

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю

Директор ИК

Захарова А.А.

« _____ » _____ 2014 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНОГО
ДИНАМОМЕТРА**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине
«Резание материалов и режущий инструмент»
для студентов, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение»

УДК 621.9.01:681.5

Исследование метрологических характеристик токарного динамометра.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» для студентов, обучающихся по направлению 150700 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».- Томск: Изд. ТПУ, 2014.-12 с.

Составители

ассистент А.Б. Ким
доц., канд. техн. наук А.Ю. Арляпов
оц., канд. техн. наук В.Н.Сбоев

Рецензент

доц., канд. техн. наук В.Ф. Скворцов

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры «Технология автоматизированного машиностроительного производства»

«_____» _____ 2014 г.

Зав. кафедрой
доц., канд. техн. наук

А.Ю. Арляпов

Лабораторная работа № 2
«Исследование метрологических характеристик токарного
динамометра»

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с конструкцией трехкомпонентного токарного динамометра, определить его основные метрологические характеристики.

2. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Познакомиться с конструкцией и устройством трехкомпонентного токарного динамометра С-3/20 (либо БМК-1000).

2. Провести тарировку трехкомпонентного токарного динамометра.

3. Построить тарировочные графики

$$P_Z = f_1(I_Z), P_Y = f_2(I_Y), P_X = f_3(I_X),$$

4. Определить метрологические коэффициенты K_{Pz} , K_{Py} , K_{Px} в каналах Z, Y, X токарного динамометра.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Установить на токарно-винторезный станок 1К62 тарировочную балку, зажать в центрах, закрепить, зафиксировать положение шпинделя при помощи деревянных клиньев.

2. Тарировка канала Z

2.1. Установить на трехкомпонентный токарный динамометр С-3/20 эталонный динамометр ДОСМ 3-1 согласно рис.1.1. Закручивая винт 6 дать небольшую ($A \approx 0,3$ мм) нагрузку. Следя за показаниями индикатора эталонного динамометра 3, при помощи штурвалов осевого и радиального перемещения суппорта станка установить суппорт в такое положение, чтобы при нагружении токарного динамометра обеспечивалось вертикальное направление усилия нагружения.

2.2. Разгрузить динамометры и установить стрелку индикатора 3 эталонного динамометра 2 в нулевое положение.

2.3. Установить чувствительность канала Z тензометрического усилителя ТА-5 $\varepsilon = 2,5 \cdot 10^{-3}$, относительных единиц деформации.

2.4. Установить стрелку регистрирующего прибора канала Z тензометрического усилителя на нулевую отметку при помощи ручки «баланс нуля».

2.5. Нагрузить токарный динамометр через эталонный таким усилием, чтобы деформация эталонного динамометра А составляла примерно $A \approx 0,1$ мм (десять делений шкалы индикатора эталонного динамометра).

2.6. Занести показания индикатора эталонного динамометра А и регистрирующего прибора токарного динамометра I_Z в таблицу 1.

