



**Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет**

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Методические указания

**к выполнению лабораторных работ 12Ф – 13Ф
на оборудовании фирмы «FESTO»
по дисциплине
«Преобразующие устройства приборов»
для студентов специальности 7.090901
«Приборы точной механики»
дневной и заочной форм обучения**

Часть 3

**Севастополь
2008**

УДК 69.4.07

Исследование бесконтактного индуктивного преобразователя: Метод. указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Преобразующие устройства приборов» / Разраб. докт. техн. наук, проф. В.Я. Копп, канд. техн. наук, доц. А.П. Васютенко, инженер В.В. Поливцев. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. – 28с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении лабораторных работ.

В качестве лабораторных стендов представлены узлы и блоки измерительных преобразователей фирмы «FESTO». Приведены электрические схемы обработки сигналов измерительной информации. Представлены методики построения статических характеристик измерительных преобразователей. Приведены основные теоретические зависимости для расчета индуктивных преобразователей и необходимые справочные данные.

Методические указания предназначены для студентов технических вузов приборостроительных специальностей дневной и заочной форм обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Автоматизированные приборные системы» 13 марта 2008 г., протокол №6.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Л.А. Глеч, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные приборные системы».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие сведения.....	5
2. Лабораторная работа 12Ф. «Исследование статической характеристики бесконтактного индуктивного преобразователя».....	8
3. Лабораторная работа 13Ф. «Измерение деформации пластины, радиального и торцевого биения диска».....	17
Библиографический список.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Измерительный преобразователь - это устройство, которое преобразует измеряемую величину в другую более удобную для дальнейшего использования, обработки или хранения в системах управления. В автоматических системах измерения лимитных величин широкое применение нашли индуктивные первичные преобразователи, благодаря высокой чувствительности, возможности осуществления с их помощью бесконтактного контроля, высокой надёжности и ряду других положительных качеств.

Применение бесконтактных первичных измерительных преобразователей в устройствах автоматического контроля позволяет реализовать ряд преимуществ:

- отсутствие износа измерительных наконечников;
- исключение тепловых и силовых деформаций измерительной оснастки;
- упрощение конструкции измерительного устройства.

На рисунке 1 показан общий вид стенда для исследования статической характеристики бесконтактного индуктивного преобразователя, зависимости выходного сигнала от материала детали, площади рабочей поверхности детали, измерения деформации пластины и биения диска.

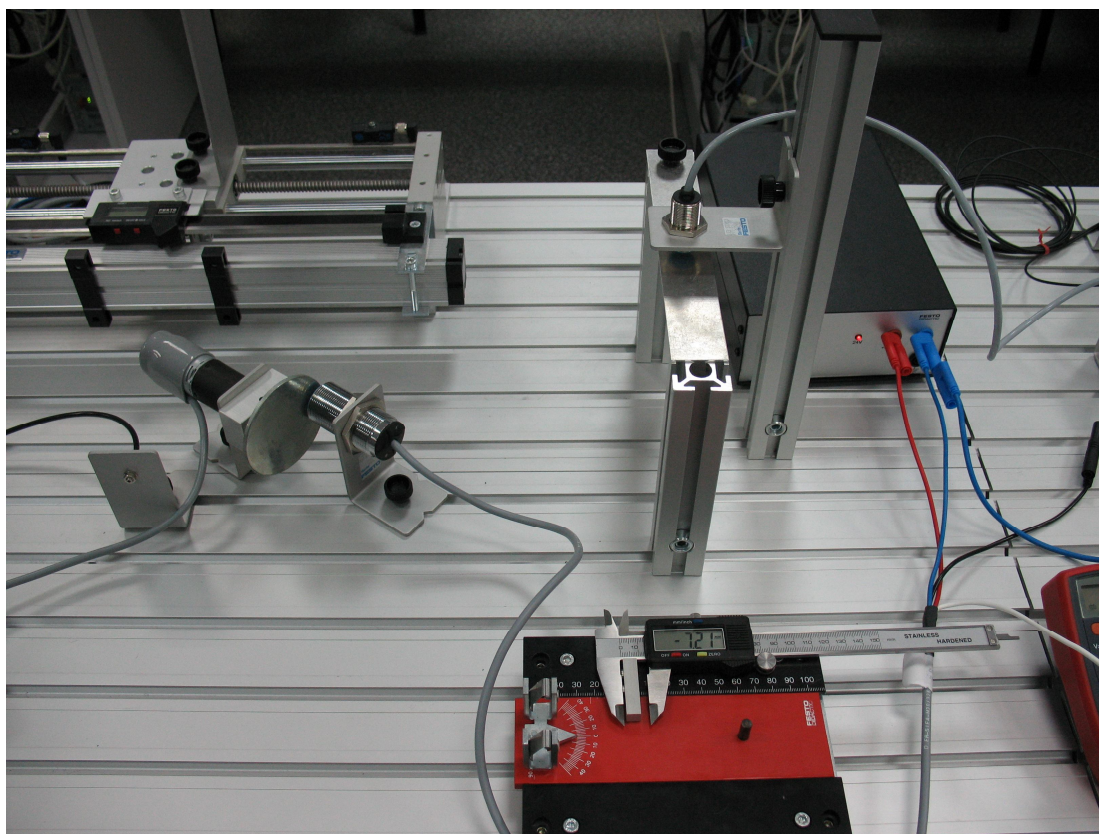


Рисунок 1 – Общий вид стенда

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При бесконтактном контроле размеров и перемещений индуктивным преобразователем последний может работать в двух основных режимах:

- при частотах W , когда вихревые потоки в контролируемой детали существенны и добротность катушки изменяется значительно, также преобразователи токовихревыми;

- при частотах W , когда вихревые токи в детали слабо выражены и в основном изменяются индуктивность катушки, то такие преобразователи называют индуктивными.

Критерием для определения режима работы является глубина проникновения h_z магнитного поля, создаваемого переменным током в катушке преобразователя, в тело детали:

$$h_z = 5030 \sqrt{\frac{1}{\mu' \nu \cdot f}},$$

где μ' – относительная магнитная проницаемость материала детали;

ν – удельная электропроводность материала детали, См/м;

f – частота тока в катушке, Гц.

Для токовихревых преобразователей величина $h_z \leq 0,01 \div 1$ мм и частота $f = 50 \text{ кГц} \div 30 \text{ МГц}$.

Исследуемый в работе аналоговый токовихревой бесконтактный индуктивный преобразователь состоит из катушки с активной зоной, генератора и усилителя. Индуктивные преобразователи, работающие на низких частотах, выполняются с ферромагнитными сердечниками, а преобразователи, работающие на высоких частотах, – с сердечниками из немагнитных материалов или без сердечников. В ряде случаев сердечником индуктивного преобразователя является сама контролируемая деталь.

Индуктивность катушки зависит от магнитного сопротивления магнитопровода, которое может изменяться как вследствие изменения магнитной проницаемости материала сердечника (контролируемой детали), так и при изменении геометрических размеров магнитопровода.

На рисунке 2 показана схема преобразователя, включающего в себя катушку 1, генерирующую высокочастотное магнитное поле 4; корпус 2 (активная поверхность); объект измерения 3.

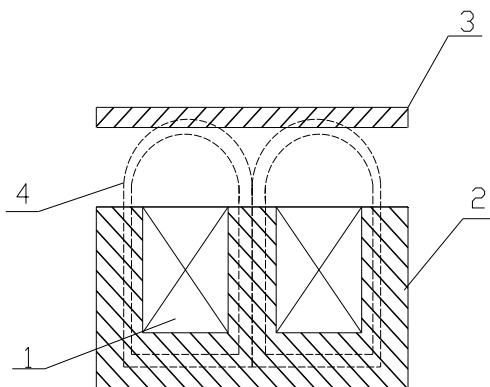


Рисунок 2 – Схема первичного индуктивного преобразователя

Результирующее магнитное поле формируется за счет взаимодействия поля, генерируемого катушкой 1 и магнитного поля вихревых токов 2 в материале исследуемой детали 3 (рисунок 3).

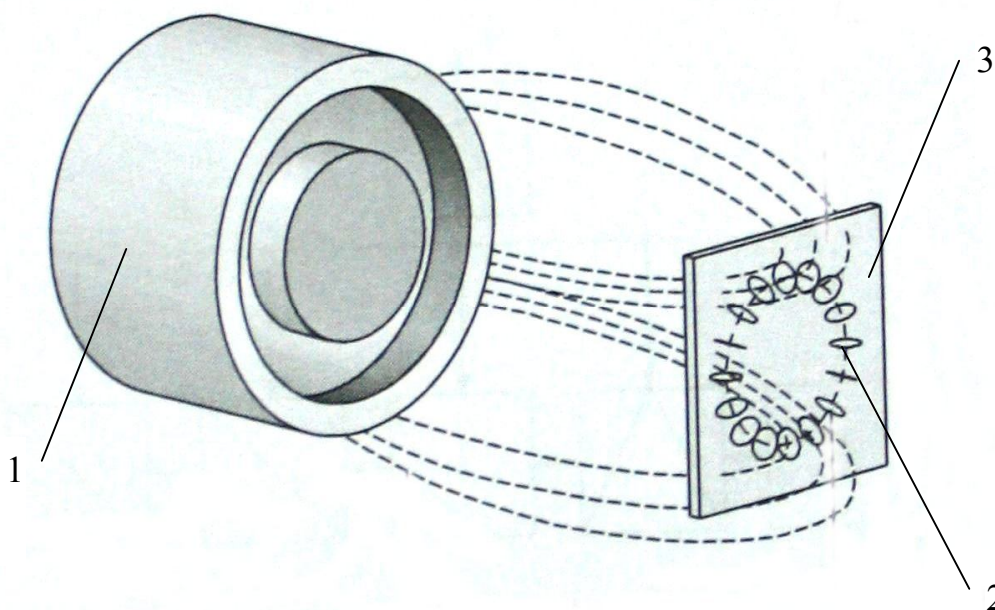


Рисунок 3 – Схематичное изображение поля и индуктивного преобразователя

По характеру воздействия на магнитное поле измерительной катушки материалы делятся на три группы:

- диамагнитные, уменьшающие магнитное поле измерительной катушки (проницаемость больше единицы);
- парамагнитные, слабо усиливающие магнитное поле измерительной катушки (проницаемость больше единицы);
- ферромагнитные, значительно усиливающие магнитное поле (магнитная проницаемость значительно выше единицы).

