

ФГОУ ВО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКИ

Журнал лабораторных работ

Студент _____

Факультет _____

Группа _____

Ставрополь

2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Инструкция по технике безопасности.....	3
1. Лабораторная работа 1. Изучение геометрических характеристик поверхностей трения твёрдых тел.....	4
2. Лабораторная работа 2. Испытание образцов на износ.....	9
3. Лабораторная работа 3. Исследование фрикционных характеристик твёрдых тел.....	15
4. Лабораторная работа 4. Определение интенсивности изнашивания и ресурса пары трения.....	18
5. Лабораторная работа 5. Исследование изменения износа инстру- мента и режимов резания при финишном плазменном упрочнении.....	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 облакачиваться 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 профилограф–профилометра.
4. Анализ профилограмм с целью построения кривой опорной поверхности и определения параметров шероховатости.

Способы определения шероховатости

Параметры шероховатости поверхности можно определять как профилометрическим, так и профилографическим способами. В первом случае измеряется непосредственно численное значение параметра шероховатости, которое отображается на измерительном приборе профилометра, во втором – сначала получается графическое изображение микронеровностей поверхности, т. е. профиль поверхности, или профилограмма, которая строится на ленте записывающего прибора профилографа, а затем на основе анализа профилограммы определяется численное значение параметра шероховатости.

Для измерения шероховатости используется контактный (щуповой) метод. Согласно этому методу остро заточенная игла, контактирующая с исследуемой поверхностью, приводится в поступательное перемещение по определенной трассе относительно поверхности (рис. 1). Ось иглы располагают по нормали к поверхности, опускаясь во впадины и поднимаясь на выступы поверхно-

сти во время движения, игла колеблется, повторяя по величине и форме огибаемый профиль поверхности.



Рисунок 1 - Схема измерения шероховатости поверхности контактным методом

Колебания иглы преобразуются в подобные им электрические колебания при помощи электромеханического преобразователя. Снятый с преобразователя сигнал после соответствующей обработки поступает на измерительный прибор, где отображается в виде численного значения параметра шероховатости либо записывается в виде графического изображения микронеровностей – профилограммы.

Соответственно, контактные приборы, предназначенные для измерения шероховатости поверхности, в первом случае называются профилометрами, а во втором – профилографами. Комбинированные приборы, которые позволяют осуществлять и профилометрические, и профилографические измерения, называются профилометрами-профилографами.

