



Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана



140 лет кафедре «Теория механизмов и машин»

Учебное пособие

ТАРАБАРИН В.Б., ФУРСЯК Ф.И., КУЗЕНКОВ В.В.

ЖУРНАЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине

«Теория механизмов и машин»

Факультет _____ Группа _____

Ф.И.О. студента _____

Результаты зачета по лабораторному практикуму		
Оценка	Дата зачета	Подпись преподавателя

Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана
2013

Основные правила техники безопасности в лаборатории ТММ

В учебной лаборатории ТММ при выполнении лабораторных работ студенты должны соблюдать основные правила техники безопасности при работе с электроустановками и с машинами, имеющими незащищенные подвижные звенья.

1. При работе с электроустановками необходимо: во время проведения монтажных работ отключать установку от сети, как встроенным выключателем, так и отсоединением вилки; после выключения источника питания необходимо разрядить конденсаторы фильтров; подключать измерительные приборы только к обесточенной аппаратуре; при включении установки необходимо обеспечить безопасность находящихся рядом студентов; избегать прикосновения к местам соединения проводов как силовых, так и управляющих цепей. Помните, электрическое напряжение выше 40 В опасно для жизни!

2. При работе с машинами, имеющими незащищенные подвижные звенья, необходимо: избегать соприкосновения с подвижными звеньями машин; при работе промышленного робота или копирующего манипулятора располагаться за пределами его рабочей зоны; не включать установки и приборы, не ознакомившись с описанием работы или с инструкцией по эксплуатации, а также в отсутствии лаборанта или преподавателя; работать только с приборами и установками, необходимыми для выполнения данной работы.

3. Запрещается работать в лаборатории одному (для студентов обязательно присутствие лаборанта или преподавателя).

4. При несчастном случае принять меры к срочному оказанию первой помощи, выключить установки.

5. По окончании работы выключить все приборы и установки, как встроенными выключателями, так и отсоединением вилки от сети.

С основами ТБ ознакомился. Обязуюсь их выполнять.

_____ « _____ » _____ 201__ г.
(подпись студента)

Порядок выполнения работ лабораторного практикума по ТММ

1. Работы выполняются в учебной лаборатории кафедры ТММ (РК–2) в соответствии с расписанием занятий. При выполнении работ группа (более 10 чел.) разбивается на две подгруппы, каждая из которых проводит занятия под руководством своего преподавателя.

2. Студент допускается к выполнению работы после изучения методических указаний. Работа выполняется в последовательности, определенной в разделе «Порядок выполнения работы». Отчет о работе оформляется в журнале в соответствии с требованиями ГОСТов. Для оформления отчетов студент должен принести с собой карандаш, ластик, циркуль, линейку и транспортир. Предварительные результаты вносятся в журнал карандашом, окончательные – ручкой.

3. Выполнение работы отмечается в регистрационной карте, а также удостоверяется подписью преподавателя в журнале. Зачет по лабораторному практикуму в целом (допуск к зачету по курсу) получают студенты, выполнившие все лабораторные работы и успешно защитившие их, оценка для рейтинга проставляется преподавателем на обложке журнала и удостоверяется подписью.

4. С порядком отработки пропущенных лабораторных работ можно познакомиться у лаборанта кафедры ТММ.

5. На каждом занятии из числа студентов назначается дежурный, в обязанности которого входит: получение у лаборанта материалов, необходимых для выполнения данной работы; поддержание чистоты и порядка в помещении лаборатории.

6. Запрещается находиться в помещении лаборатории в верхней одежде. Студенты могут находиться в помещении лаборатории только в присутствии преподавателя или лаборанта. Вход в лабораторию – по звонку на занятия. Занятия проводятся два академических часа без перерыва.

Вопросы для контроля и самоконтроля

1. Что называется кинематической парой? Как построена классификация кинематических пар?
2. Что называется подвижностью механизма?
3. Что понимается под структурным анализом по Ассуре? Что называют первичным механизмом и группой Ассура?
4. Какие связи в механизме называют избыточными? Какое влияние оказывают эти связи на механизм? Как определяется их число в механизме? Как устраняются избыточные связи?
5. Что называется индикаторной диаграммой и механической характеристикой машины? Какие датчики, измерительные и регистрирующие устройства использовались при снятии индикаторной диаграммы?
6. Что называется кинематической передаточной функцией механизма и приведенным моментом сопротивления машины? Как рассчитывается величина приведенного момента?
7. Какими основными параметрами характеризуются индикаторная диаграмма и механическая характеристика поршневого компрессора?
8. Какие датчики, измерительные и регистрирующие устройства используются в экспериментальной установке по определению КПД редуктора?
9. Что называется коэффициентом полезного действия механической системы? По какой расчетной зависимости проводится косвенное экспериментальное определение КПД?
10. Что называется полем варьирования факторов, областью исследования и регрессионной моделью? Как, используя регрессионную модель зависимости $\eta = f(M_c)$, определить величину момента сопротивления, при котором КПД имеет максимум?
11. Как располагается делительная прямая инструмента относительно делительной окружности заготовки при $x = 0$, $x > 0$ и $x < 0$?
12. Какими условиями определяются величины максимального и минимального смещения? Как рассчитываются значения этих величин?
13. Как изменяются толшины зубьев по окружности вершин и по делительной окружности при увеличении смещения инструмента?
14. Перечислите параметры зубчатого колеса, зависящие от коэффициента смещения инструмента. Какие параметры зубчатого колеса не зависят от величины смещения?
15. Опишите конструкцию балансировочного станка системы Б.В. Шитикова. Как выбираются плоскости коррекции на роторе, и как размещается ротор на раме балансировочного станка?
16. Что называется неуравновешенностью ротора? Какие виды неуравновешенности определены ГОСТом? Как определяются величина и направление дисбалансов по методу «трех пусков»?
17. Как сформулирована задача кинематического синтеза четырехзвенного рычажного механизма при выполнении лабораторной работы № 10? Как определяются параметры механизма при синтезе по трем положениям?
18. Чем отличается точность аппроксимации механизмом заданного закона движения от точности воспроизведения этого закона его моделью?
19. Что называется промышленным роботом и манипулятором? Как рассчитывается подвижность манипулятора? Что называется рабочей зоной обслуживания и маневренностью манипулятора?
20. Что регистрируется в эксперименте при исследовании трения в поступательной кинематической паре? Опишите устройство экспериментальной установки.
21. Какие колебательные процессы в машинах называют автоколебаниями? Что является причиной возникновения автоколебаний в поступательной паре без смазочных материалов? Как параметры автоколебательного процесса зависят от параметров установки?