Таблица 1 – Виды магнитных материалов

Группы материалов		
диамагнитные	парамагнитные	ферромагнитные
Марганец	Цинк	Железо
Хром	Свинец	Никель
Алюминий	Медь	Кобальт
Платина	Серебро	

Относительные потери энергии в материале за счёт вихревых токов определяются из выражения

$$\frac{\Delta P}{S} = H_0^2 \sqrt{\frac{\pi \cdot f \mu}{\kappa}},$$

где ΔP – потери энергии; S – площадь детали; H_0 – сила магнитного поля; μ – магнитная проницаемость материала.

Блок-схема бесконтактного индуктивного преобразователя представлена на рисунке 4. Схема включает в себя генератор 1, демодулятор 2, усилитель 3, блок линеаризации характеристики первичного преобразователя 4, блок питания 5, измерительную катушку с активной зоной 6. На выходе преобразующей цепочки формируется один из электрических параметров ток или напряжение.

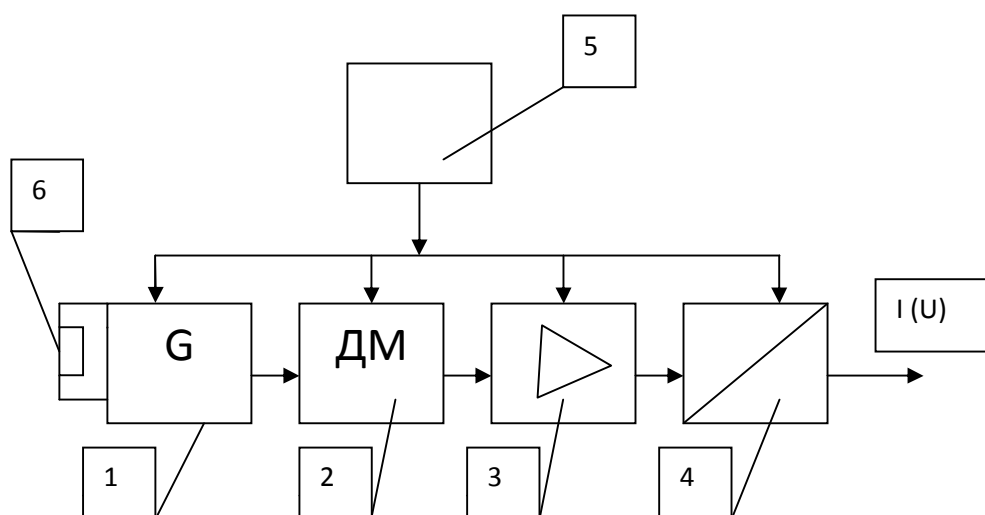


Рисунок 4 – Блок-схема бесконтактного индуктивного преобразователя

Изменение индуктивности катушки 6 происходит в зависимости от расстояния до объекта контроля, его размеров, электропроводимости и магнитной проницаемости материала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12Ф

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСКОНТАКТНОГО ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

1. Цель работы: изучение принципа работы бесконтактного индуктивного преобразователя, конструкции и характеристик штангенциркуля с электронным отсчетом; исследование статической характеристики преобразователя и рост его чувствительности.

2. Содержание работы.

- 2.1. Изучить принцип действия преобразователя.
- 2.2. Изучить назначение и конструкцию узлов и блоков лабораторного стенда.
- 2.3. Изучить назначение и способы подключения электрических узлов и блоков.
- 2.4. Собрать лабораторную установку.
- 2.5. Снять статическую характеристику бесконтактного индуктивного преобразователя.
- 2.6. Определить зависимость выходного тока преобразователя от материала детали.
- 2.7. Определить зависимость выходного тока преобразователя от площади поперечного сечения детали.

3. Порядок выполнения работы.

- 3.1. Собрать схему установки (рисунок 1).

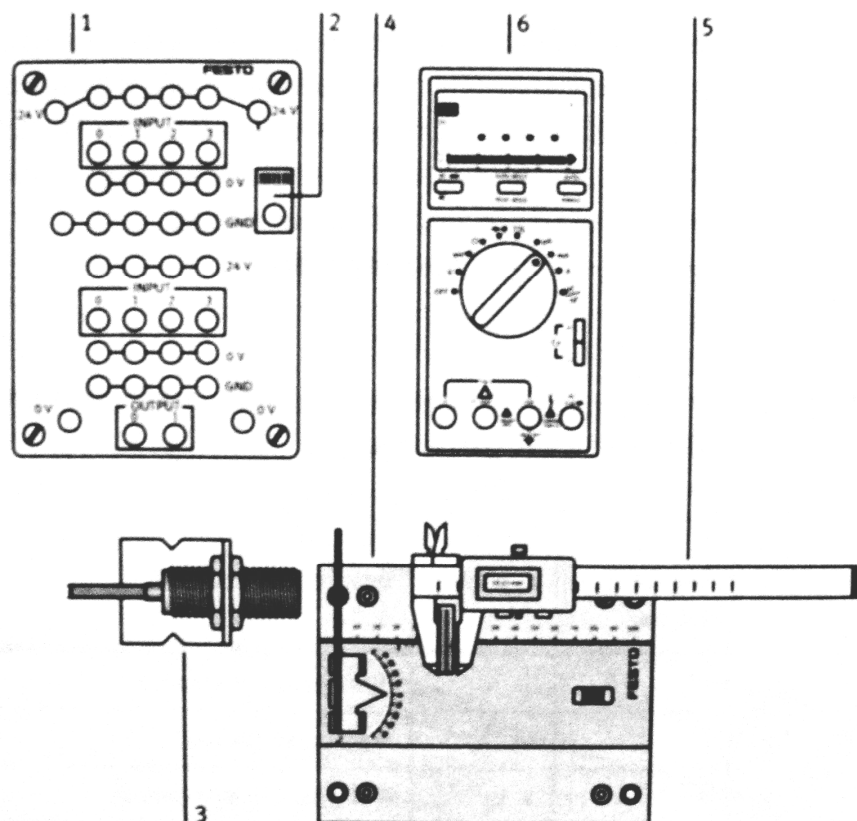


Рисунок 1 – Схема установки

Таблица 1 – Комплект оборудования

Порядковый номер	Количество	Наименование
1	1	Соединительный блок
2	1	Переключатель сигналов
3	1	Индуктивный преобразователь
4	1	Ползунковый переключатель
5	1	Встраиваемый штангенциркуль
6	1	Цифровой мультиметр
	1	Тест-объект: сталь (S235 JR) до 30 мм

3.2. Собрать электрическую схему установки (рисунок 2, 3).

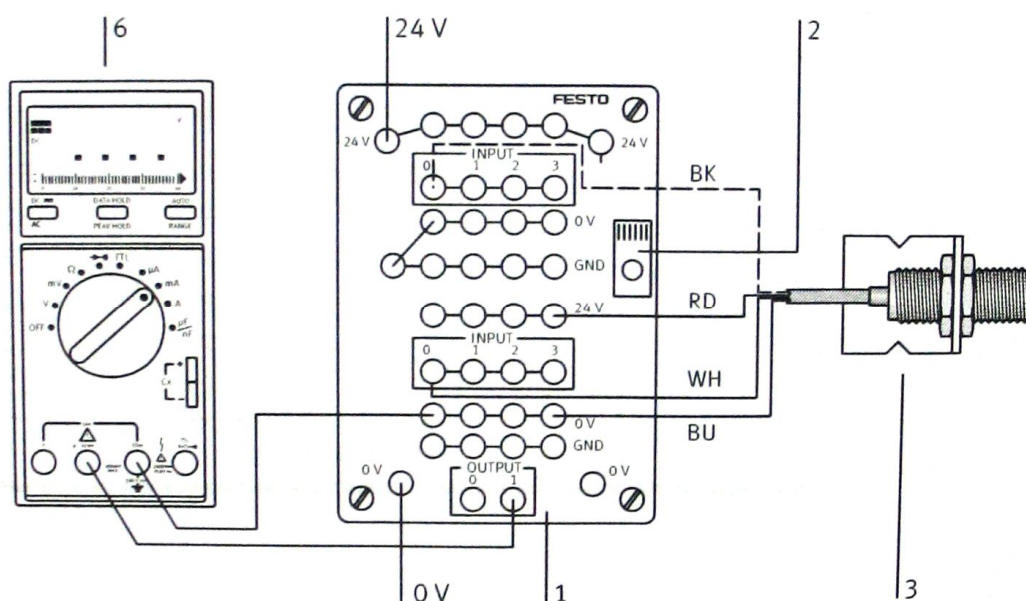


Рисунок 2 – Электрическое соединение

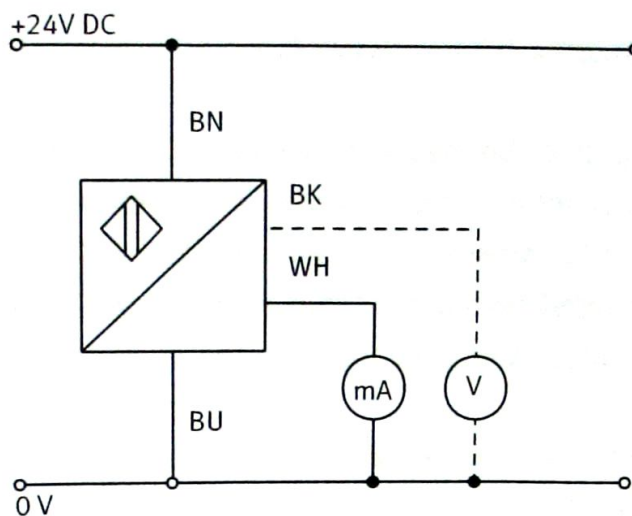


Рисунок 3 – Схема электрической цепи

3.3. Снятие статической характеристики преобразователя по току.