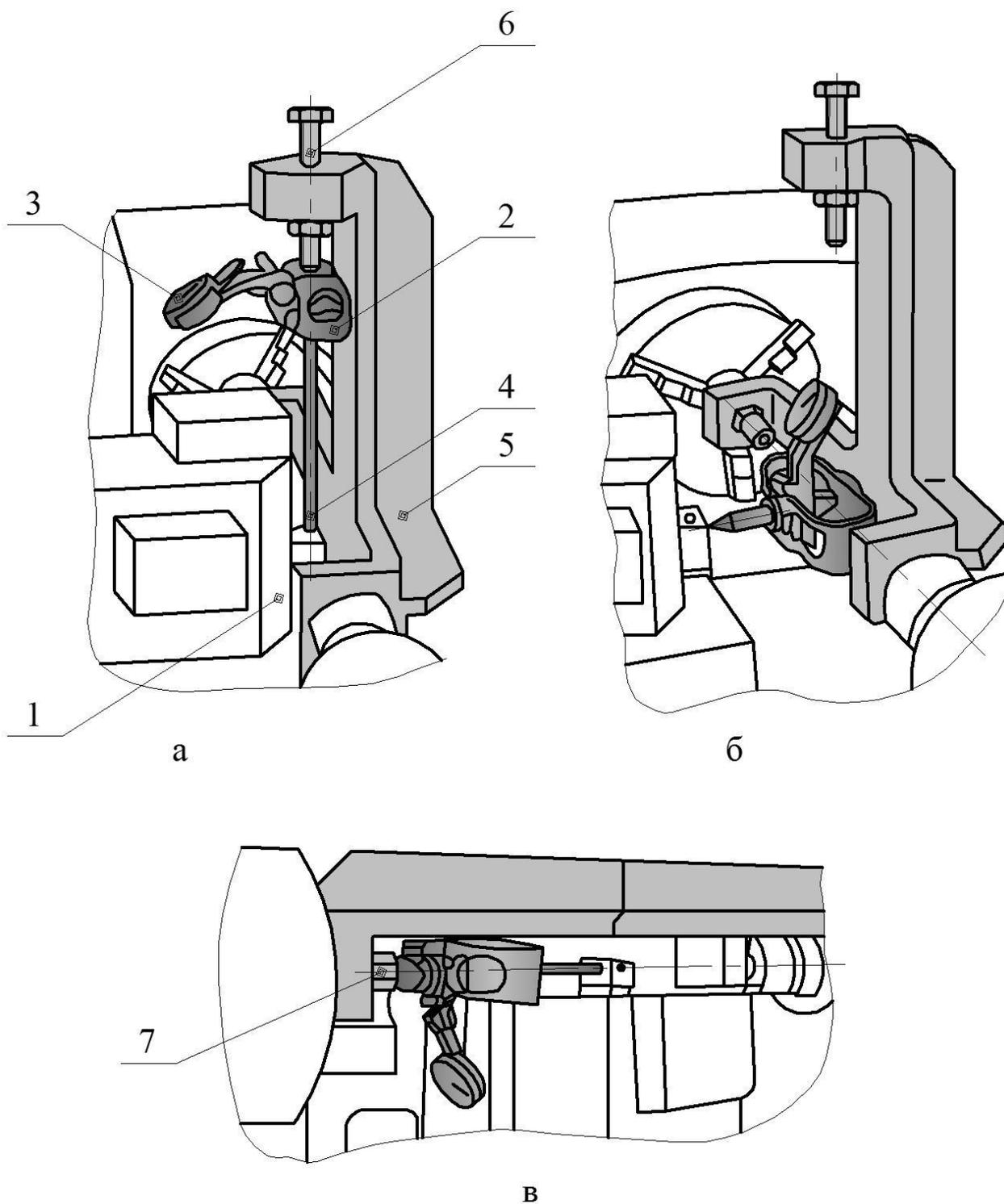


Рис.1. Тарировка динамометра:
 а-тарировка канала Z; б-тарировка канала Y; в-тарировка канала X.
 1. токарный динамометр; 2. эталонный динамометр; 3. индикатор эталонного динамометра; 4. Рыбка; 5. Тарировочная балка;

6. нагрузочный винт 1; 7. нагрузочный винт 2.

2.7. На каждом следующем этапе необходимо ступенями увеличивать нагрузку таким образом, чтобы деформация эталонного динамометра A увеличивалась примерно на $\Delta A \approx 0,1$ мм на каждой ступени нагружения. После каждого нагружения заносить показания индикатора эталонного динамометра A и регистрирующего прибора токарного динамометра I_Z в таблицу 1.

2.8. При достижении стрелки регистрирующего прибора токарного динамометра конца шкалы, необходимо снять; нагрузку. При снятой нагрузке стрелки индикатора эталонного динамометра и регистрирующего прибора токарного динамометра должны установиться на нулевые отметки. Если этого не произошло, где-то допущена ошибка и процесс тарировки необходимо повторить.

3. Тарировка Канала Y

Для тарировки канала Y необходимо установить эталонный динамометр согласно рис.1.2 и повторить пункты 2,1...2.8 для направления Y . При тарировке канала Y нагрузка проводится при помощи рукоятки радиального перемещения суппорта станка. Показания индикаторного прибора эталонного динамометра A и регистрирующего прибора токарного динамометра I_Y заносятся в графу «канал Y » таблицы 1.

4. Тарировка канала X

При тарировке канала X необходимо установить эталонный динамометр согласно рис.1.3. Нагружение токарного динамометра проводится при помощи винта 7. Показания индикаторного прибора эталонного динамометра A и регистрирующего прибора токарного динамометра I_X заносятся в графу «канал X » Таблицы 1.

4. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Силу R , действующую на резец в процессе обработки детали (силу резания) принято разлагать на три взаимно-перпендикулярные компоненты – тангенциальную P_Z , осевую P_Y и радиальную P_X , рис.2.

Измерение сил резания проводится при помощи токарных динамометров. Измерение сил резания имеет ту особенность, что ни величина ни направление силы резания заранее не известны. Поэтому конструкция токарного динамометра должна обеспечивать разложение силы резания на три взаимно-перпендикулярные компоненты P_X , P_Y , P_Z и независимое измерение каждой из компонент. Силоизмерительные элементы токарного динамометра изготавливаются в виде жестких колец. Если на кольцо действует вертикальное усилие P , оно деформируется в эллипс. При этом на наружной поверхности кольца возникают напряжения, эпюра

которых показана на рис.3. В точках 1 и 4 возникают напряжения растяжения, а в точках 2 и 3 сжатия. В точках 5, 6, 7, 8 напряжений не возникает. Если в точках 1...8 наклеить тензорезисторы и электрически объединить их в два моста, как это показано на рис.4, то получим систему, обладающую следующими свойствами:

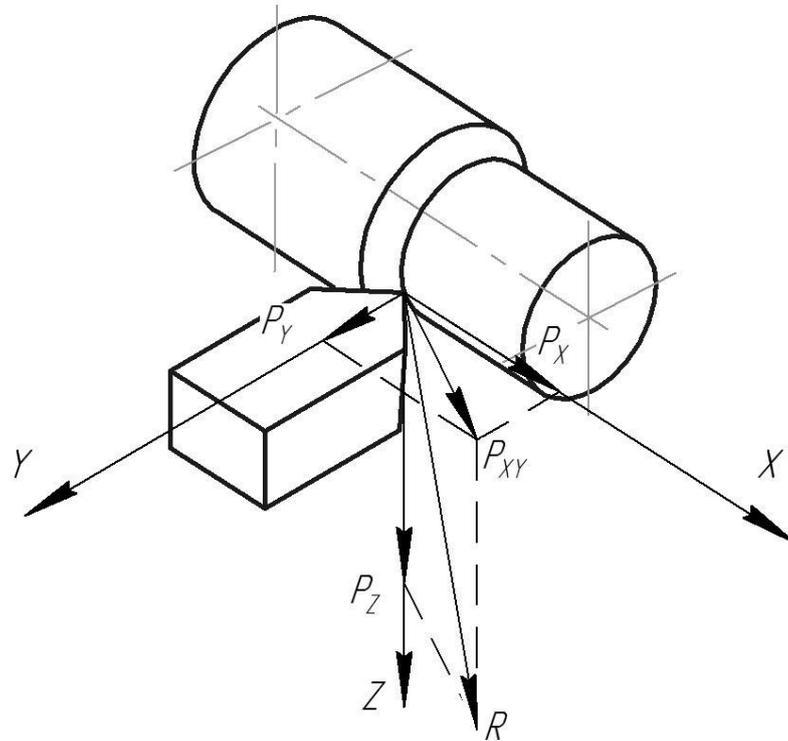


Рис.2. Разложение равнодействующей силы резания R на компоненты. Технологические составляющие усилия резания:

P_z – тангенциальная (основная)

P_y – радиальная

P_x – осевая

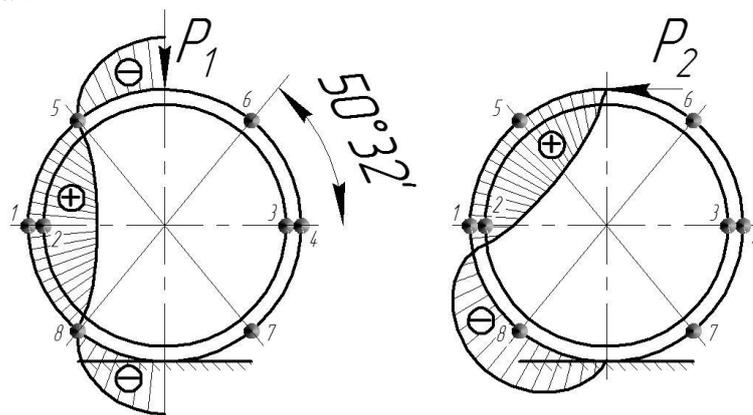


Рис.3. Эпюры напряжений на внешней поверхности кольца при его нагружении.

