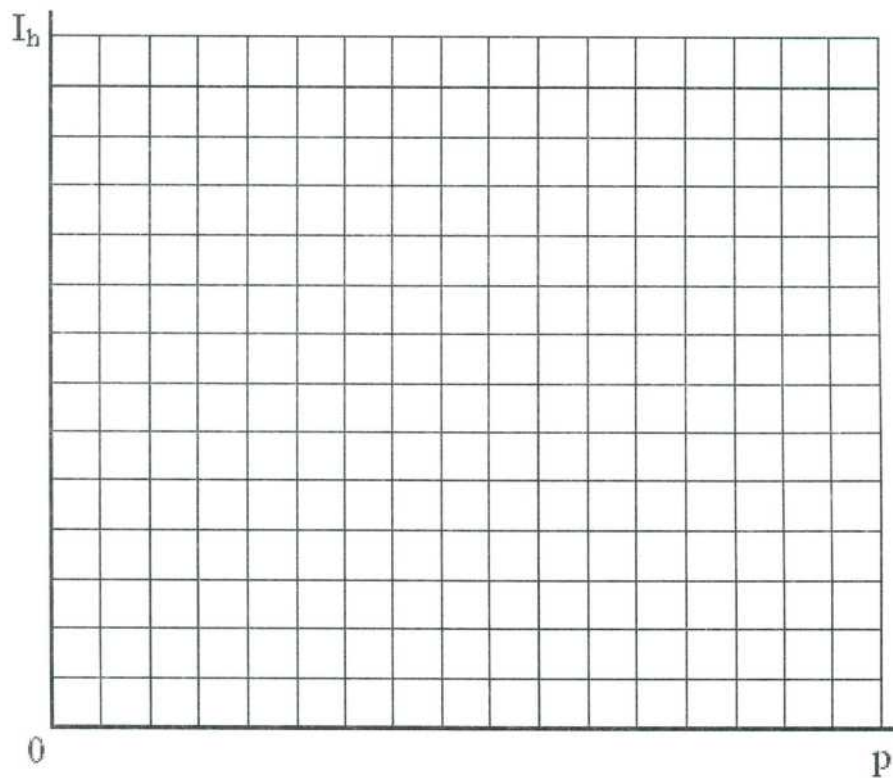


Рисунок 1 – Зависимость интенсивности изнашивания от давления в трибосопряжении

Выводы: _____

Контрольные вопросы

1. В чем отличие износа от изнашивания?
2. Что такое линейная интенсивность изнашивания? Как она определяется?
3. В каких пределах изменяется интенсивность линейного изнашивания?
4. От каких факторов зависит интенсивность линейного изнашивания?
5. Как влияет интенсивность износа на долговечность?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

«_____» _____ 20__ г. «_____» _____ 20__ г.

Лабораторная работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА И РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ФИНИШНОМ ПЛАЗМЕННОМ УПРОЧНЕНИИ (НА ПРИМЕРЕ СВЕРЛЕНИЯ)

Задачи работы

1. Ознакомление с сущностью финишного плазменного упрочнения (ФПУ).
2. Ознакомление с элементами процесса резания при сверлении.
3. Исследование влияния ФПУ на элементы процесса резания при сверлении.

Таблица 1 – Результаты изменения машинного времени при получении отверстий сверлами подвергнутыми и не подвергнутыми ФПУ

Кол-во просверленных отверстий нарастающим итогом, шт.	Среднее машинное время при ручной подаче, нарастающим итогом с.	
	Сверло, не подвергнутое ФПУ	Сверло, подвергнутое ФПУ
10		
20		
30		
40		

Таблица 2 – Результаты изменения ручной подачи сверл подвергнутых и не подвергнутых ФПУ

Кол-во просверленных отверстий нарастаю- щим итогом, шт.	Подача сверла в осевом направлении, мм/об	
	Сверло, не подвергнутое ФПУ	Сверло, подвергнутое ФПУ
10		
20		
30		
40		