3.3.1. При установке штангенциркуля с нониусом следите, чтобы указатель ползункового переключателя находился на нуле. Губки штангенциркуля должны располагаться на расстоянии приблизительно 10 мм друг от друга. Штангенциркуль располагается параллельно основанию на одном уровне с краем, так чтобы передняя губка находилась напротив стопора штангенциркуля. Основная часть штангенциркуля крепится к основанию ползункового переключателя двумя магнитами.

3.3.2. Установить исследуемый объект (стальную пластину S235 JR – 90x30 мм) в держатель ползункового переключателя.

3.3.3. Закрепить индуктивный преобразователь, сместив его на 5 см от центра ползункового переключателя.

3.3.4. Подвести исследуемый объект к индуктивному преобразователю, используя ползунковый переключатель. Установить цифровой индикатор штангенциркуля на отметке «0», когда пластина коснется преобразователя.

3.3.5. Установить сигнальный переключатель полюсов на отметке «0».

3.3.6. Включить блок питания 24 В.

3.3.7. Провести первую серию измерений значений тока I преобразователя при перемещении объекта (стальной пластины) в диапазоне 0-15 мм с дискретностью 1 мм. Результаты занести в таблицу 2.

3.3.8. Провести еще две серии измерений (2 и 3), результаты занести в таблицу 2.

3.3.9. Вычислить среднее значение токов I по результатам 1, 2 и 3 серий измерений. Построить график статической характеристики преобразователя $I=f(S)$ (рисунок 4).

3.3.10. По графику статической характеристики (рисунок 4) определить прямолинейный участок характеристики ΔS и изменение тока ΔI на нем. Вычислить чувствительность преобразователя R по формуле

$$R = \frac{\Delta I}{\Delta S}.$$

Расстояние S преобразователя до объекта вычисляется по формуле

$$S = \frac{I - S_0}{R},$$

где I – значение тока, мА; S_0 – величина зоны нечувствительности, мм.

Таблица 2 – Результаты измерений

Расстояние S , мм	Ток на выходе I , мА			
	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Среднее значение
0				
1				
2				
3				
4				
5				

Расстояние S, мм	Ток на выходе I, мА			
	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Среднее значение
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

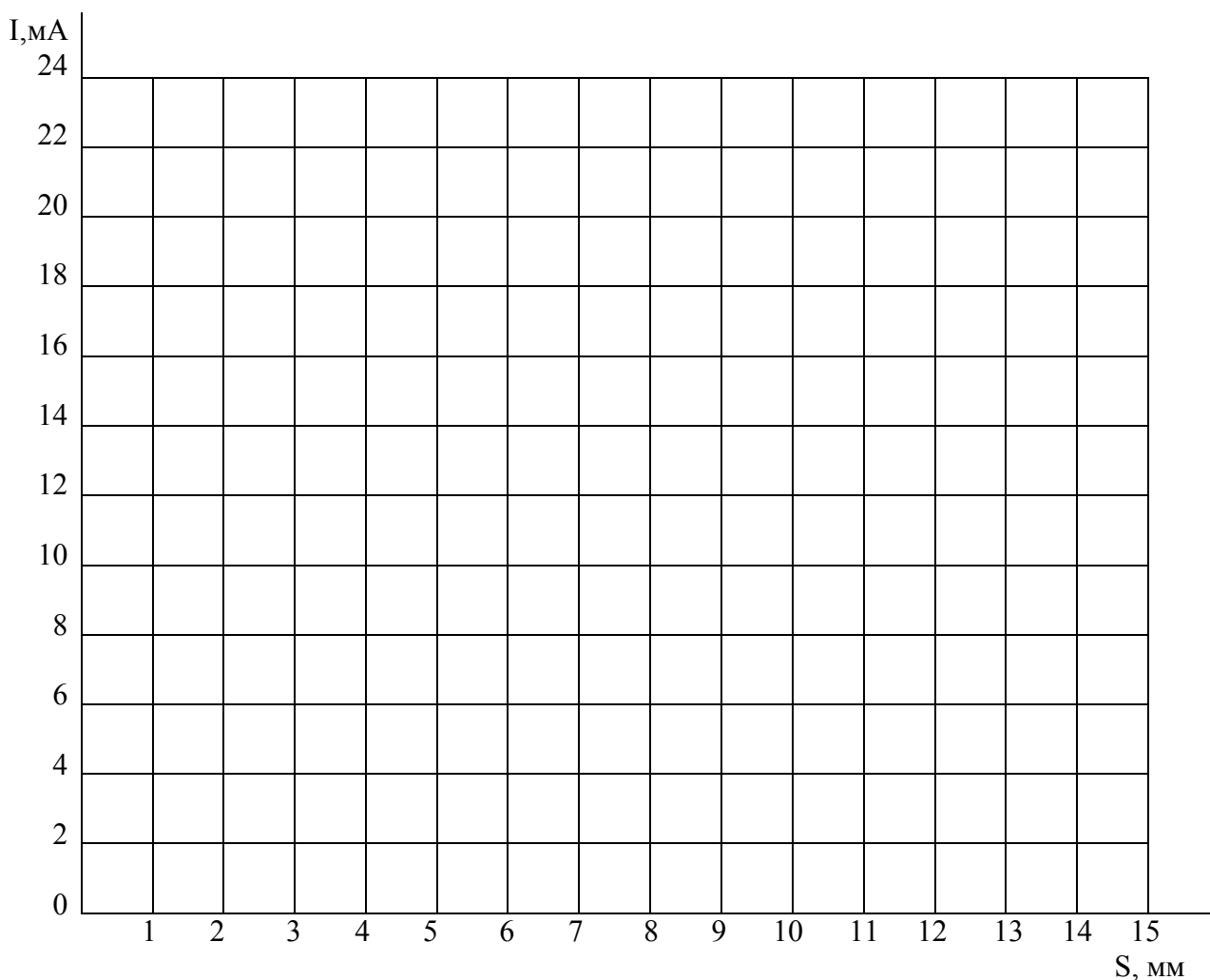


Рисунок 4 – Статическая характеристика бесконтактного индуктивного преобразователя $I=f(S)$ по результатам 1, 2 и 3 серий

3.4. Определение зависимости выходного тока индуктивного преобразователя от материала детали и расстояния до нее.

3.4.1. Установить тест-объект в держатель ползункового переключателя. В качестве тест-объекта используются пластины из следующих материалов: нержавеющей сталь, алюминий, латунь, медь.

3.4.2. Подвести исследуемый объект к индуктивному преобразователю, используя ползунковый переключатель. Установить цифровой индикатор штангенциркуля на отметке «0», когда пластина коснется преобразователя.

3.4.3. Установить сигнальный переключатель полюсов на отметке «0».

3.4.4. Включить блок питания 24 В.

3.4.5. Провести две серии измерений тока I преобразователя при перемещении тест-объекта (пластины из нержавеющей стали) в диапазоне 0-9 мм с дискретностью 1 мм. Результаты занести в таблицу 3.

3.4.6. Выполнить пункты 3.4.1. - 3.4.5. с тест-объектами из алюминия, латуни и меди (рисунок 5). Результаты занести в таблицу 4,5,6.

3.4.7. Вычислить средние значения токов по сериям измерений 1 и 2 для тест-объектов из нержавеющей стали, алюминия, латуни и меди (таблицы 3,4,5,6).

3.4.8. Построить графики зависимости выходного тока индуктивного преобразователя от материала детали и расстояния (рисунок 6).