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						

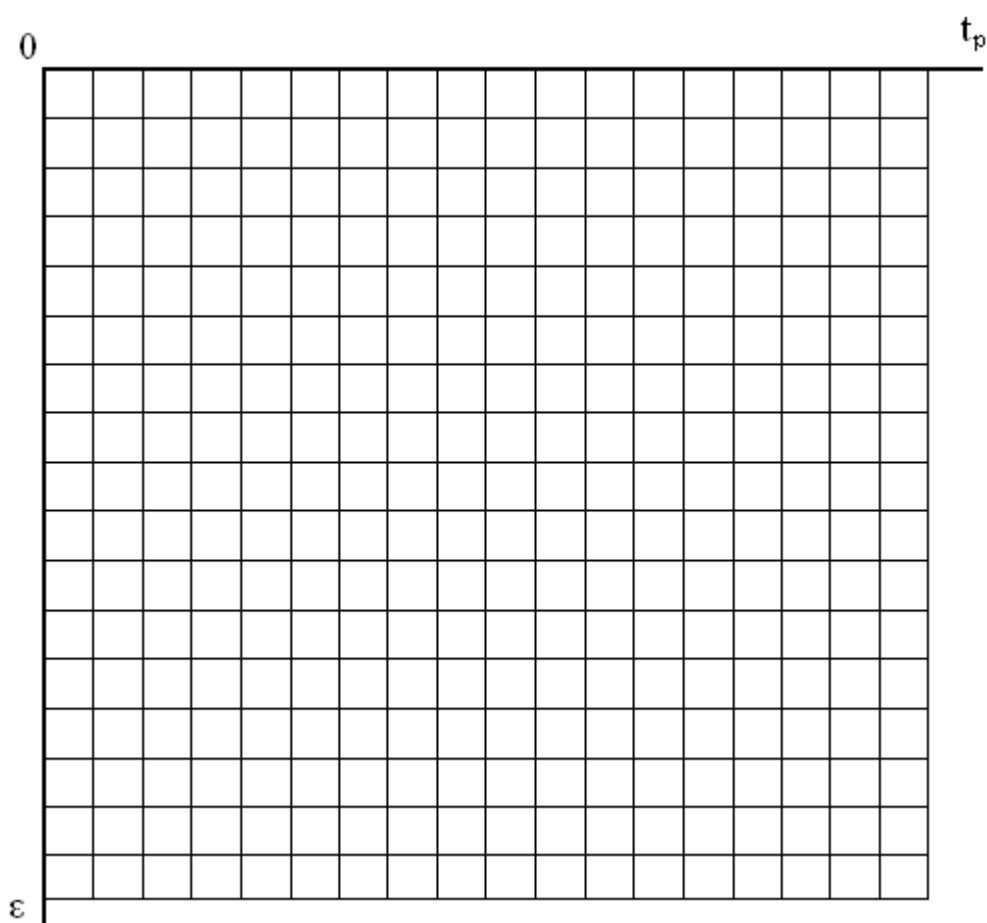


Рисунок 2 - Кривая опорной поверхности

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?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

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

Лабораторная работа № 2

ИСПЫТАНИЕ ОБРАЗЦОВ НА ИЗНОС

Задачи работы

1. Ознакомиться с основными понятиями и определениями, конструкцией, принципом действия и правилами эксплуатации машины трения СМЦ-2.
2. Экспериментальным путём определить коэффициент трения скольжения в паре трения «диск-колодка».