1. При отсутствии деформации кольца выполняются условия баланса мостов $R_1=R_2=R_3=R_4$ и $R_5=R_6=R_7=R_8$. Поэтому при любом напряжении питания Un электрической схемы рис.4 разности потенциалов на диаграммах

мостов между точками А и В, С и D не возникает, и если включить измерительные приборы, например, микроамперметры μA_1 и μA_2 они ничего не покажут.

2. При приложении к кольцу вертикального усилия P , тензорезисторы R_1 и R_4 растянутся, а R_2 и R_3 сожмутся. При этом сопротивление R_1 и R_4 увеличится, а R_2 и R_3 уменьшится. Мост окажется разбалансирован, между точками А и В возникает разность потенциалов и по диагонали пойдет ток, величина которого может быть измерена микроамперметром μA_1 . Чем больше будет усилие P , тем больший ток потечет по диагонали. Поскольку в точках 5...8 при вертикальном нагружении напряжений не возникает, мост образованный тензорезисторами $R_5...R_8$ не разбалансируется, и прибор μA_2 ничего не покажет.

3. Если к тому же кольцу приложить усилие в горизонтальном направлении P_2 , эпюра напряжений на наружной поверхности кольца приобретет вид, указанный на рис.4. В точках 5 и 7 возникнут напряжения растяжения, а в точках 6 и 8 сжатия. При этом мост, образованный тензорезисторами $R_5...R_8$ разбалансируется, и через прибор μA_2 потечет ток. Поскольку при горизонтальном нагружении кольца напряжений в точках 1...4 не возникает, прибор μA_1 ничего не покажет.

4. Если к кольцу приложить усилие P в произвольном направлении, разбалансируются оба моста. Ток через прибор μA_1 будет пропорционален вертикальной компоненте вектора P , а ток через прибор μA_2 будет пропорционален горизонтальной компоненте. Таким образом, кольцо с тензорезисторами, объединенными по схеме рис.4, обладает способностью разлагать вектор силы, действующей в плоскости кольца, на две взаимно-перпендикулярные компоненты и выдавать сигналы, пропорциональные этим компонентам.

5. На рис.5 приведено схематическое изображение трехкомпонентного токарного динамометра С-3/20. (Динамометр конструкции В.Н. Сбоева, трехкомпонентный, измеряемое усилие до 20 кН).

Динамометр состоит из четырех разнесенных колец, установленных попарно-перпендикулярно друг-другу в двух различных плоскостях. Нижние по рисунку две пары полуколец используются для измерений силы резания P_x , верхние для измерений P_y и все восемь полуколец для измерения силы резания P_z . Поскольку ток, протекающий по диагоналям измерительных мостов сравнительно мал, он дополнительно усиливается тензометрическим усилителем ТА-5.