Лабораторная работа № 1
СТРУКТУРНЫЙ И КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

1. Структурная схема модели механизма № _____.

Заданная подвижность механизма $W_0 = 1$, местная подвижность $W_m = 0$.

		Обозн. КП		Звенья КП		Относ. движ.		Подв. в КП	
								Пл.	Пр.
Вид абсолютного движения звеньев механизма (наименование звеньев)	плоское (шатуны)								
	вращательное (кривошип, коромысла)								
	поступательное (ползуны)								
Траектории центров подвижных шарниров	прямая								
	окружность								
	сложная кривая								
Число звеньев механизма	общее (включая неподвижное - стойку)						k		
	подвижных						n		
Число кинематических пар механизма	одноподвижных	вращательных					$p_{1в}$		
		поступательных 					$p_{1п}$		
	двухподвижных	цилиндрических 					$p_{2ц}$		
Число подвижностей механизма	на плоскости	$W^{пл} = 3 \cdot n - 2 \cdot p_1$							
	в пространстве	$W^{пр} = 6 \cdot n - (5 \cdot p_1 + 4 \cdot p_2)$							
Число избыточных связей в механизме	на плоскости	$q^{пл} = W_0 + W_m - W^{пл}$							
	в пространстве	$q^{пр} = W_0 + W_m - W^{пр}$							

2. Структурный анализ механизма по классификации _____

Схема первичного механизма			
Число звеньев в механизме			
Класс		Порядок	
Число КП в механизме			
Подвижность механизма	на плоск.		
	в простр.		
Избыточн. связи в простр.			

Схема структурной группы			
Число звеньев в группе			
Класс		Порядок	
Число КП в группе			
Подвижность группы	на плоск.		
	в простр.		
Избыточн. связи в простр.			

Схема структурной группы			
Число звеньев в группе			
Класс		Порядок	
Число КП в группе			
Подвижность группы	на плоск.		
	в простр.		
Избыточн. связи в простр.			

Схема структурной группы			
Число звеньев в группе			
Класс		Порядок	
Число КП в группе			
Подвижность группы	на плоск.		
	в простр.		
Избыточн. связи в простр.			

Подвижность группы: на плоскости $W_{гр}^{пл} = 3 \cdot n_{гр} - 2 \cdot p_1$, в пространстве $W_{гр}^{пр} = 6 \cdot n_{гр} - 5 \cdot p_1 - 4 \cdot p_2$.
 Избыточные связи в группе: $q^{пр} = W_{0гр} - W_m - W_{гр}^{пр}$, где $W_{0гр} = 0$.

3. Выводы:

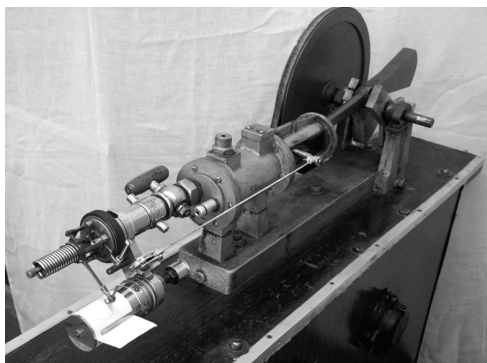
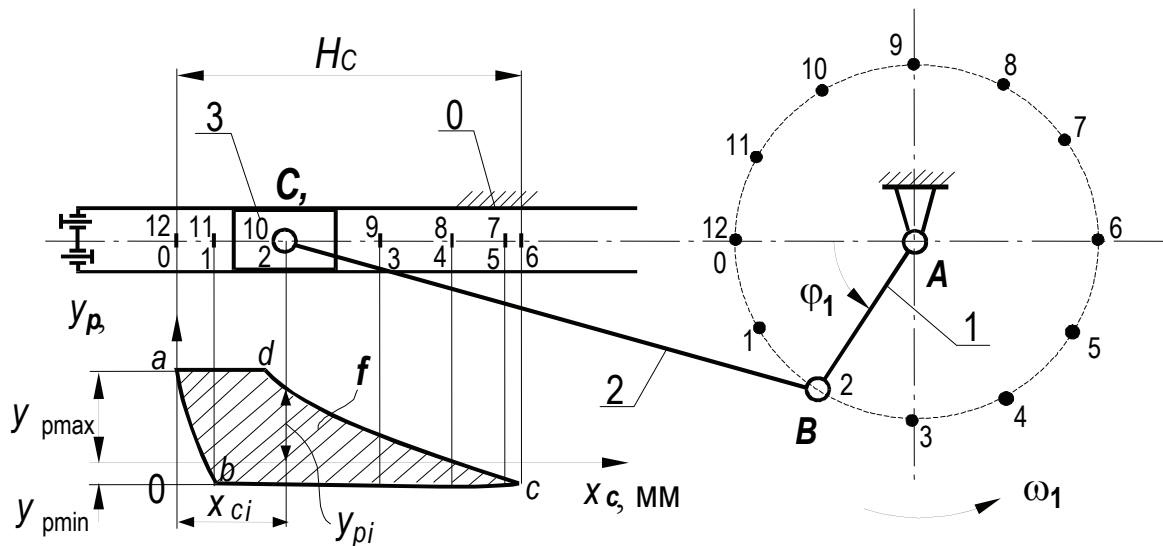
Подпись преподавателя

«_____» _____ 201__г.

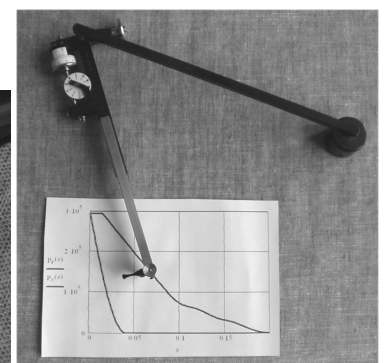
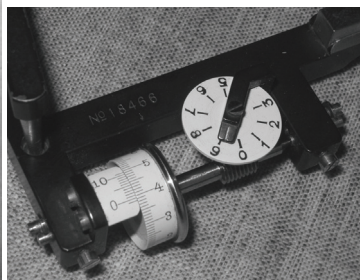
Лабораторная работа № 4

ИНДИКАТОРНАЯ ДИАГРАММА И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

1. Схема кривошипно-ползунного механизма поршневого компрессора.