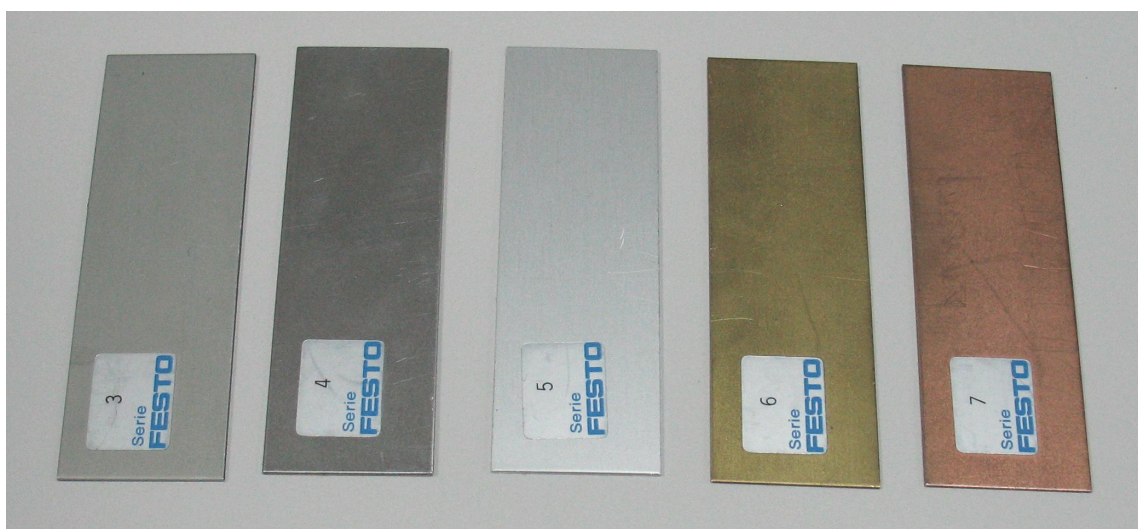


Рисунок 5 – Пластины из нержавеющей стали, алюминия, латуни и меди

Таблица 3 – Результаты измерений (нержавеющая сталь)

Выходной ток I , мА	Расстояние S , мм									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серия 1										
Серия 2										
Среднее значение тока I , мА										

Таблица 4 – Результаты измерений (алюминий)

Выходной ток I, мА	Расстояние S, мм									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серия 1										
Серия 2										
Среднее значение тока I, мА										

Таблица 5 – Результаты измерений (латунь)

Выходной ток I, мА	Расстояние S, мм									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серия 1										
Серия 2										
Среднее значение тока I, мА										

Таблица 6 – Результаты измерений (медь)

Выходной ток I, мА	Расстояние S, мм									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серия 1										
Серия 2										
Среднее значение тока I, мА										

I, мА

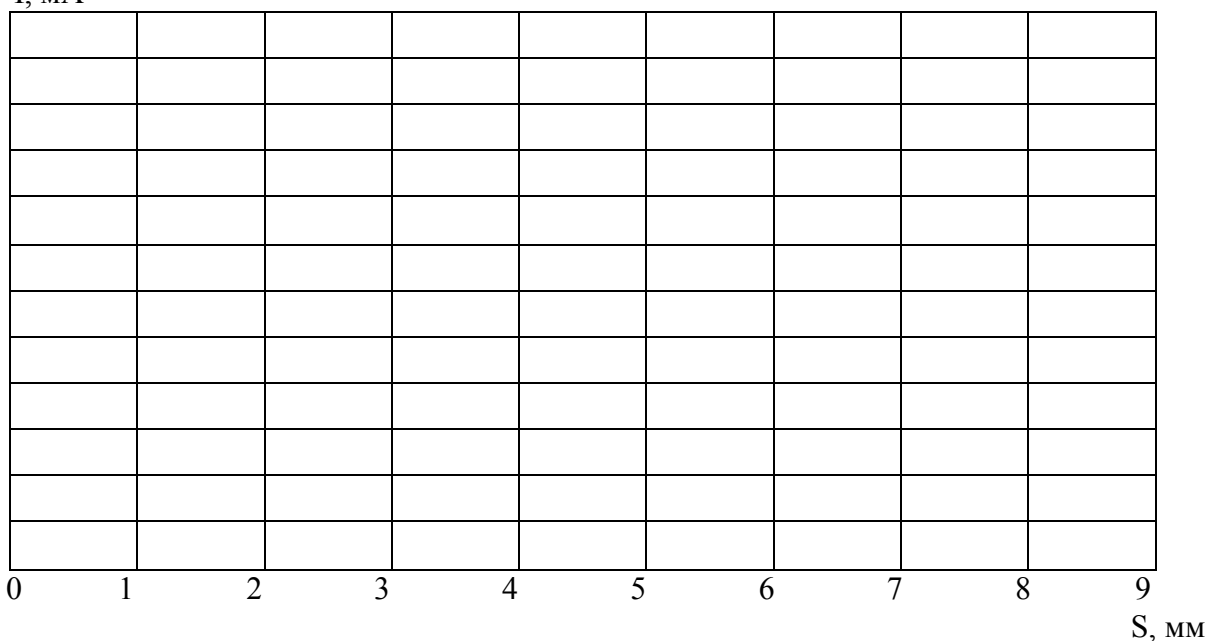


Рисунок 6 – Зависимость выходного тока преобразователя от материала детали и расстояния

1 – нержавеющая сталь, 2 – алюминий, 3 – латунь, 4 – медь

3.5. Определение зависимости выходного тока индуктивного преобразователя от площади поперечного сечения и расстояния до детали (тест-объекта).

В качестве тест-объектов используются стальные пластины с размерами сторон: 30x30 мм; 25x25 мм; 20x20 мм; 15x15 мм; 10x10 мм; 5x5 мм (рисунок 7). Расстояние до тест-объекта 3 мм или 4 мм.

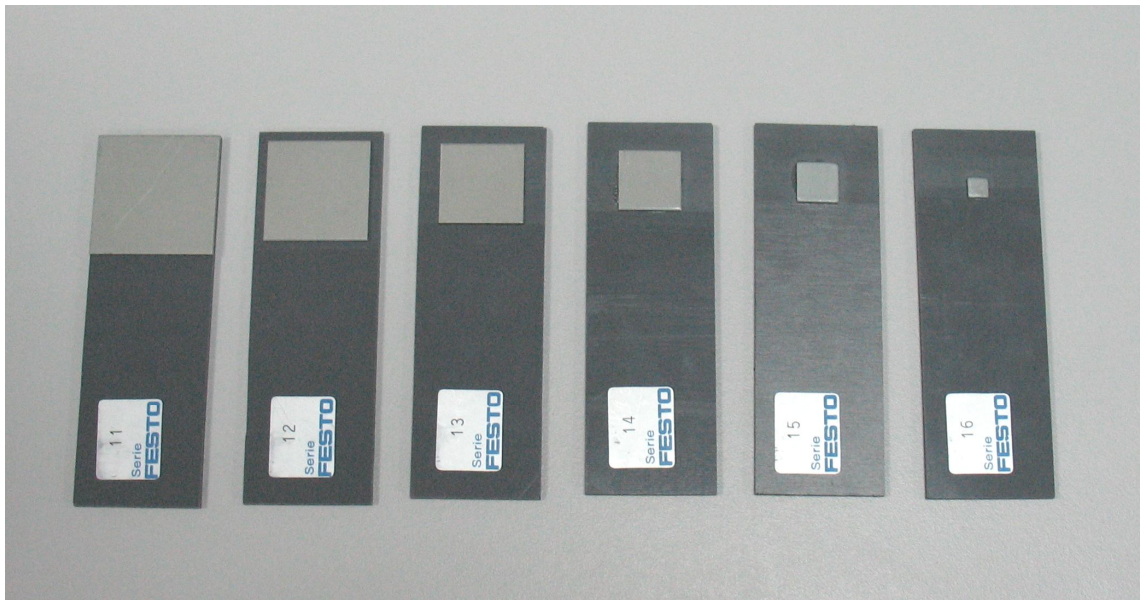


Рисунок 7 – Стальные пластины с размерами сторон 30x30 мм, 25x25 мм, 20x20 мм, 15x15 мм, 10x10 мм, 5x5 мм

3.5.1. Установить тест-объект размером 30x30 мм в держатель ползункового переключателя.

3.5.2. Подвести исследуемый объект к индуктивному преобразователю, используя ползунковый переключатель. Установить цифровой индикатор штангенциркуля на отметке «0», когда пластина коснется преобразователя.

3.5.3. Отвести пластину на 3мм (по показаниям штангенциркуля) от индуктивного преобразователя. Определить значение выходного тока преобразователя и занести его в таблицу 7.

3.5.4. Выполнить пункты 3.5.1. - 3.5.3. с тест-объектами 25x25 мм; 20x20 мм; 15x15 мм; 10x10 мм; 5x5 мм. Провести три серии измерений.

3.5.5. Выполнить пункты 3.5.1. - 3.5.3. выставив тест-объекты на расстоянии 4 мм от преобразователя. Результаты измерений занести в таблицу 8.

3.5.6. По результатам измерений (таблицы 7 и 8) построить графики зависимости выходного тока преобразователя от площади тест-объекта (рисунок 8).