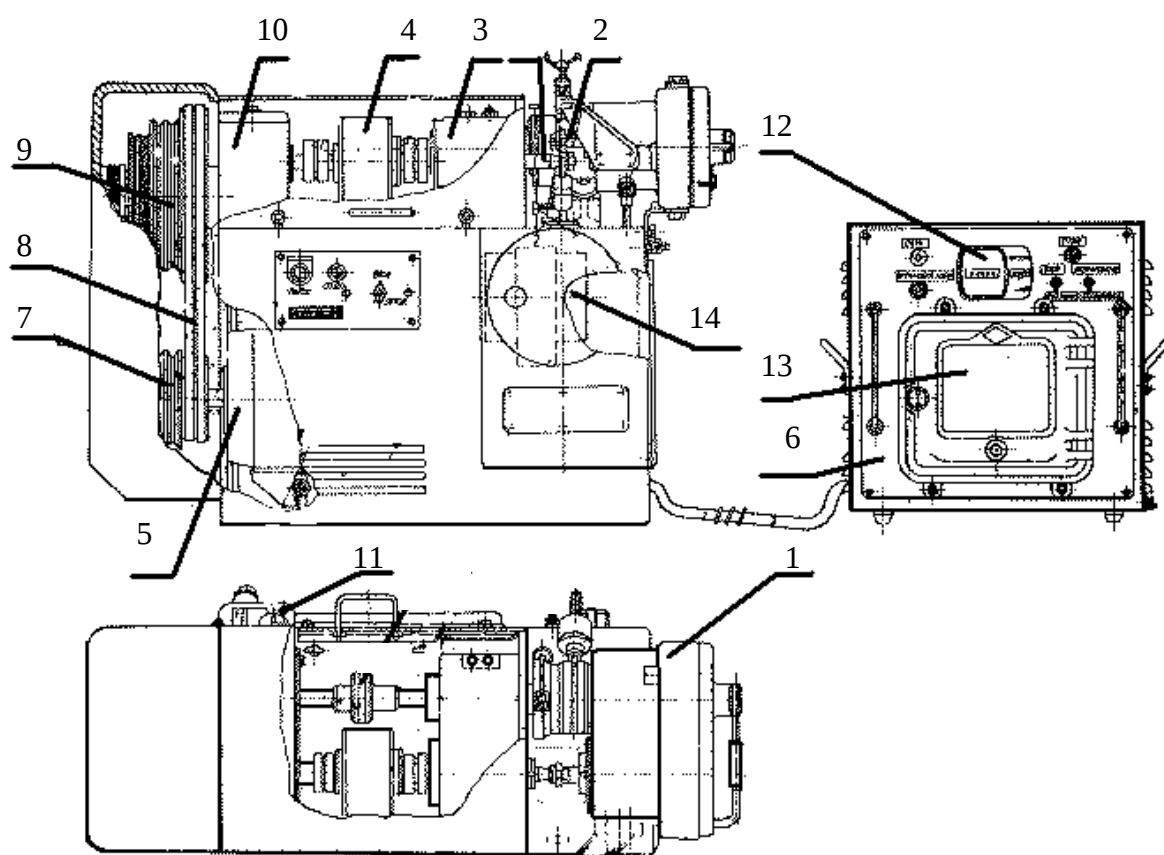


Рисунок 1 – Машина трения СМЦ-2