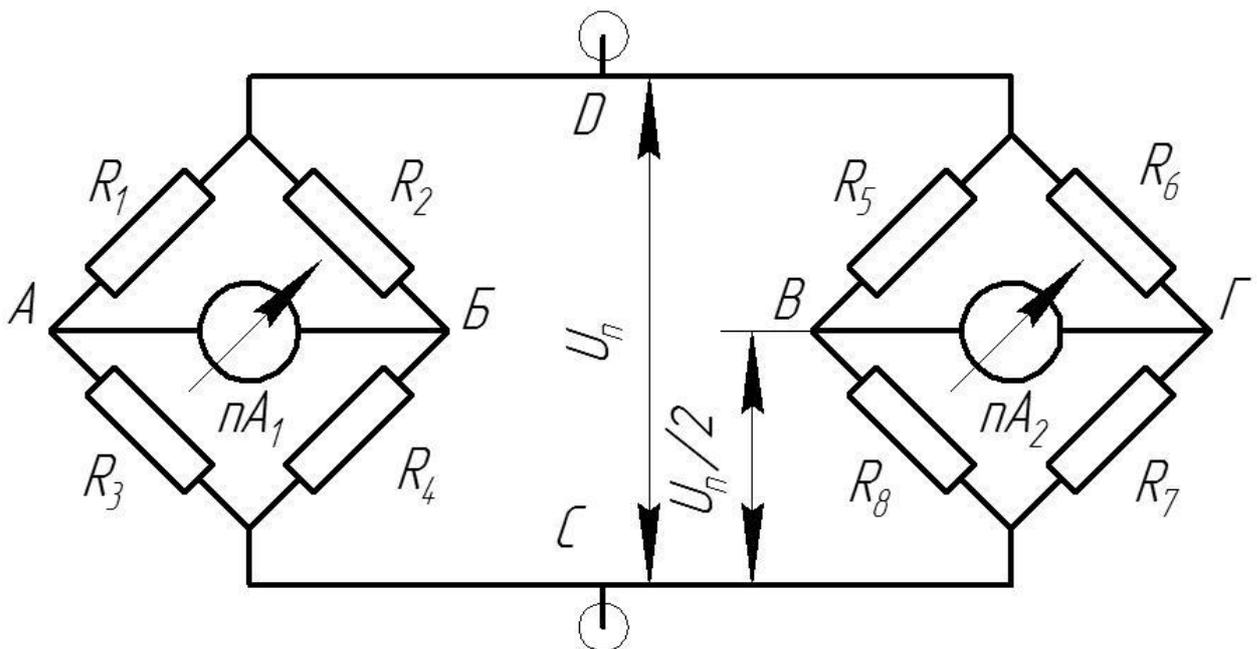


Рис.4. Электрическая схема соединений тензорезисторов на кольцах. Индексы тензорезисторов соответствуют нумерации точек рис.3.

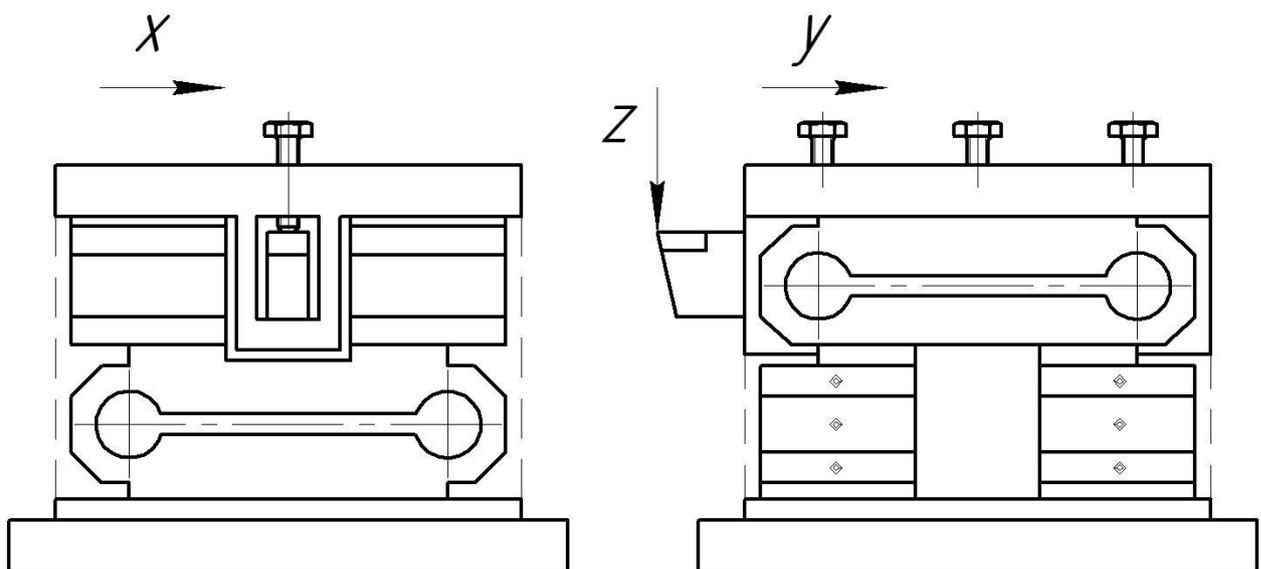


Рис.5. трехкомпонентный токарный динамометр С-3/20. Точками указаны позиции размещения тензорезисторов.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Обработка результатов работы проводится в следующей последовательности:

Вычисляются величины сил P , действующих на динамометры при их нагружении:

$$P_i = jA_i, \text{ Н} \quad (1)$$

j - жесткость эталонного динамометра (величина жесткости эталонного динамометра приведена в паспорте прибора)

A_i - деформация (показания индикаторного прибора) эталонного динамометра.

Найденные значения P_i заносятся в таблицу 1.

2. Строятся тарировочные графики токарного динамометра:

$$P_Z = f_1(I_Z), P_Y = f_2(I_Y), P_X = f_3(I_X).$$

Графики необходимо проводить в виде прямых линий через начало координат и области наибольшей плотности распределения экспериментальных точек. Пример построения тарировочных графиков приведен на рис.6.