Таблица 7 – Результаты измерений ($S=3\text{мм}$)

Размер тест-объекта, мм	Выходной ток преобразователя I, мА			
	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Среднее значение
30x30				
25x25				
20x20				
15x15				
10x10				
5x5				

Таблица 8 – Результаты измерений ($S=4\text{мм}$)

Размер тест-объекта, мм	Выходной ток преобразователя I, мА			
	Серия 1	Серия 2	Серия 3	Среднее значение
30x30				
25x25				
20x20				
15x15				
10x10				
5x5				

I, мА

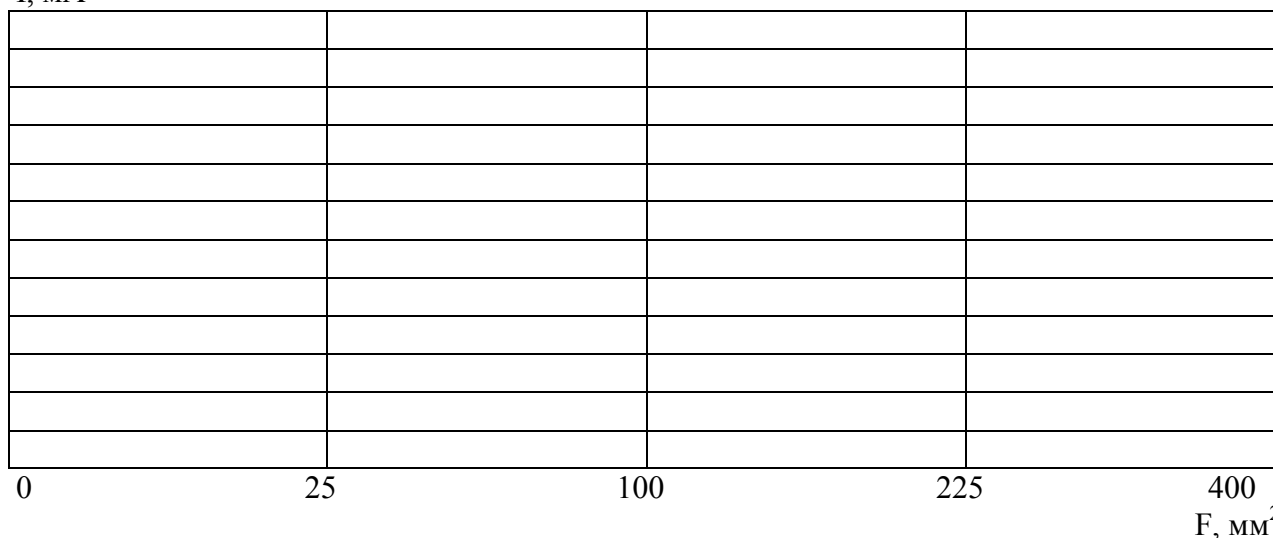


Рисунок 8 – Зависимость выходного тока преобразователя
от площади тест-объекта
1 – для расстояния $S=3\text{мм}$
2 – для расстояния $S=4\text{мм}$

4. Содержание отчёта.

- 4.1. Основные теоретические положения.
- 4.2. Схема лабораторной установки.
- 4.3. Таблицы результатов исследований.
- 4.4. Графики экспериментальных зависимостей.

5. Контрольные вопросы.

- 5.1. Достоинства бесконтактных измерительных приборов.
- 5.2. Назовите режимы работы бесконтактных индуктивных преобразователей.
- 5.3. Поясните принцип действия бесконтактного токовихревого индуктивного преобразователя.
- 5.4. Как определить чувствительность преобразователя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13Ф ИЗМЕРЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПЛАСТИНЫ, РАДИАЛЬНОГО И ТОРЦЕВОГО БИЕНИЙ ДИСКА

1. Цель работы: изучение методики измерения упругих деформаций деталей, их погрешности формы и взаимного расположения поверхностей.

2. Содержание работы.

Изучить назначение и конструкцию узлов и блоков лабораторного стенда.

Изучить назначение и способы подключения электрических элементов.

Собрать лабораторную установку.

Провести тарирование индуктивного преобразователя по исследуемой пластине.

Провести измерение деформации пластины под действием внешней нагрузки.

Собрать лабораторную установку для измерения радиального и торцевого биений дисков.

Провести тарирование индуктивного преобразователя по исследуемому диску.

Провести измерение радиального и торцевого биения диска.

3. Порядок выполнения работы.

Измерение деформации пластины.

Собрать лабораторную установку, общий вид которой показан на рисунке 1. Установка включает в себя соединительный блок 1, переключатель сигналов 2, индуктивный преобразователь 3, мультиметр 6, набор грузов 7, стойки 8 и 9 для крепления преобразователя и исследуемой пластины 10.

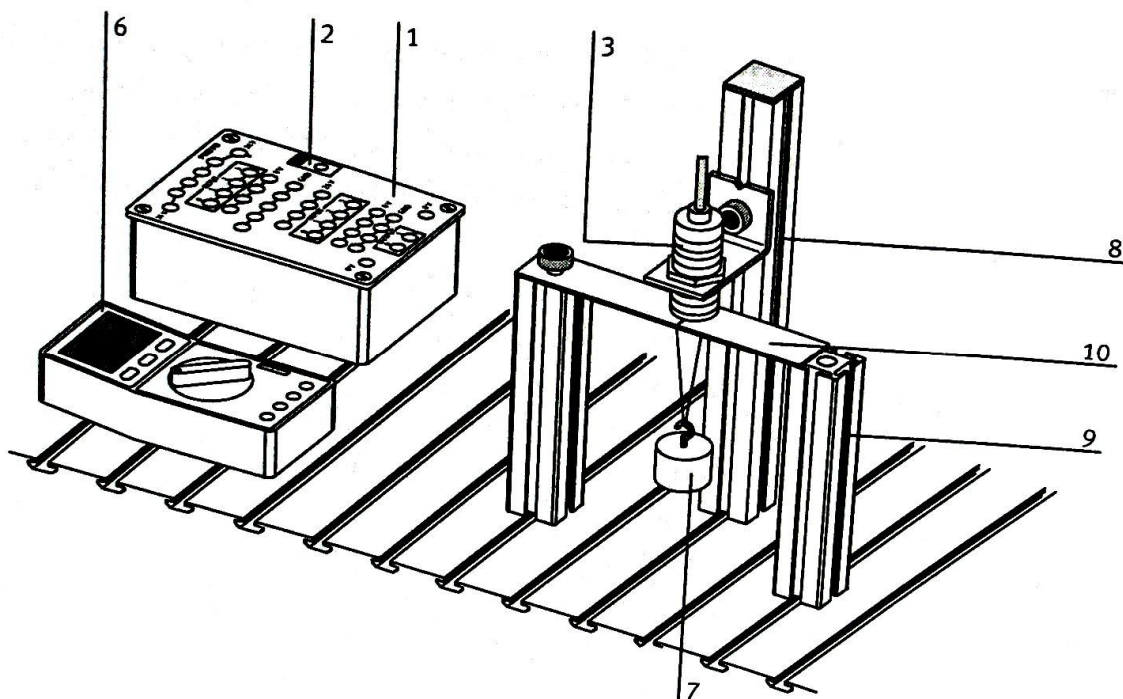


Рисунок 1 – Общий вид лабораторной установки

Собрать установку для тарирования преобразователя по характеристикам (материалу и размерам) исследуемой пластины (рисунок 1 лабораторной работы 12Ф). Электрическое соединение и схема электрической цепи показаны на рисунках 2 и 3 лабораторной работы 12Ф.

Определить статическую характеристику индуктивного преобразователя для измерений деформации упругой алюминиевой пластины. Для этого необходимо выполнить пункты 3.3.1. - 3.3.6. лабораторной работы 12Ф. Измерения производить в диапазоне перемещения 0-4 мм с дискретностью 0,5 мм. Результаты занести в таблицу 1. По результатам измерений построить график статической характеристики (рисунок 2) и вычислить чувствительность преобразователя $R = \frac{\Delta I}{\Delta S}$.

Установить индуктивный преобразователь и исследуемую пластину на лабораторный стенд (рисунок 1). Расстояние между преобразователем и алюминиевой пластиной должно составлять примерно 1,5 мм.

Провести последовательное нагружение пластины грузами массой $m=0,02; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ кг, измерить и записать в таблицу 2 силу выходного тока индуктивного преобразователя.

Построить графики зависимости $I=f(m)$ (рисунок 3).

Вычислить значение деформации пластины S_{II} по значениям тока I (таблица 2) и чувствительность преобразователя R по формуле $S_{II} = \frac{I}{R}$.

Построить график зависимости $S=f(m)$ (рисунок 4).

Таблица 1 – Результаты измерений

Расстояние S , мм	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Выходной ток I , мА									