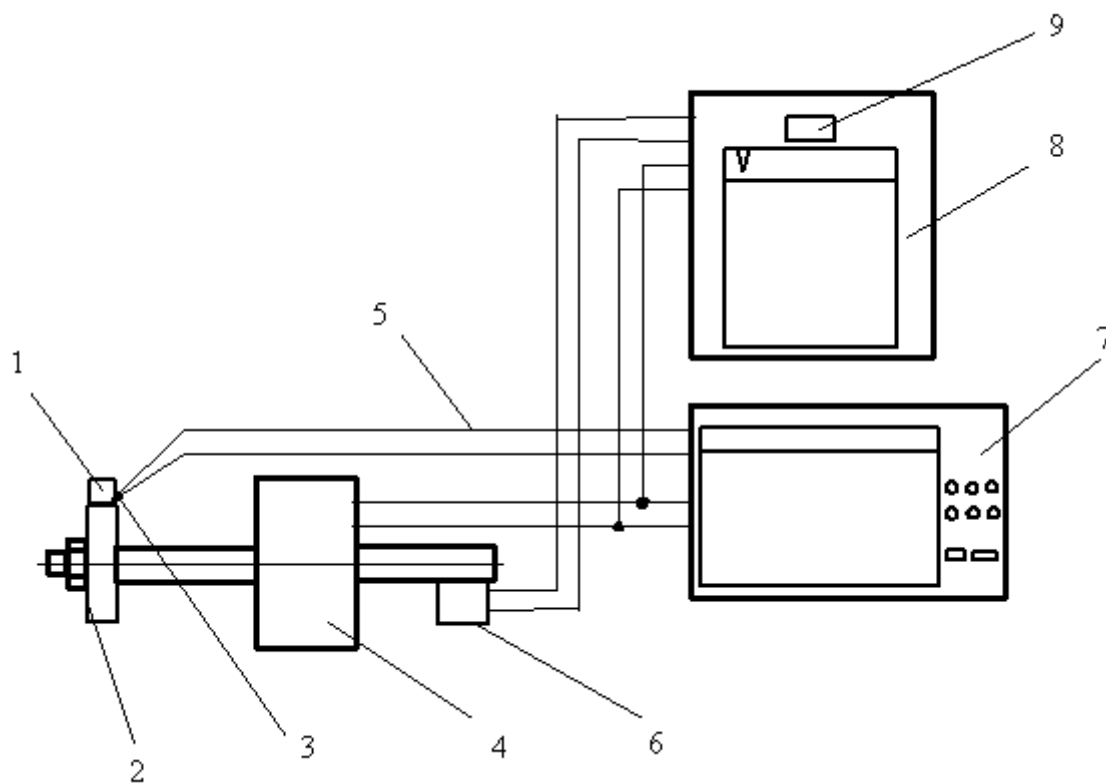
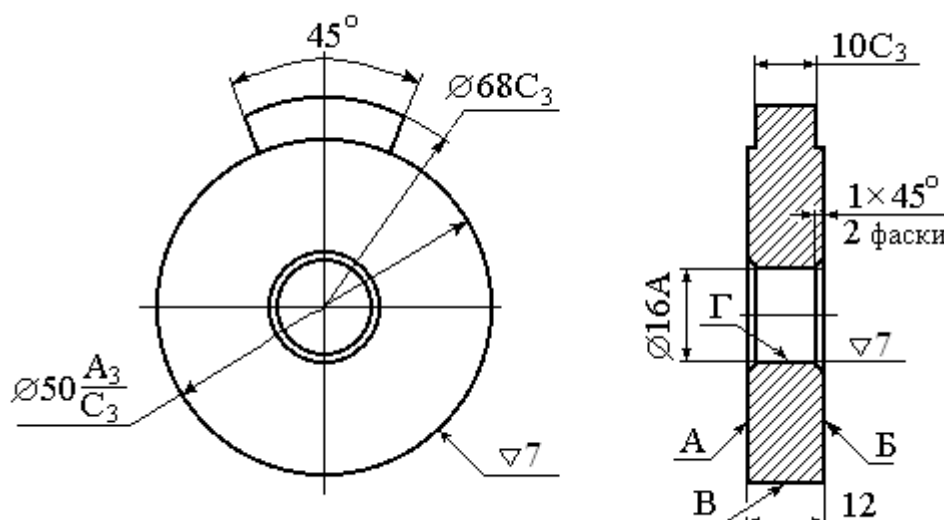