Полярный планиметр



2. Параметры экспериментальной установки и компрессора

1	Масштаб давления	μ_p	мм/МПа	
2	Масштаб перемещения	μ_s	мм/м	
3	Площадь поршня	f_{Π}	м^2	
4	Число цилиндров	k	--	
5	Частота вращения кривошипа	n	1/с	

3. Результаты обработки экспериментальных данных

1	i	-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	x_{Ci}	мм	0	5	22	43	64	80	86	80	64	43	22	5
3	y_{pi}	мм												
4	p_i	МПа												
5	F_{ci}	Н												
6	V_{qCi}	м												
7	$M_c^{\text{пр}}$	Н·м												

4. Параметры индикаторной диаграммы и диаграммы силы сопротивления

1	Давление в цилиндре, МПа	$p_{\max}$		$p_{\min}$	
2	Сила сопротивления, Н	$F_{\max}$		$F_{\min}$	
3	Площадь индикаторной диаграммы, мм ²	по расчету		f_p	
		по планиметру		f_i	
4	Индикаторная мощность компрессора, Вт			N_i	

Индикаторная диаграмма и диаграмма проекции силы сопротивления на ось x

$\mu_p = \underline{\hspace{2cm}}$ мм/МПа $\mu_F = \underline{\hspace{2cm}}$ мм/Н

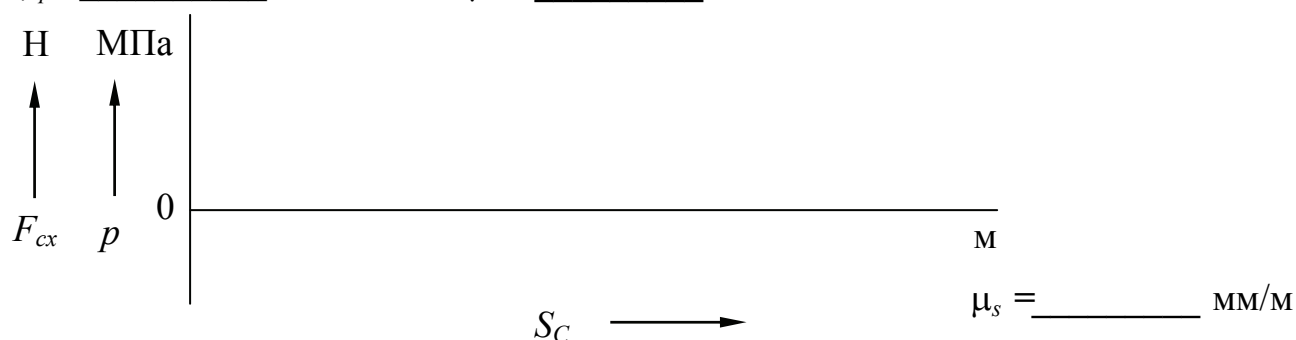
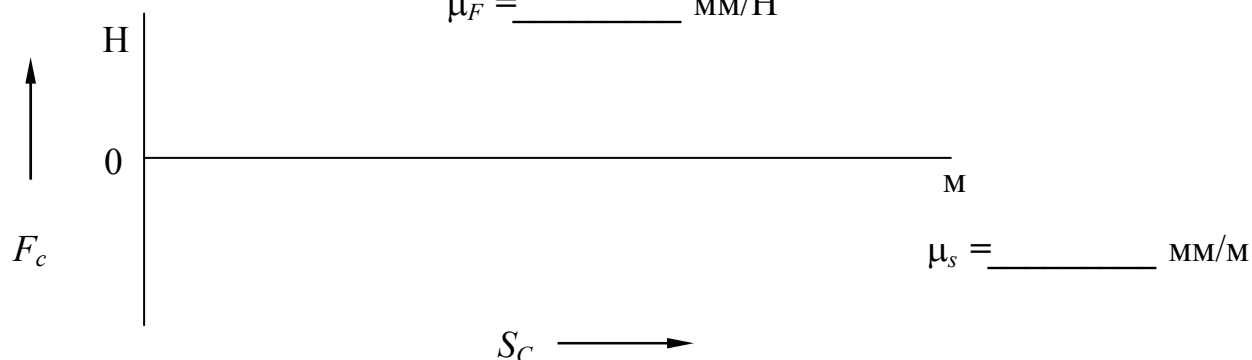
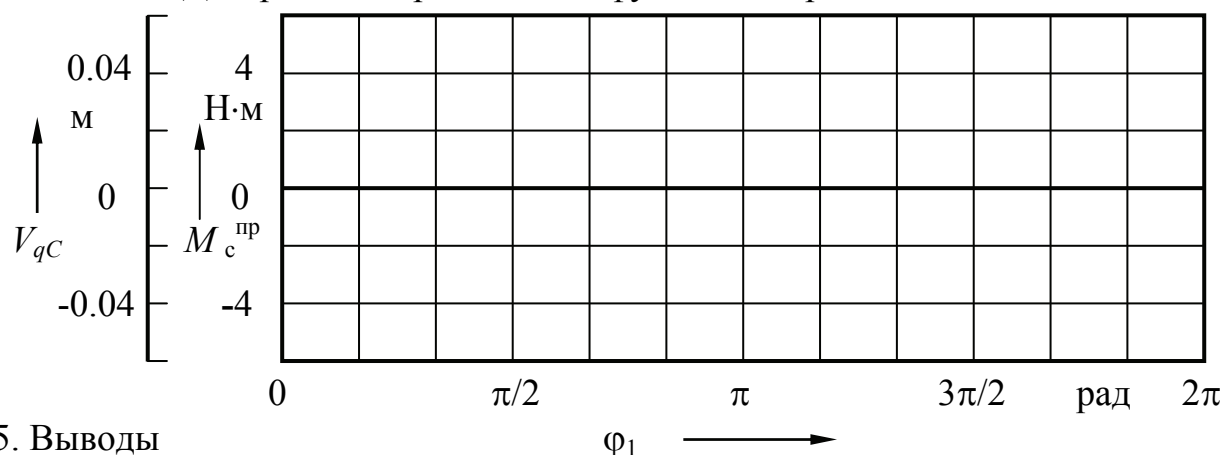