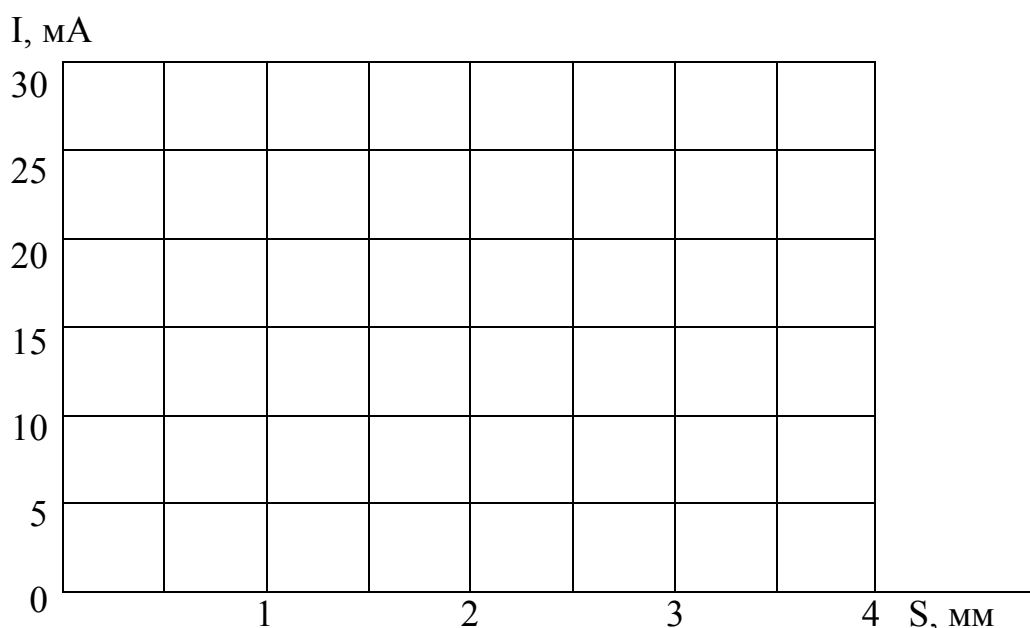
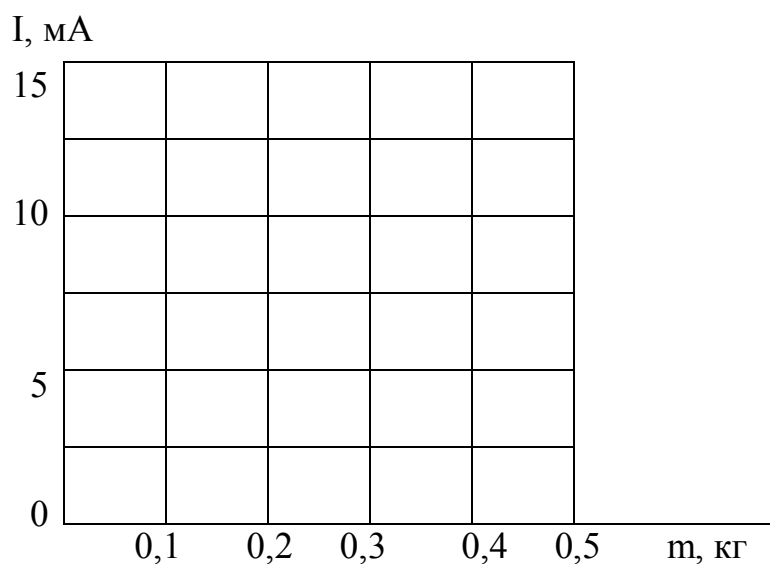
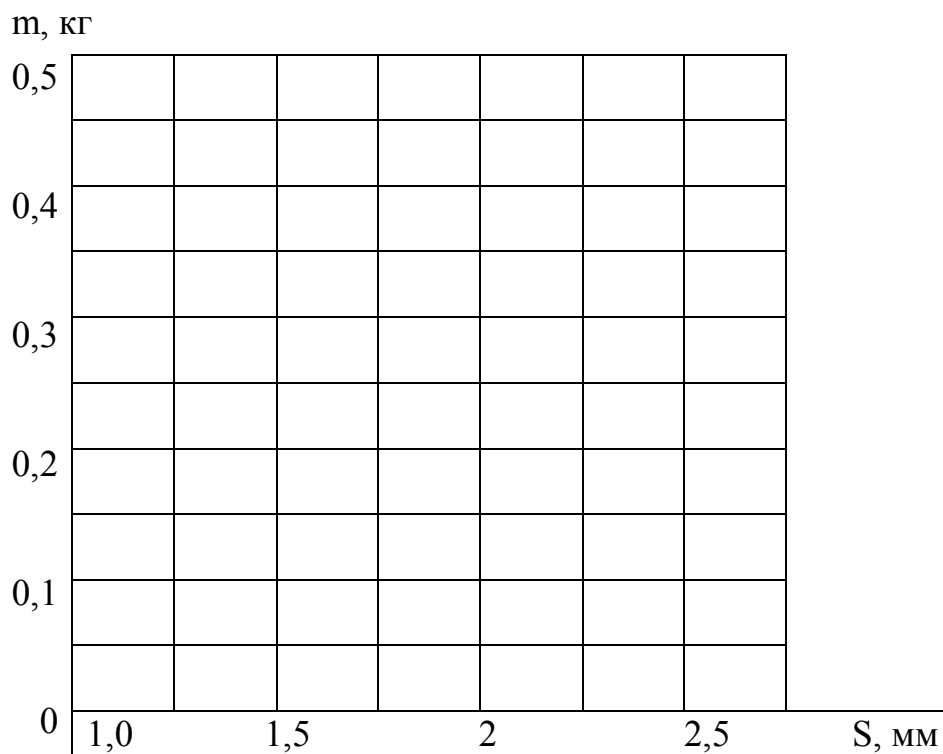


Рисунок 2 – Статическая характеристика преобразователя

Таблица 2 – Результаты измерения деформации пластины

Масса m , кг	0	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Выходной ток I , мА												

Рисунок 3 – График зависимости $I=f(m)$ Рисунок 4 – График зависимости $S=f(m)$

3.2 Определение торцевого биения стального диска.

3.2.1. Собрать установку для тарирования преобразователя по характеристикам (материалу и размерам) измеряемого диска (рисунок 1, пункт 3.3.1 лабораторной работы 12Ф).

Установить измеряемый диск в держатель ползункового переключателя. Индуктивный преобразователь установить соосно с центром ползункового переключателя (рисунок 5).

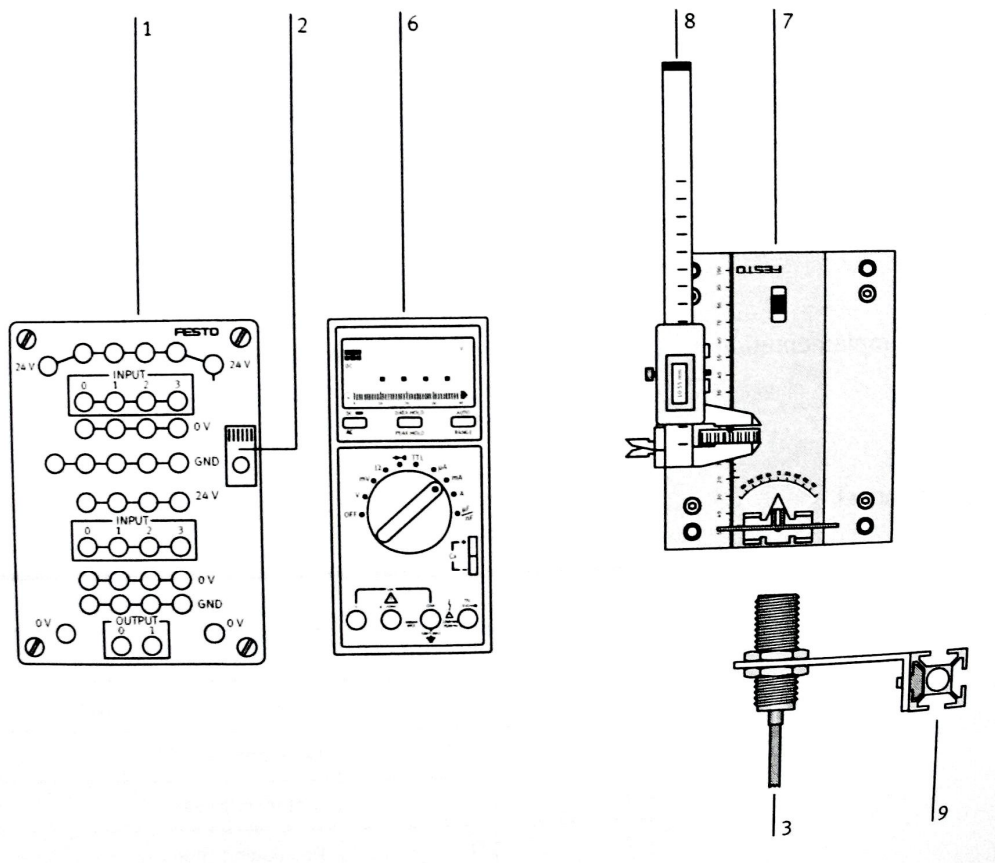


Рисунок 5 – Схема установки

Далее выполнить пункты 3.3.4 - 3.3.6 лабораторной работы 12Ф и провести серию измерений значений тока преобразователя при перемещении диска в диапазоне 0-9 мм с дискретностью 1 мм. Результаты измерений занести в таблицу 4. По результатам измерений построить график статической характеристики и вычислить чувствительность преобразователя R по формуле

$$R = \frac{\Delta I}{\Delta S}.$$

3.2.2. Собрать установку для измерения торцевого биения диска (рисунок 6). Перечень оборудования указан в таблице 3.