Рисунок 2 – Схема измерений

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, n						
	0	50	100	150	200	250	300
Масса диска, m_d , гр.							
Износ диска, I_d , гр							
Масса колодки, m_k , гр.							
Износ колодки, I_k , гр.							
Температура в паре трения, t , град.							
Момент трения, M_t , кгс.см.							
Коэффициент трения, f							

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

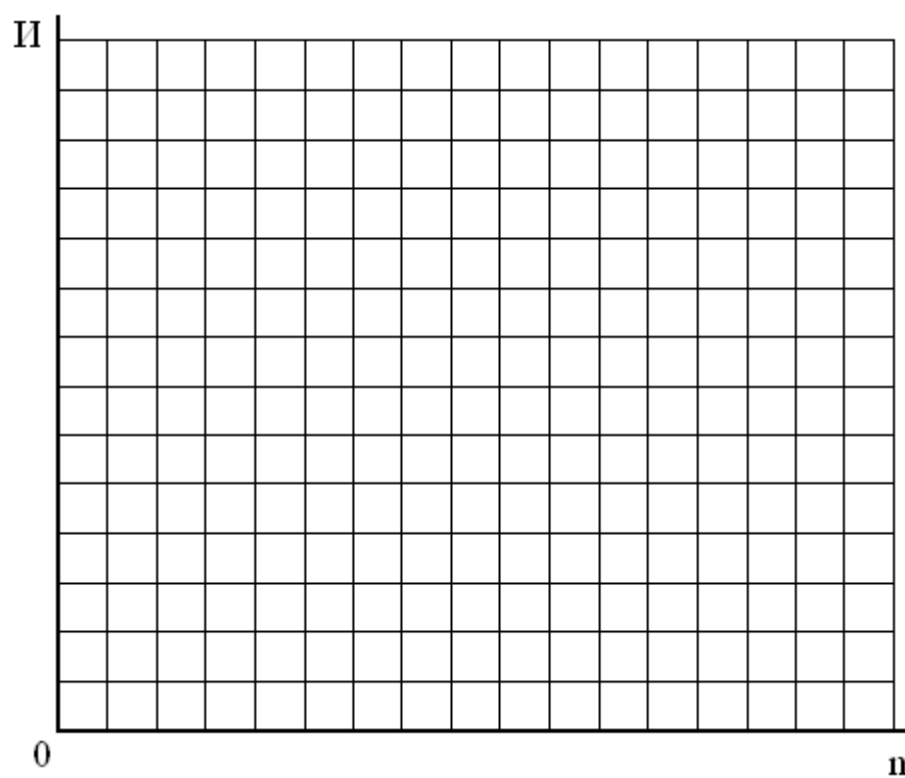


Рисунок 4 – Зависимость износа от числа циклов нагружений

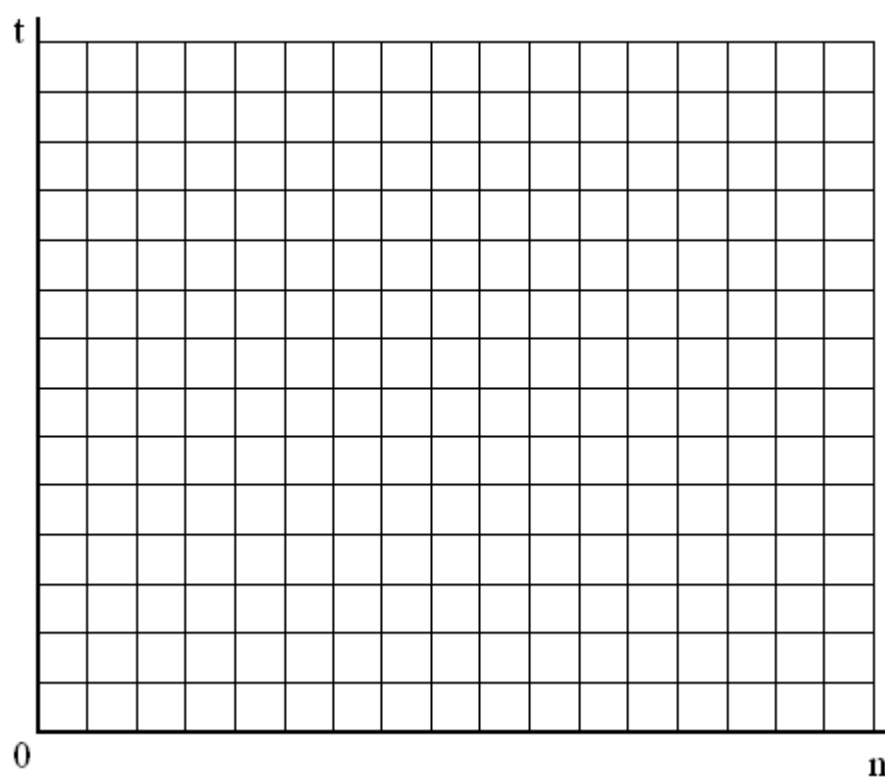


Рисунок 5 – Зависимость температуры от числа циклов нагружений