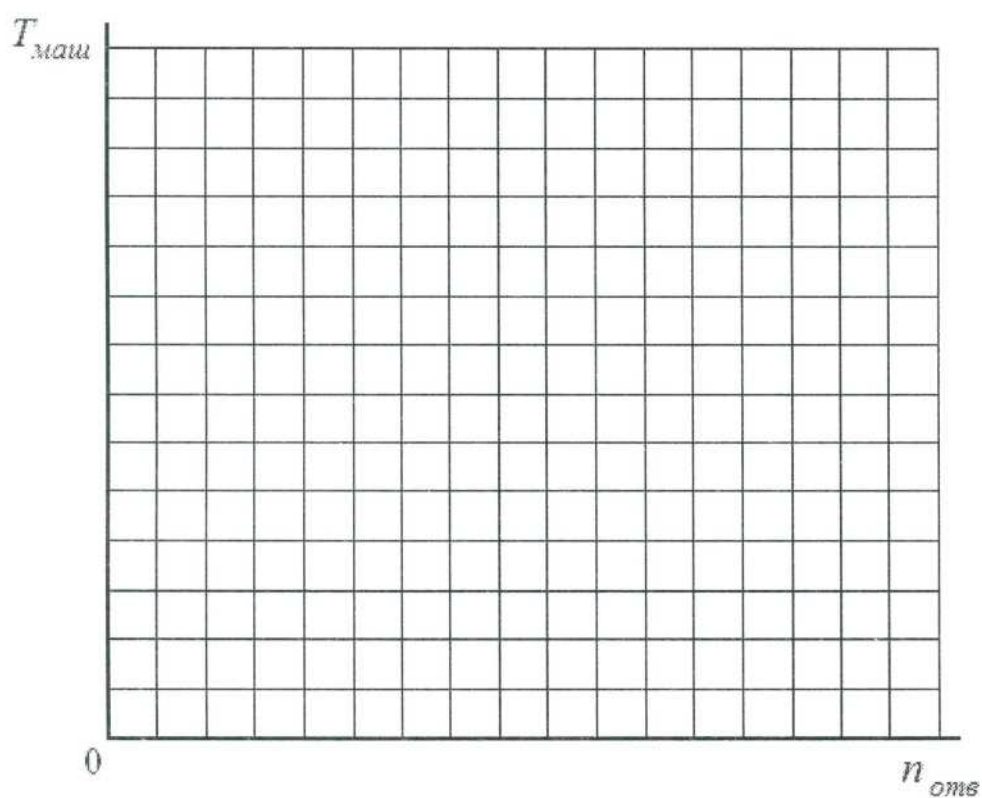


Рисунок 1 – График зависимости машинного времени от количества просверленных отверстий

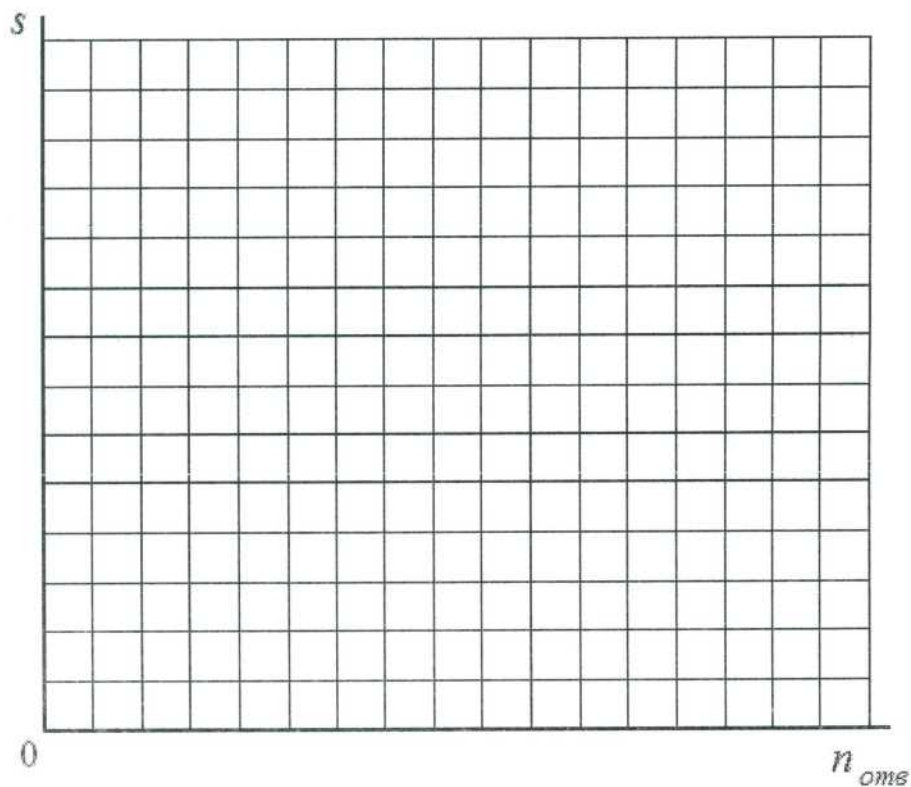


Рисунок 2 – График зависимости ручной подачи от количества просверленных отверстий

Выводы: _____

Контрольные вопросы

1. Что такое ФПУ?
2. В чем цель и сущность ФПУ?
3. Каковы правила техники безопасности при работе на установке для ФПУ?
4. Как влияет ФПУ инструмента на режимы механической обработки?
5. Как изменяется ресурс инструментов при упрочнении на установке ФПУ?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

« ____ » _____ 20 __ г. « ____ » _____ 20 __ г.

Литература

1. Гаркунов, Д.Н. Триботехника : учебное пособие / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. - 2-е изд., стер. - М. : КНОРУС, 2013. - 408 с. (Бакалавриат).
2. Землянушнова, Н.Ю. Исследование трения и износа при ремонте машин и оборудования : методические рекомендации для выполнения лабораторных работ / Н.Ю. Землянушнова, А.Т. Лебедев, Н.П. Доронина, А.В. Захарин, А.С. Слюсарев, А.А. Лазаренко, - Ставрополь : АГ- РУС, 2008.-44 с.
3. Землянушнова, Н.Ю. Основы производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: лабораторный практикум / Н.Ю. Землянушнова, А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк.; Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : АГРУС, 2008. - 64 с.
4. Некрасов, С.С. Обработка материалов резанием. - М. : Агропромиздат, 1988. - 336 с.
5. Сербии В.М. Методические указания по проведению лабораторных занятий по дисциплине «Основы триботехники». Ставрополь, Сев-КавГТУ. 2003. —41 с.
6. Чичинадзе, А.В. Трение, износ и смазка / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун, Н.А. Буше, И.А. Буяновский, Ф.Р. Геккер, И.Г. Горячева, В.В. Гриб, Н.Б. Демкин, М.Н. Добычин, Ю.А. Евдокимов, С.М. Захаров, В.Я. Кершенбаум, Ю.М. Лужнов, М.А. Мамхегов, Н.М. Михин, А.Т. Романова. — М : Машиностроение, 2003. —576 с.

Учебное издание

**ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕХНИКИ**

Журнал лабораторных работ