Диаграмма проекции силы сопротивления на направление скорости поршня

$\mu_F = \underline{\hspace{2cm}}$ мм/Н



Диаграммы передаточной функции и приведенного момента



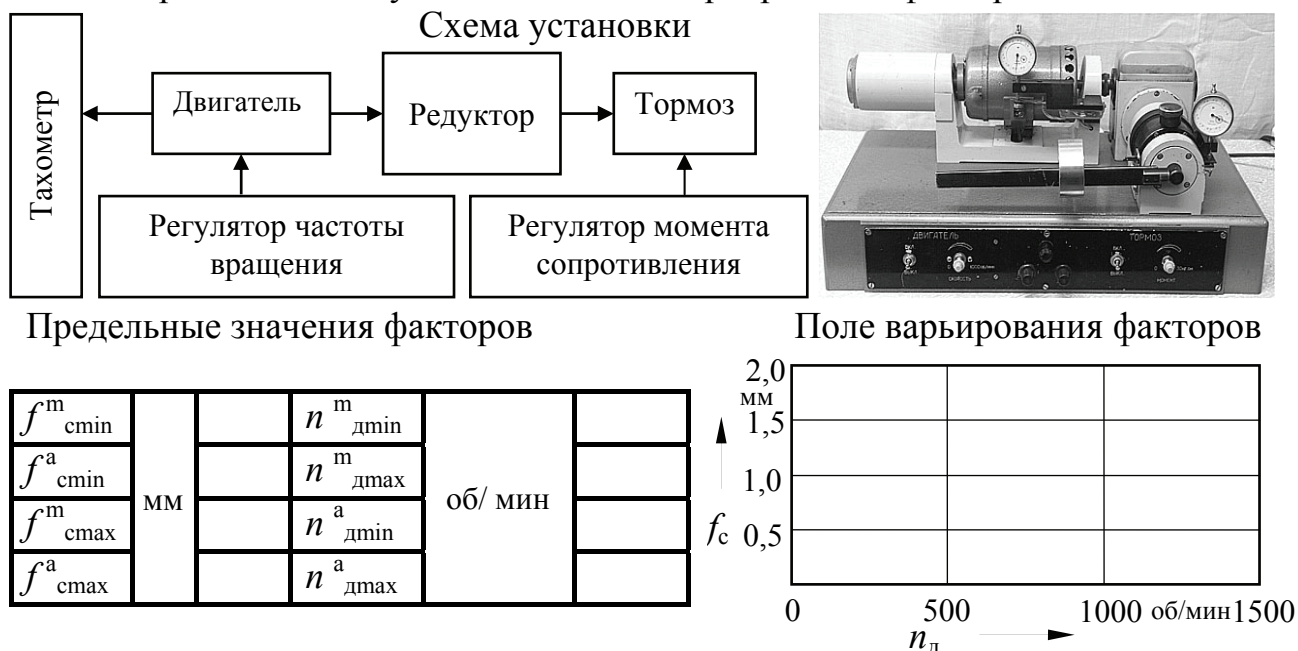
5. Выводы

Подпись преподавателя

« ____ » _____ 201__г.

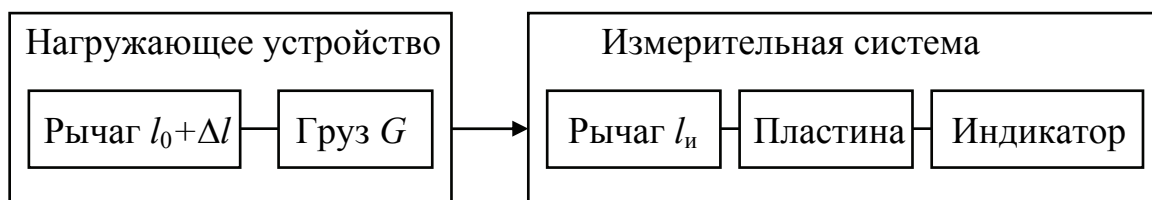
Лабораторная работа № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ КПД РЕДУКТОРА

1. Экспериментальная установка и поле варьирования факторов



2. Определение тарировочных зависимостей для тормоза и двигателя

Схема тарировочных устройств



Данные тарировки индикатора тормоза при $G_T =$ Н; $\Delta l_T =$ м

j	i	—	1	2	3	4	5
	M_{ci}	Н·М	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
1	f_{ci1}	ММ	1	15	3	4	12
2	f_{ci2}	ММ	11	10	13	9	8
3	f_{ci3}	ММ	14	2	5	7	6
Сред.	f_{cicp}	ММ					

Данные тарировки индикатора двигателя при $G_d =$ Н; $\Delta l_d =$ м

j	i	—	1	2	3	4	5
	M_{di}	Н·М	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18
1	f_{di1}	ММ	5	8	9	12	13
2	f_{di2}	ММ	2	4	14	7	1
3	f_{di3}	ММ	10	6	3	15	11
Сред.	f_{dicp}	ММ					

$$M_{\mathbb{D}} = f(f_{\mathbb{D}}) = \underline{\hspace{10cm}}$$

Редуктор _____, частота вращения вала двигателя $n_d =$ _____ об/мин, передаточное отношение $u_{12} =$ _____

j	f_{cicp}	ММ										
	M_{ci}	Н·М	0,4		0,8		1,2		1,6		2,0	
1	$f_{дi1}$	ММ	7		12		5		15		13	
2	$f_{дi2}$	ММ	8		9		2		3		4	
3	$f_{дi3}$	ММ	10		14		11		6		1	