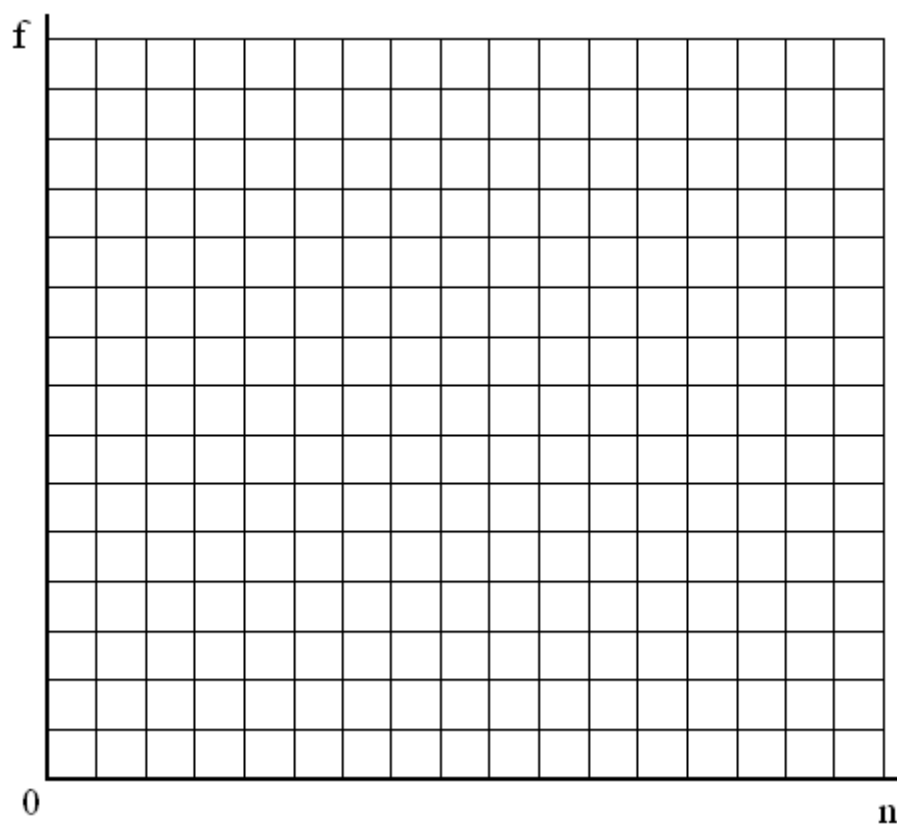


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента трения от числа циклов нагружений

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.

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

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

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

Таблица 1 - Результаты триботехнических испытаний

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

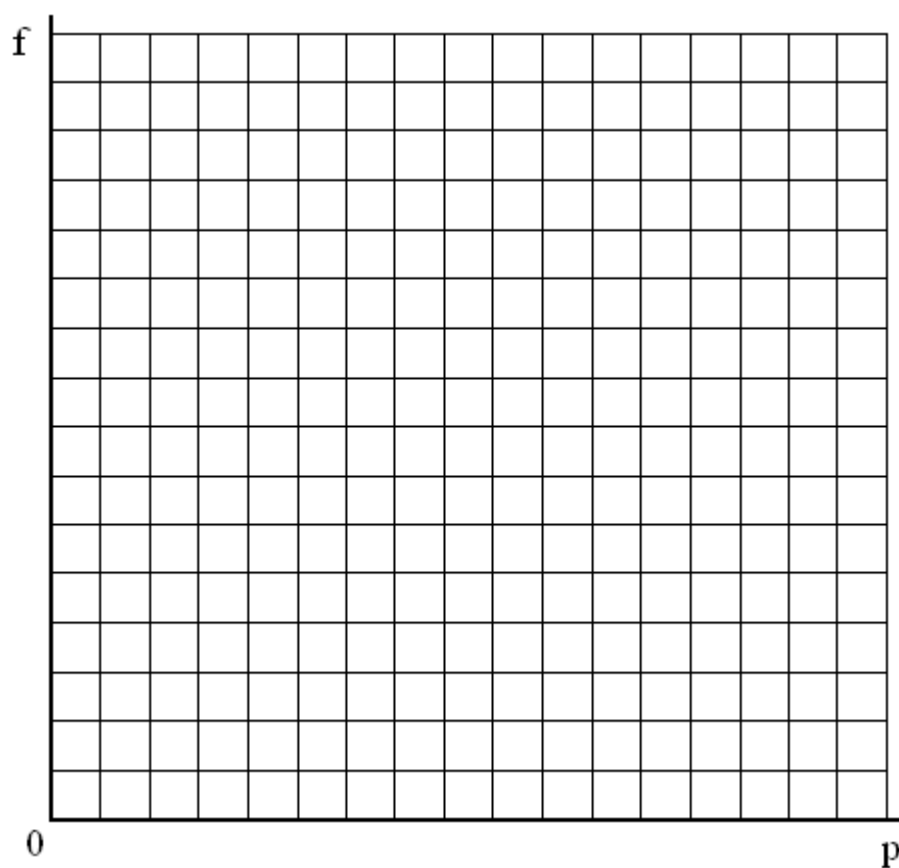


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента трения от давления в трибосопряжении

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.