Таблица 3 – Комплект оборудования

Порядковый номер	Количество	Наименование
1	1	Аналоговое соединительное устройство
2	1	Переключатель сигналов
3	1	Индуктивный преобразователь
4	1	Двигатель
5	1	Контроллер двигателя
6	1	Мультиметр

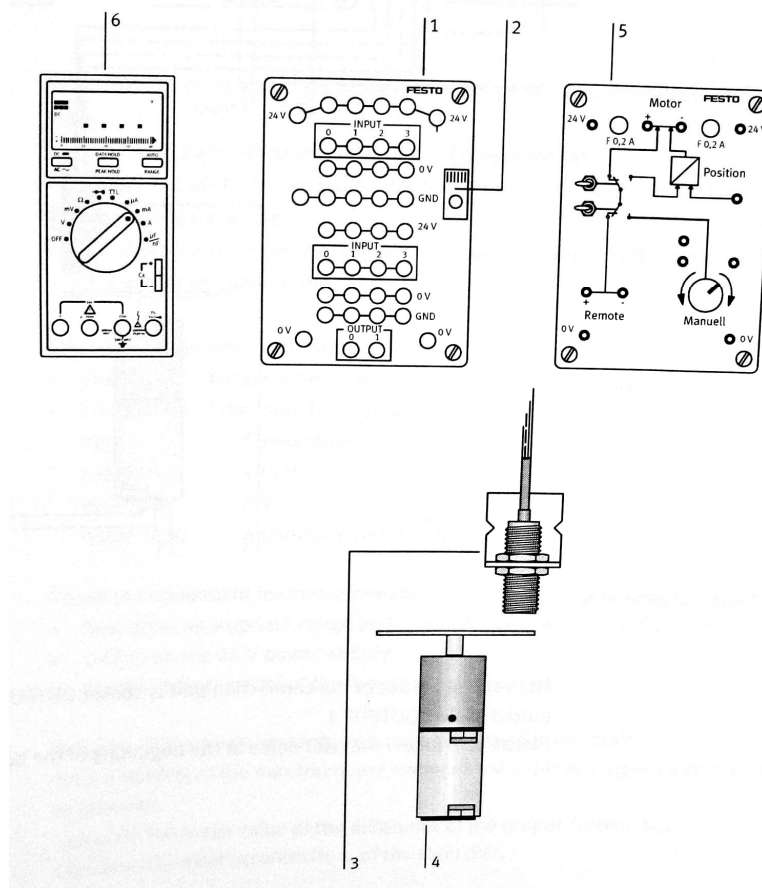


Рисунок 6 – Схема установки

На рисунках 7 и 8 показаны схема электрической цепи и схема электрических соединений.

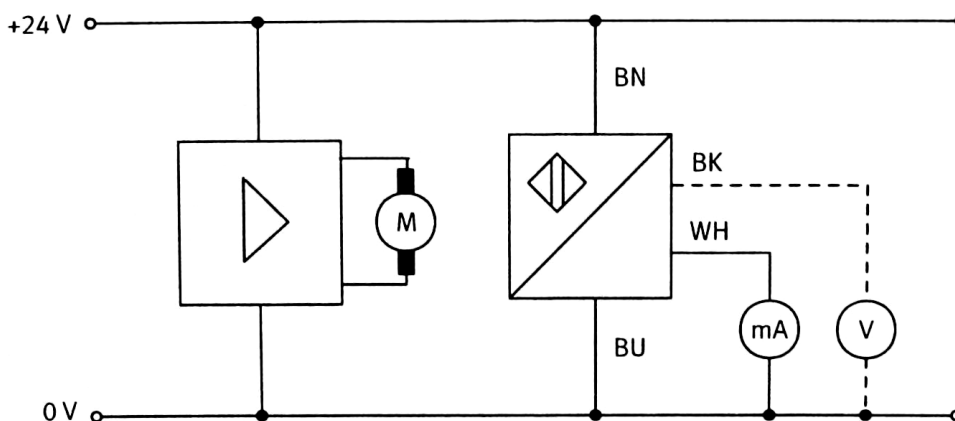


Рисунок 7 – Схема электрической цепи

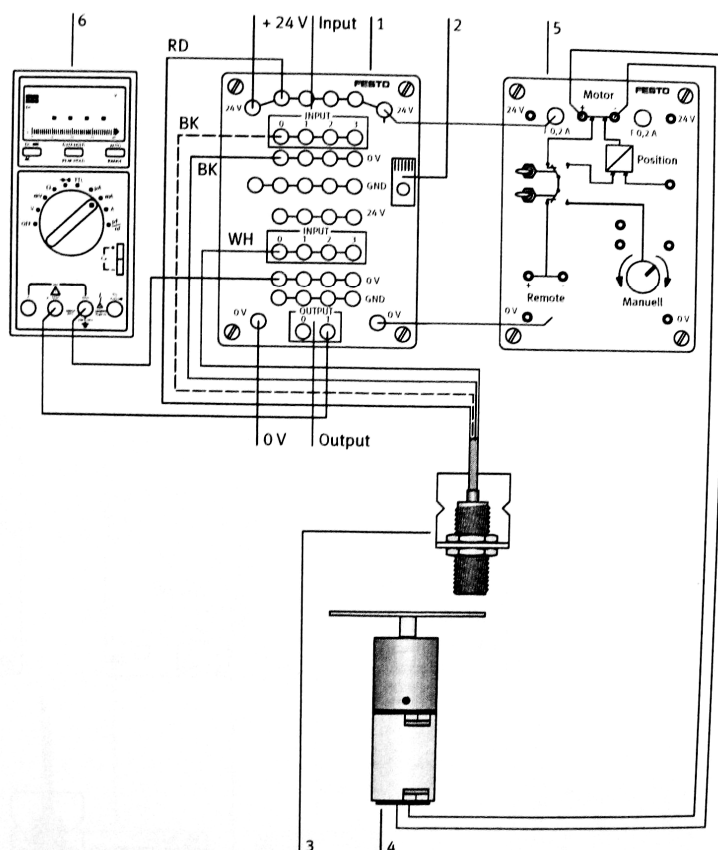


Рисунок 8 – Схема электрических соединений

3.2.3. Закрепить измеряемый диск на валу двигателя. Расстояние от преобразователя до диска должно равняться середине прямолинейного участка статической характеристики (рисунок 9).

3.2.4. Включить вращение двигателя и установить минимальную частоту вращения.

3.2.5. Определить максимальное $I_{\max}$ и минимальное $I_{\min}$ значения тока преобразователя по мультиметру за один оборот диска, результаты занести в таблицу 5. Повторить измерения три раза.

3.2.6. Вычислить среднее значение разности силы тока ΔI_{cp} и величину торцевого биения диска S_T по формуле

$$S_T = \frac{\Delta I_{cp}}{R}.$$

Таблица 4 – Результаты измерений

Расстояние S, мм	0	1	2	3	4	5	6	7	9
Сила тока I, мА									

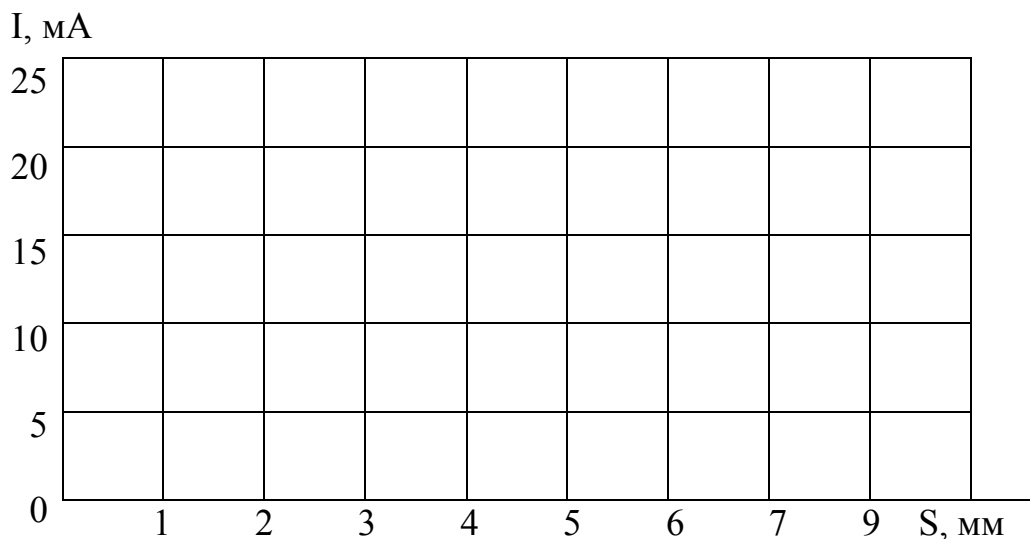


Рисунок 9 – Статическая характеристика преобразователя

Таблица 5 – Результаты измерения торцевого биения диска

Сила тока I, мА	Серия измерений		
	1	2	3
I _{max} , мА			
I _{min} , мА			
$\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$			
Среднее значение ΔI_{cp}			
Величина торцевого биения диска	$S_T = \frac{\Delta I_{cp}}{R}$		

3.3. Определение радиального биения стального диска.

3.3.1. Собрать установку для тарирования преобразователя по характеристикам (материалу и размерам) измеряемого диска (рисунок 1, пункт 3.3.1 лабораторной работы 12Ф).

Установить измеряемый диск в держатель ползункового переключателя согласно рисунка 10.