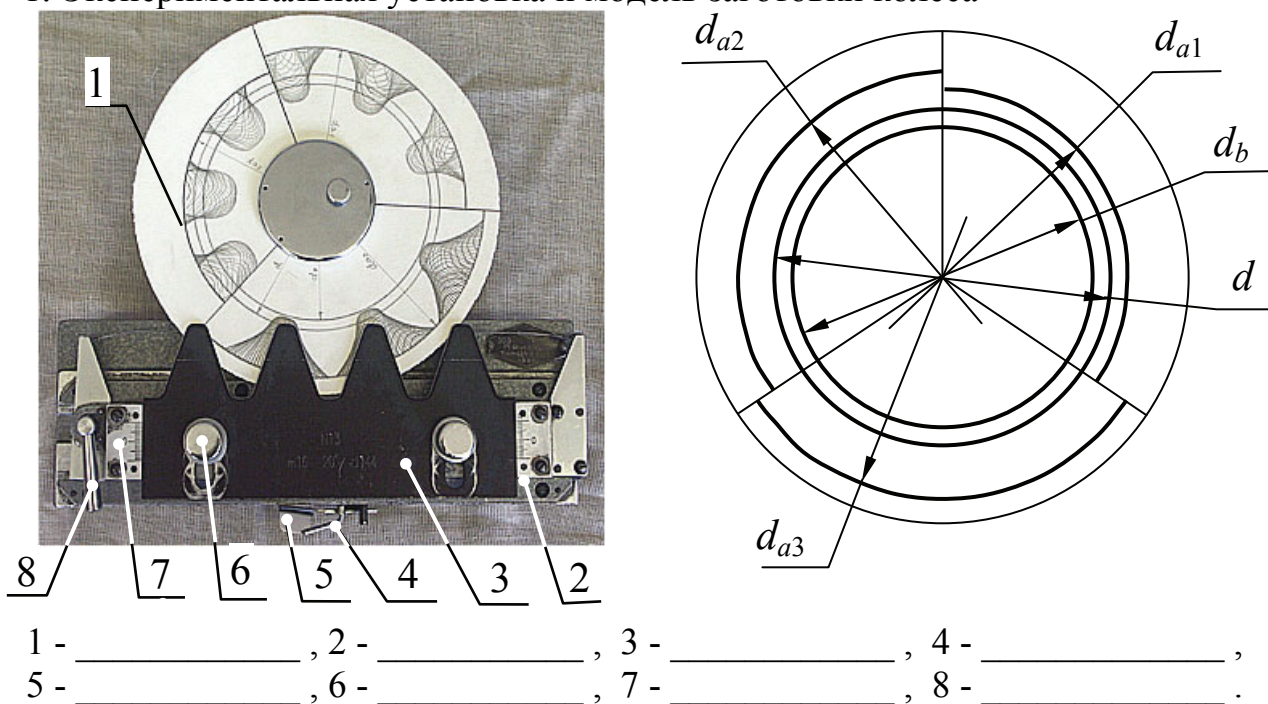
$$\eta = f(M_c) = \underline{\hspace{10cm}}$$

«_____» 201_ г.

Лабораторная работа № 8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТАНОЧНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ НА ГЕОМЕТРИЮ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

1. Экспериментальная установка и модель заготовки колеса



2. Исходные данные

1	Номер установки	№	—	
2	Модуль нормальный	m	мм	
3	Число зубьев колеса	z	—	
4	Коэффициент высоты головки зуба	h_a^*	—	
5	Коэффициент радиального зазора	c^*	—	
6	Угол профиля исходного контура	α	угл. град.	
7	Угол наклона линии зуба колеса	β	угл. град.	
8	Варианты смещений производящего контура реечного инструмента	$m \cdot x_1$	мм	
		$m \cdot x_2$	мм	
		$m \cdot x_3$	мм	

3. Результаты расчета

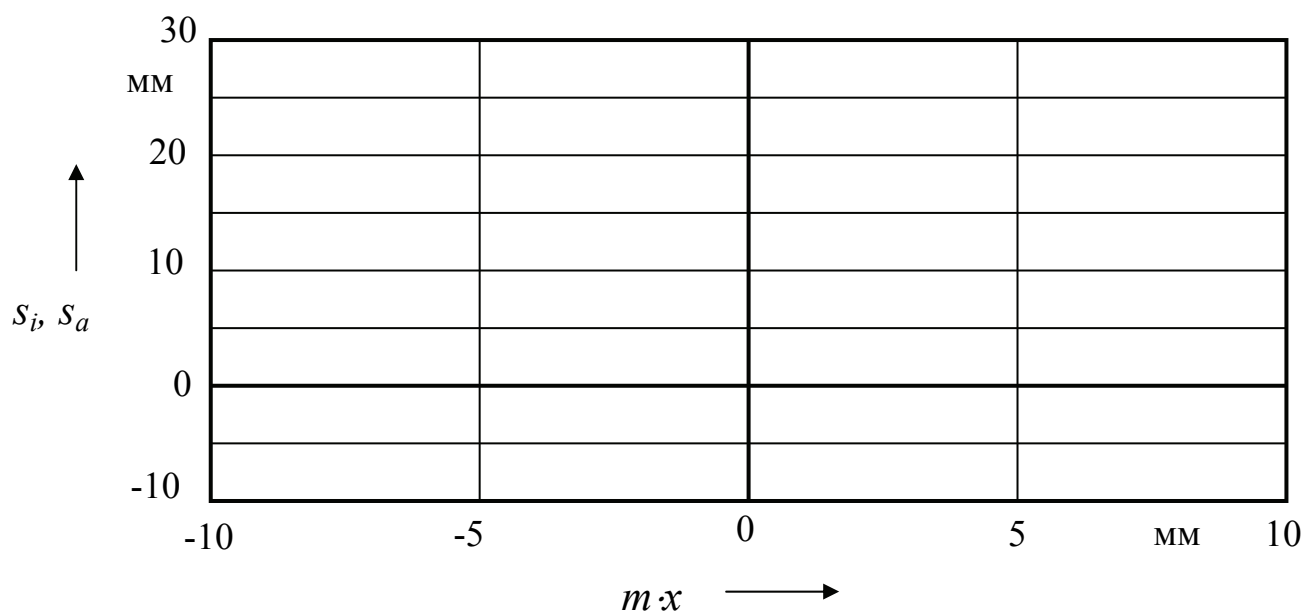
1	Диаметр делительный	$d = m \cdot z$	мм	
2	Диаметр основной	$d_b = d \cdot \cos \alpha$	мм	
3	Минимальный коэффициент смещения по подрезанию ножки зуба	$x_{\min} = h_a^* \cdot (z_{\min} - z) / z_{\min}$	—	
4	Максимальный коэффициент смещения по заострению головки зуба	$x_{\max}$	—	