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

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

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

Таблица 1 - Результаты эксперимента

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

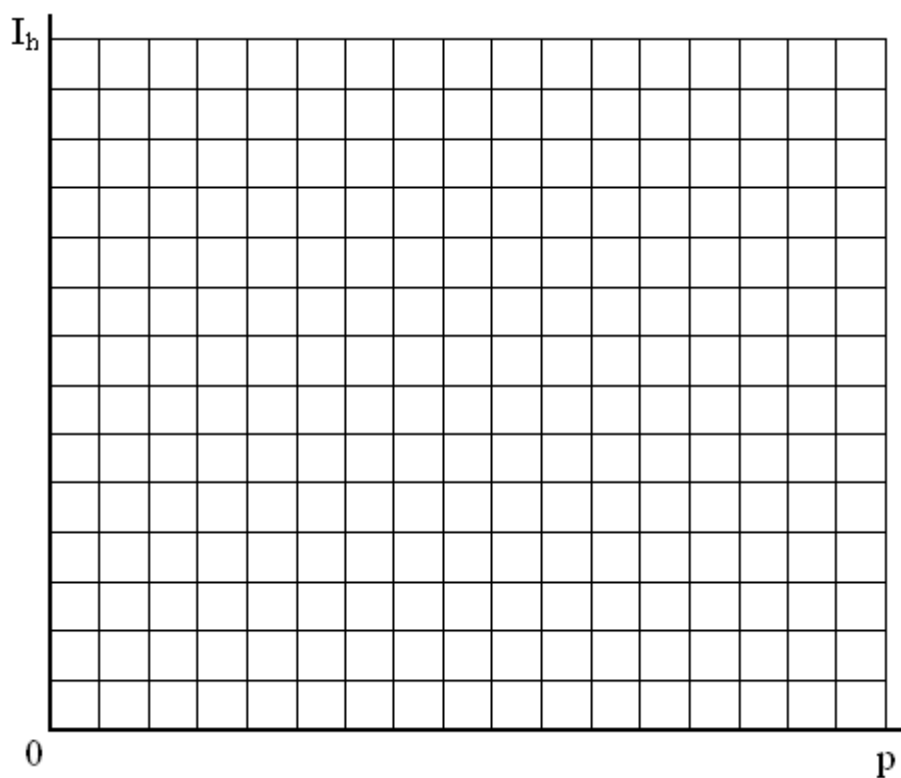


Рисунок 1 – Зависимость интенсивности изнашивания от давления в трибосопряжении

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 _____

«_____» _____ 200_ г. «_____» _____ 200_ г.

Литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. М.: МСХА. 2001, - 616 с.
2. Сербин В.М. Методические указания по проведению лабораторных занятий по дисциплине «Основы триботехники». Ставрополь, СевКавГТУ. 2003, - 41 с.
3. Чичинадзе А.В. и др. Трение, износ и смазка. М: Машиностроение, 2003, - 576 с.
4. Машиностроение. Энциклопедия. В 40 т. Т. 4. Трение, износ и смазка. 1996.
5. Исследование трения и износа при ремонте машин и оборудования: методические указания / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, А.В. Захарин и др. – 2 –е изд., перераб. и доп. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2020, - 68 с.