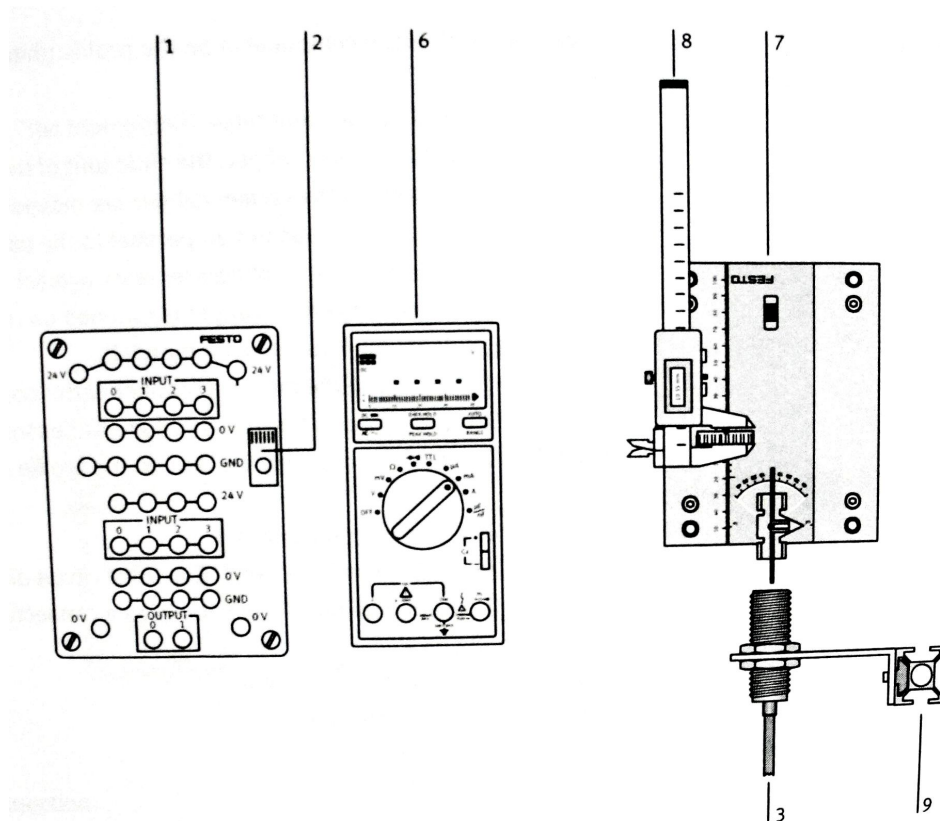


Рисунок 10 – Схема установки

Далее выполнить пункты 3.3.4 - 3.3.6 лабораторной работы 12Ф и провести серию измерений значений тока преобразователя при перемещении диска в диапазоне 0-9 мм с дискретностью 1 мм. Результаты измерений занести в таблицу 6. По результатам измерений построить график статической характеристики (рисунок 11) и вычислить чувствительность преобразователя R по формуле

$$R = \frac{\Delta I}{\Delta S} .$$

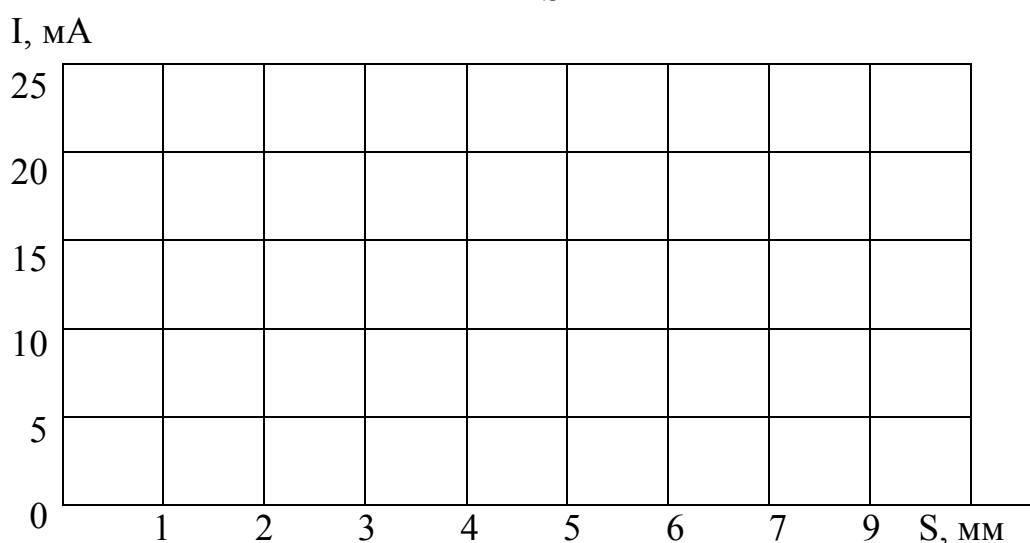


Рисунок 11 – Статическая характеристика преобразователя

3.3.2. Собрать установку для измерения радиального биения диска (рисунок 12).

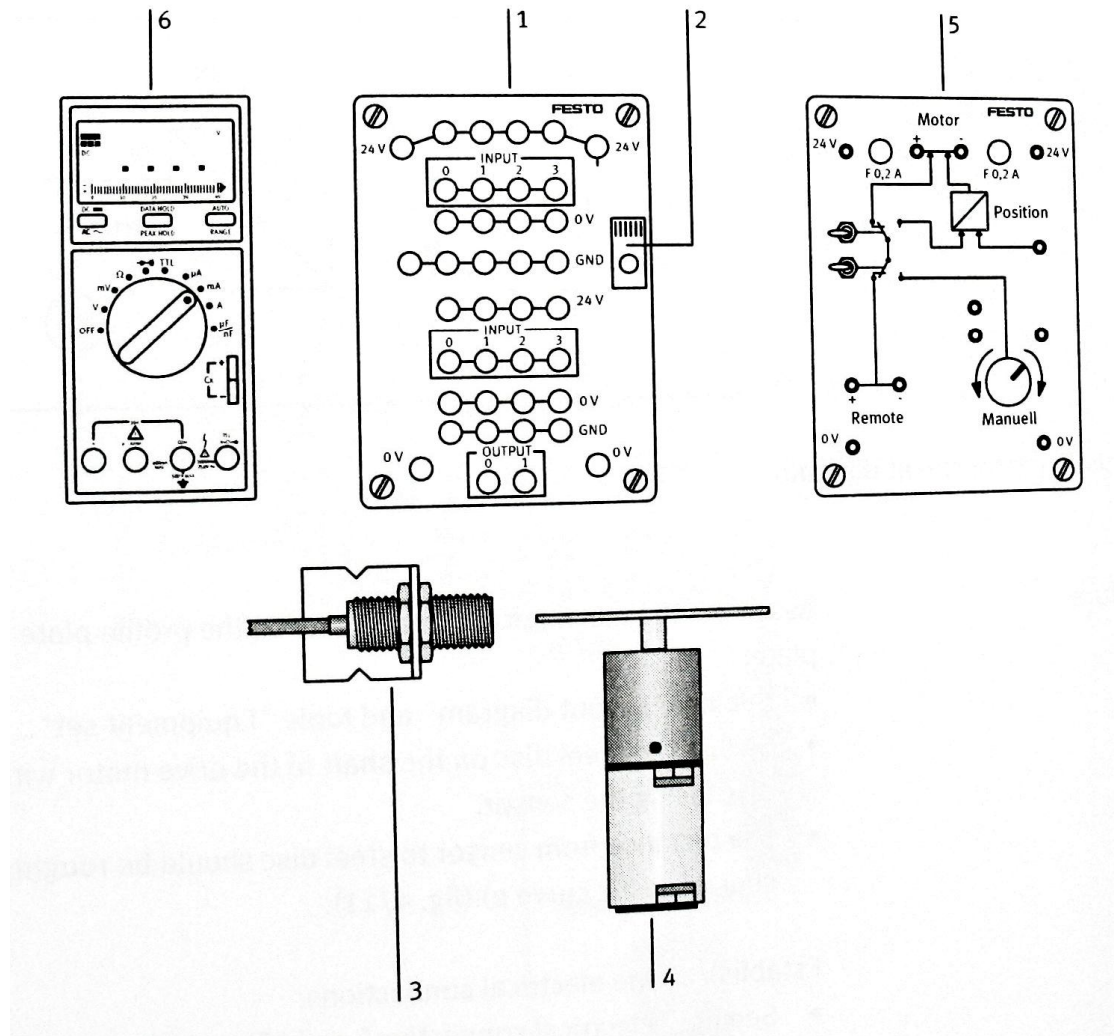


Рисунок 12 – Схема установки

3.3.3. Закрепить измеряемый диск на валу двигателя. Расстояние от преобразователя до диска должно равняться середине прямолинейного участка статической характеристики (рисунок 11).

3.3.4. Выполнить пункты 3.2.4 и 3.2.5. Результаты занести в таблицу 7.

3.3.5. Вычислить среднее значение разности силы тока ΔI_{cp} и величину радиального биения диска S_R по формуле

$$S_R = \frac{\Delta I_{cp}}{R}.$$

Таблица 6 – Результаты измерений

Расстояние S, мм	0	1	2	3	4	5	6	7	9
Сила тока I, мА									

Таблица 7 – Результаты измерения радиального биения диска

Сила тока I, мА	Серия измерений		
	1	2	3
I _{max} , мА			
I _{min} , мА			
ΔI = I _{max} - I _{min}			
Среднее значение ΔI _{ср}			
Величина радиального биения диска	$S_R = \frac{\Delta I_{cp}}{R}$		

4. Содержание отчета.

4.1. Схемы лабораторных установок для измерения деформации пластины, радиального и торцевого биения диска.

4.2. Графики статических характеристик.

4.3. Таблицы результатов измерений.

4.4. Выводы.

5. Контрольные вопросы.

5.1. Поясните принцип действия бесконтактного индуктивного преобразователя.

5.2. С какой целью определяется чувствительность преобразователя при измерении прогиба пластины, радиального и торцевого биения диска?

5.3. Как вычислить величину радиального и торцевого биений по результатам измерений?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кросер П. Учебный курс по технике управления: учебное пособие / П.Кросер, Ф.Эбель. – Киев: Изд-во ДП «Фесто», 2002. – 225с.: ил.
2. Пашков Е.В. Электropневмоавтоматика в производственных процессах: учебное пособие / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинский, А.А. Четверкин; под ред. Е.В.Пашкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – 496 с.: ил.
3. Теория и проектирование контрольных автоматов: учебное пособие / Л.Н. Воронцов, С.Ф. Корндорф, В.А. Трутень, А.В. Федотов. – М.: Высш. шк., 1980. – 560 с.: ил.

Заказ № _____ от « _____ » _____ 2008. Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