5	Смещение инструмента	$m \cdot x_i$	мм	-10	0	10
6	Коэффициенты смещения	x_i	—			
7	Диаметры вершин зубьев	$d_{ai}=2 \cdot m \cdot (0.5 \cdot z + h_a^* + x_i + \Delta y)$	мм			
8	Диаметры впадин	$d_{fi}=2 \cdot m \cdot (0.5 \cdot z - h_a^* - c^* + x_i)$	мм			
9	Толщина зуба по дуге делительной окружности	$s_i = m \cdot (\pi/2 + 2x_i \cdot \operatorname{tg} \alpha)$	мм			
10	Толщина зуба по дуге окружности вершин	$s_{ai} = m \cdot \cos \alpha / \cos \alpha_a$ [$\pi/2 + 2x_i \cdot \operatorname{tg} \alpha +$ $+ z(\operatorname{inv} \alpha - \operatorname{inv} \alpha_{ai})$]	мм			

4. Экспериментальные значения параметров зубчатого колеса

1	Смещение инструмента	$m \cdot x_i$	мм	-10	0	10
2	Толщина зуба по дуге делительной окружности	$s_{\partial i}$	мм			
3	Толщина зуба по дуге окружности вершин	$s_{a\partial i}$	мм			
4	Диаметр окружности впадин	d_{fi}	мм			

5. Графики зависимостей $s_a = f(m \cdot x)$ и $s_i = f(m \cdot x)$



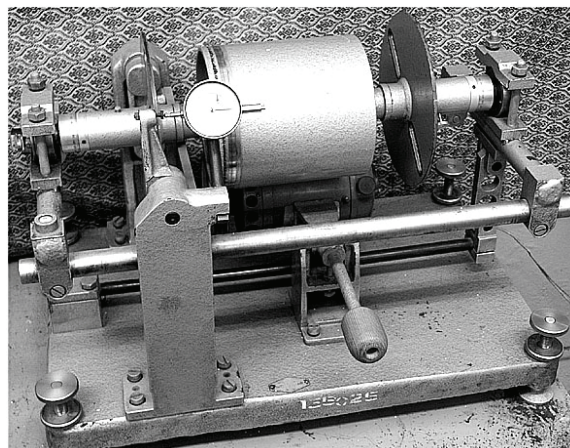
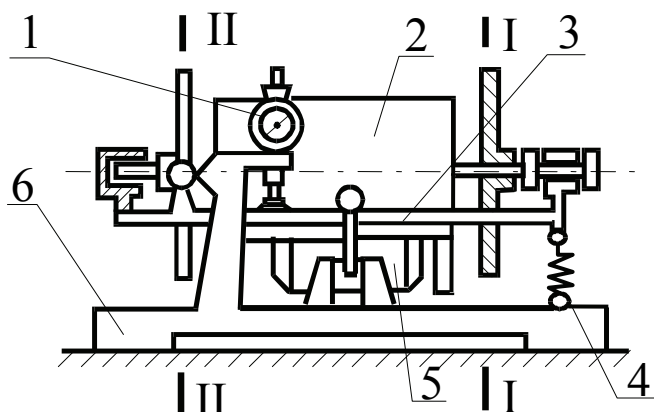
6. Выводы

Подпись преподавателя

«_____» _____ 201__ г.

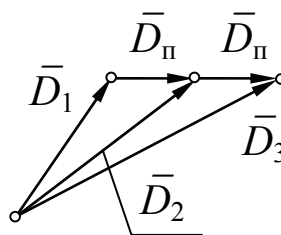
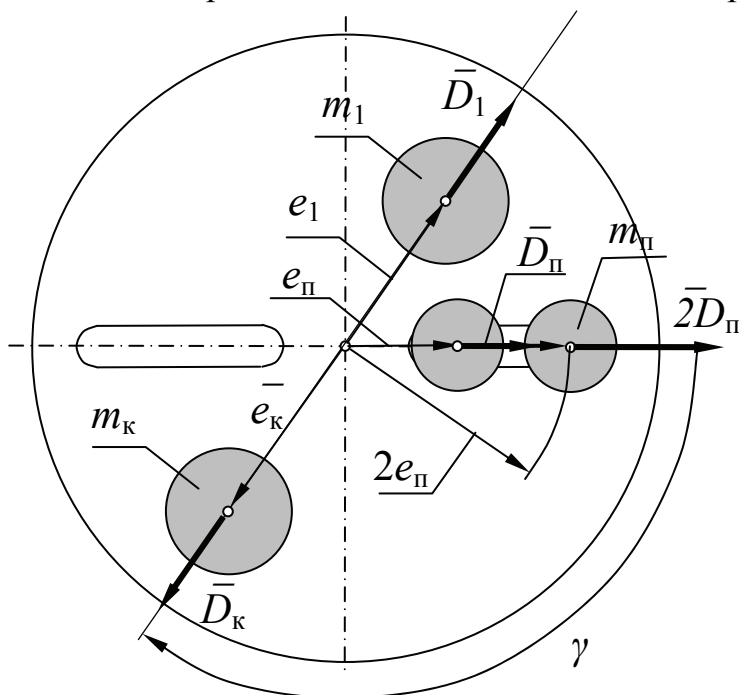
Лабораторная работа № 9 ДИНАМИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА РОТОРА

1. Схема балансировочного станка системы Шитикова Б.В.



1 - _____, 2 - _____, 3 - _____,
4 - _____, 5 - _____, 6 - _____.

2. Схема размещения масс в плоскости коррекции I-I



m_1 – неуравновешенная масса в плоскости коррекции I-I
 e_1 – расстояние от оси вращения до центра массы m_1
 γ – угол между пробным и корректирующим дисбалансами

3. Параметры пробного дисбаланса

1	Угловая координата пробной массы	$\varphi_{\text{п}}$	угл. град.	
2	Эксцентриситет пробной массы	$e_{\text{п}}$	мм	
3	Пробная масса	$m_{\text{п}}$	г	
4	Пробный дисбаланс	$D_{\text{п}}$	г·мм	
5	Удвоенный пробный дисбаланс	$2 \cdot D_{\text{п}}$	г·мм	

4. Результаты измерений амплитуды колебаний рамы

Повторные измерения	Амплитуда колебаний рамы, мм					
	S_1		S_2		S_3	
1	5		2		10	
2	8		4		6	
3	14		9		3	
4	12		7		15	
5	1		13		11	
Средние						

5. Построение диаграммы для определения амплитуды S_{Π} и угловой координаты γ . Масштаб чертежа $\mu_S = \underline{\hspace{2cm}}$ мм/мм.