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

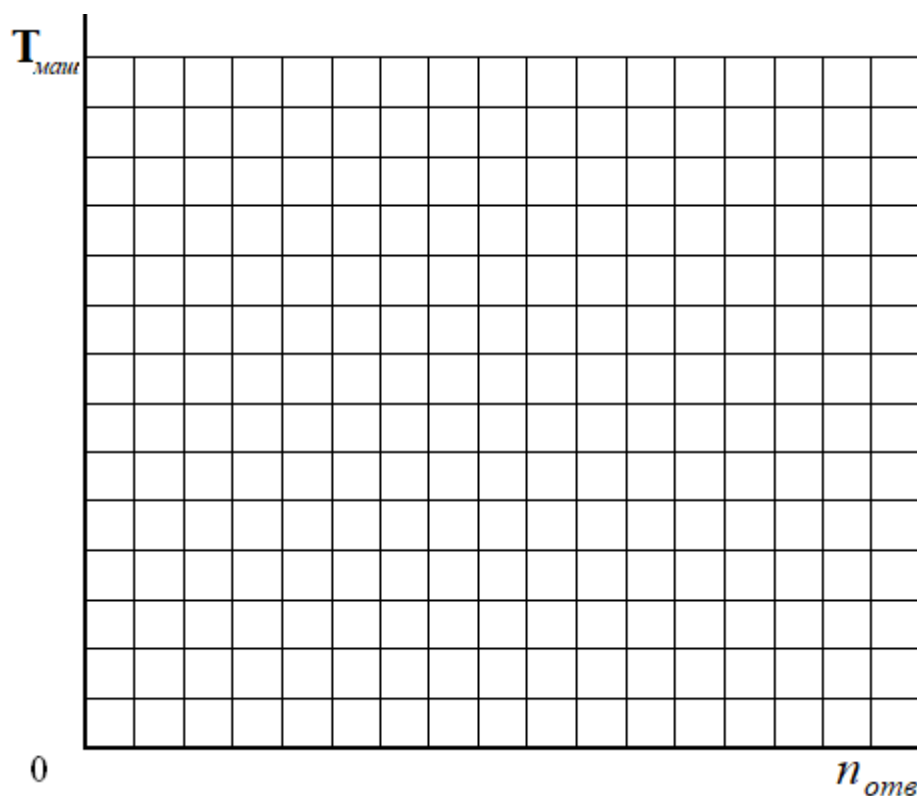


Рисунок 1 – График зависимости машинного времени от количества просверленных отверстий

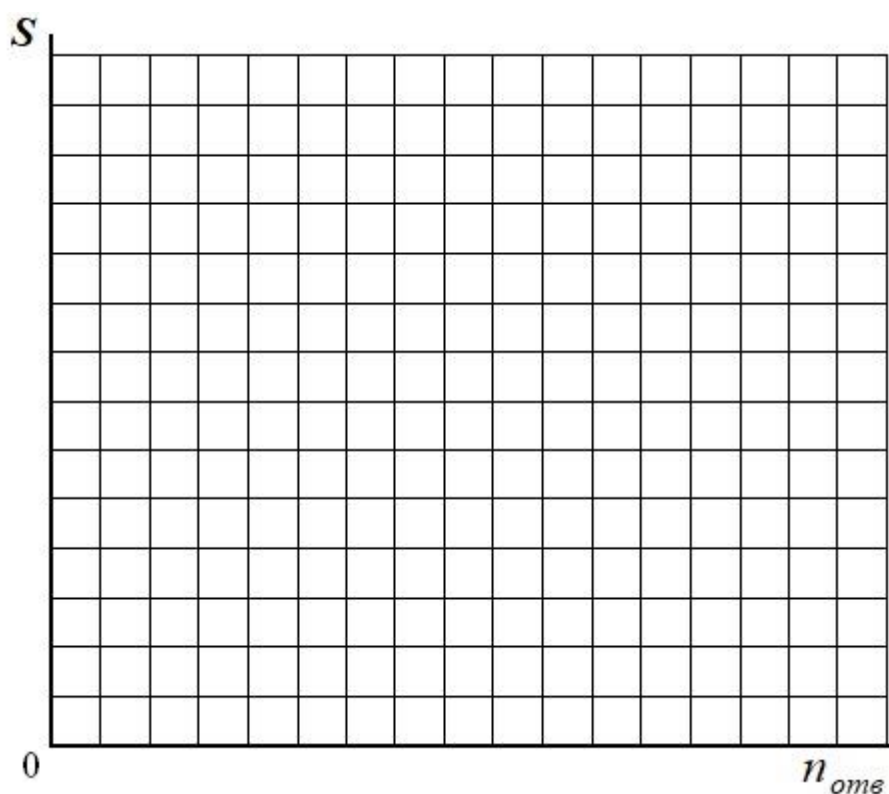


Рисунок 2 – График зависимости ручной подачи от количества просверленных отверстий

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 установку ФПУ?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

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

Литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. М.: МСХА. 2001, - 616 с.
2. Сербин В.М. Методические указания по проведению лабораторных занятий по дисциплине «Основы триботехники». Ставрополь, СевКавГТУ. 2003, - 41 с.
3. Чичинадзе А.В. и др. Трение, износ и смазка. М: Машиностроение, 2003, - 576 с.
4. Машиностроение. Энциклопедия. В 40 т. Т. 4. Трение, износ и смазка. 1996.
5. Исследование трения и износа при ремонте машин и оборудования: методические указания / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, А.В. Захарин и др. – 2 –е изд., перераб. и доп. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2020, - 68 с.