$S_{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм

$\gamma = \underline{\hspace{2cm}}$ град.

6. Определение значения корректирующей массы m_k и ее координат e_k и γ

Амплитуда пробного дисбаланса	$S_{\Pi} \pm \Delta S_{\Pi}$	мм	
Масштаб дисбалансов	$\mu_D \pm \Delta \mu$	мм/(г·мм)	
Дисбаланс ротора в плоскости I	$D_1 \pm \Delta D$	г·мм	
Корректирующая масса	$m_k \pm \Delta m_k$	г	
Эксцентриситет корректирующей массы	$e_k \pm \Delta e_k$	мм	
Угловая координата коррект. массы	$\gamma \pm \Delta \gamma$	угл. град.	

7. Определение остаточного дисбаланса

Повторные измерения						Среднее	Дисперсия	Доверительный интервал
S_0	мм							
D_{10}	г·мм							

8. Выводы

Подпись преподавателя

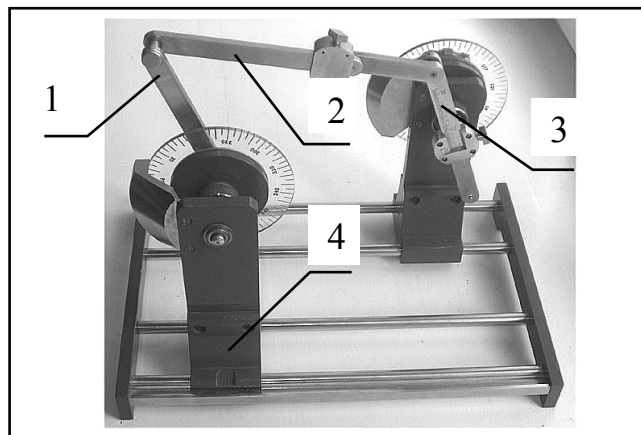
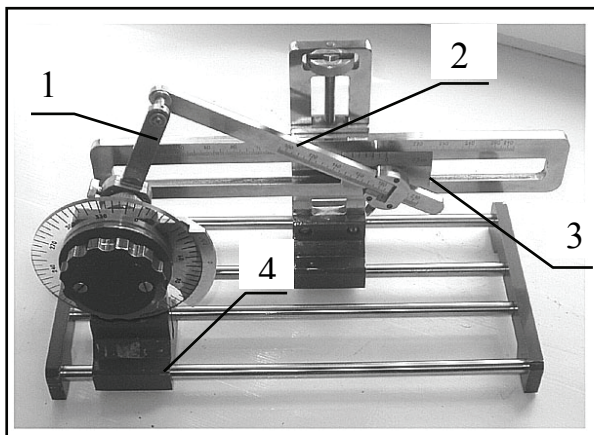
« » 201 г.

Лабораторная работа № 10

СИНТЕЗ ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

1. Синтезируемый четырехзвенный механизм

_____ механизм



Звенья механизма:

1 - _____, 2 - _____, 3 - _____, 4 - _____

2. Исходные данные

Кривошипно-ползунный механизм			Четырехшарнирный механизм		
	V_{qC}	Передаточная функция механизма	u_{31}		
	Δs_3	Рабочее перемещение выходного звена	$\Delta \gamma_3$		
	s_{30}	Начальная координата выходного звена	γ_{30}		
	e	Эксцентриситет	Длина звена 3	l_3	
			Длина звена 4	l_4	

3. График рабочего участка функции положения синтезируемого механизма

φ_1

4. Результаты сведения задачи синтеза по заданной передаточной функции к синтезу по трем положениям

Кривошипно-ползунный механизм			Четырехшарнирный механизм		
	S_{31}	Координаты выходного звена в трех положениях синтезируемого механизма	γ_{31}		
	S_{32}		γ_{32}		
	S_{33}		γ_{33}		
	$\Delta\varphi_2$	Приращения угла поворота звена 1	$\Delta\varphi_2$		
	$\Delta\varphi_3$		$\Delta\varphi_3$		

5. Результаты геометрического синтеза механизма

Метод решения	l_1 , мм	l_2 , мм	φ_{11} , угл. град.	φ_{12} , угл. град.	φ_{13} , угл. град.
Графический					
Аналитический					

6. Определение проворачиваемости звеньев механизма (по теореме Грасгофа)

Синтезированный механизм – _____

7. Оценка точности воспроизведения моделью механизма заданной функции положения выходного звена

k	φ_{1k}	S_{3k}	j	S_{3kj}		ΔS_{3kj}	ΔS_{3k}	SS_{3k}	SS_3
—	угл. град.	мм	—	мм		мм	мм	мм	мм
1			1	3					
			2	4					
			3	1					
2			1	6					
			2	8					
			3	9					
3			1	2					
			2	7					
			3	5					
—	угл. град.	угл. град.	—	угл. град.		угл. град.	угл. град.	угл. град.	угл. град.
k	φ_{1k}	γ_{3k}	j	γ_{3kj}		$\Delta\gamma_{3kj}$	$\Delta\gamma_{3k}$	$S_{\gamma 3k}$	$S_{\gamma 3}$

8. Выводы

Подпись преподавателя

«_____» _____ 201__ г.

Лабораторная работа № 12

СТРУКТУРНЫЙ И КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

МАНИПУЛЯТОРОВ

1. Структурный и кинематический анализ манипулятора МЭМ – 3с

Структурная схема манипулятора



Основные параметры структурной схемы манипулятора

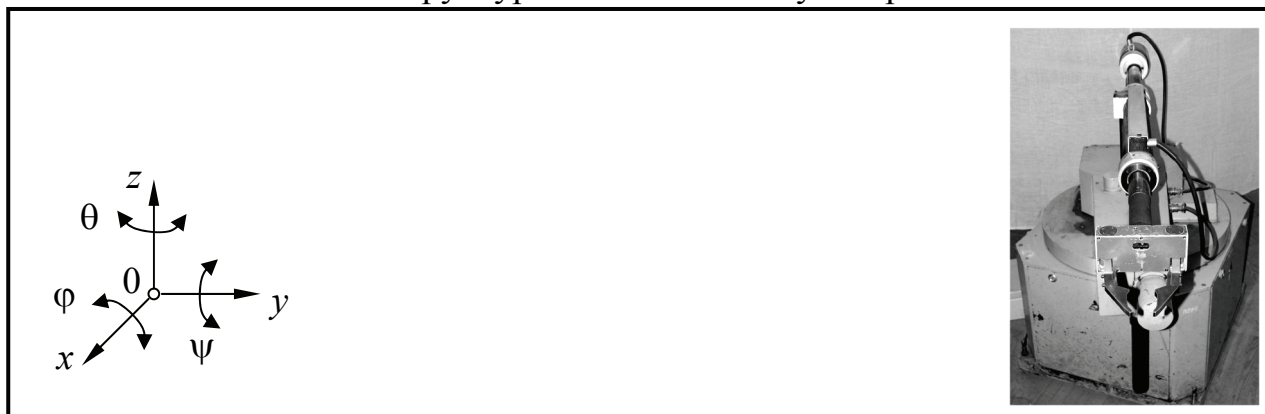
1	Формула строения					
2	Звенья, образующие в манипуляторе	“руку”				
		“кисть”				
3	Система координат “руки” манипулятора					
4	Число звеньев	общее	k			
		подвижных	n			
5	Число одноподвижных кинематических пар	вращательных	$p_{1в}$			
		поступательных	$p_{1п}$			
6	Число подвижностей в пространстве		$W^{пр}$			
7	Маневренность в пространстве		$M^{пр}$			
8	Число избыточных связей в механизме		$q^{пр}$			

Кинематические пары манипулятора

Обозначение КП						
Звенья, образующие КП						
Относит. движение						
Подвижность в КП						
Ось ориентации КП						

2. Структурный и кинематический анализ манипулятора промышленного робота М-901

Структурная схема манипулятора



Основные параметры структурной схемы манипулятора

1	Формула строения				
2	Звенья, образующие в манипуляторе	“руку”			
		“кисть”			
3	Система координат “руки” манипулятора				
4	Число звеньев	общее	k		
		подвижных	n		
5	Число одноподвижных кинематических пар	вращательных	p_{lv}		
		поступательных	p_{lp}		
6	Число подвижностей в пространстве		$W^{пр}$		
7	Маневренность в пространстве		$M^{пр}$		
8	Число избыточных связей в механизме		$q^{пр}$		

Кинематические пары манипулятора

Обозначение КП						
Звенья, образующие КП						
Относит. движение						
Подвижность в КП						
Ось ориентации КП						

2. Выводы

Подпись преподавателя

«___»_____201__г.

Лабораторная работа № 17

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ В ПОСТУПАТЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПАРЕ

1. Схема экспериментальной установки



3. Основные параметры экспериментальной установки

1	Материал элементов кинематической пары	плита		
		образец		
2	Скорость перемещения плиты	V_2	м/с	
3	Приведенная жесткость	C	Н/м	
4	Масса груза	m_3	кг	
5	Скорость записи осциллограммы	V_0	мм/с	

4. Тарировка измерительного устройства

1	Степень нагружения	j	—	1	2	3
2	Вес тарировочного груза	G_i	Н	5	10	15
3	Ордината осциллограммы	y_{Gi}	мм			

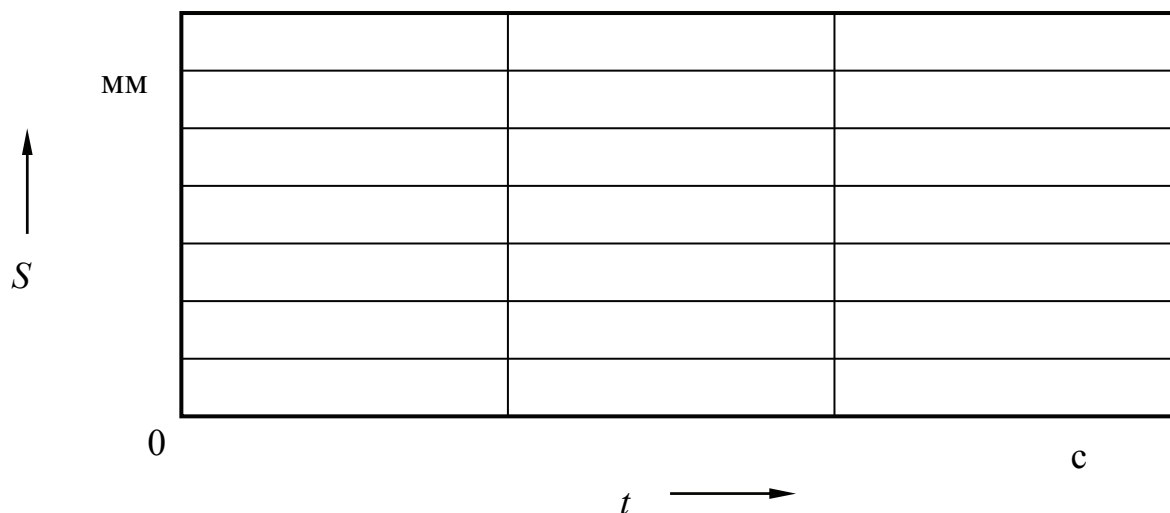
4. Значения ординат сил трения и амплитуд автоколебаний, абсцисс периода колебаний, определенные экспериментально

1	i	—	1	2	3	4	5
2	y_{floi}	мм					
3	y_{fii}	мм					
4	y_{soi}	мм					
5	x_{ti}	мм					

5. Результаты расчета и обработки экспериментальных данных

1	Собственная частота системы		ω	рад/с	
2	Коэффициент трения скольжения		$k_f \pm \Delta k_f$	—	
3	Коэффициент трения покоя		$k_{f0} \pm \Delta k_{f0}$	—	
4	Период автоколебаний	расчет	$T_m \pm \Delta T_m$	с	
		эксперимент	$T_3 \pm \Delta T_3$	с	
5	Амплитуда автоколебаний	расчет	$S_{OM} \pm \Delta S_{OM}$	мм	
		эксперимент	$S_{O3} \pm \Delta S_{O3}$	мм	

6. График автоколебательного процесса



7. Выводы

Подпись преподавателя

«_____» _____ 201__г.

Для графических построений и ответов на контрольные вопросы

Для графических построений и ответов на контрольные вопросы