3. Определяются величины тарировочных коэффициентов K_{P_z} , K_{P_y} , K_{P_x} .

Для определения тарировочного коэффициента K_{P_z} необходимо задать какую-либо величину тока I_Z , и по тарировочному графику $P_Z = f_1(I_Z)$ определить соответствующую I_Z величину силы резания P_{Zl} . Тарировочный коэффициент определяется из выражения

$$K_{P_z} = P_{Zl} / \varepsilon_z I_Z, \text{ Н/}\mu\text{А} \quad (2)$$

Аналогично определяются коэффициенты в остальных каналах динамометра:

$$K_{P_y} = P_{Yl} / \varepsilon_y I_Y, \text{ Н/}\mu\text{А} \quad (3)$$

$$K_{P_x} = P_{Xl} / \varepsilon_x I_X, \text{ Н/}\mu\text{А} \quad (4)$$

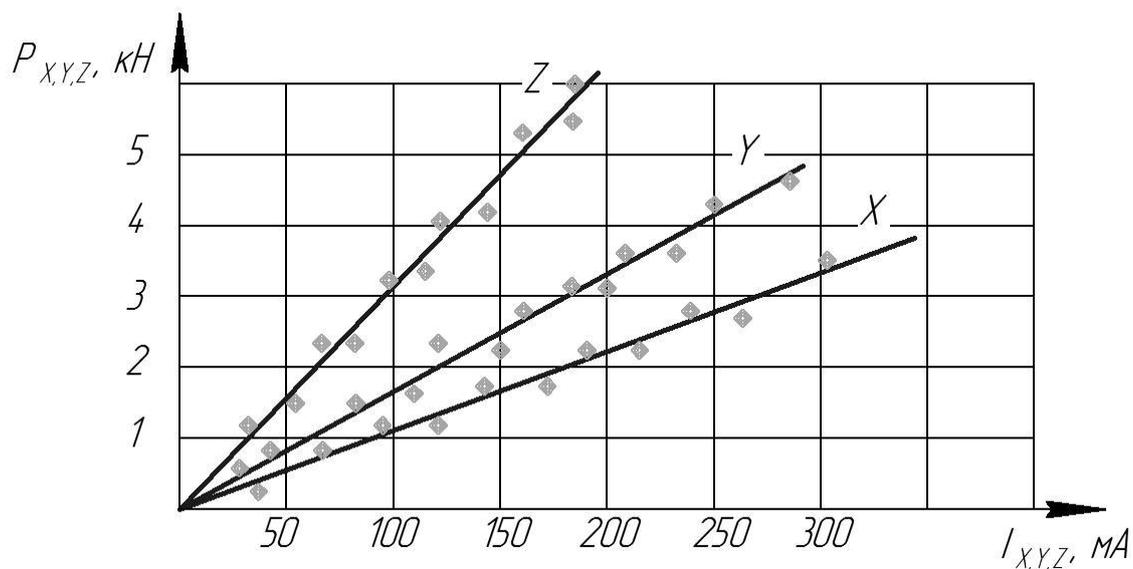


Рис.6. Пример оформления тарифовочного графика.
 Динамометр С-3/20
 Тензометрический усилитель ТА-5
 Чувствительность каналов $\varepsilon_z = \varepsilon_y = \varepsilon_x = 2,5$

Таблица 1

Канал Z			Канал Y			Канал X		
A_z	P_z	I_z	A_y	P_y	I_y	A_x	P_x	I_x
мм	Н	μА	мм	Н	μА	мм	Н	μА

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Отчет оформляется на листах II-го формата, желательно в клетку. Отчет обязательно должен содержать следующие пункты:

1. Название работы.
2. Цель работ и задачи исследований.
3. Перечень применяемых приборов оборудования.
4. Краткое содержание работ и основные этапы последовательности выполнения .
5. Результаты работы (таблица, графики).
6. Основные выводы по работе. Выводы по работе и задачи исследований должны быть взаимосвязаны, т.е. в выводах должны быть даны ответы на все вопросы, поставленные в задачах исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и раздай инструмент. М.: Машиностроение, 1976 - 440с.
2. Вульф А.М. Резание металлов, - Л.: Машиностроение, 1973 - 496с.
3. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. М.: Высшая школа, 1985 - 304с.
4. Справочник технолога-машиностроителя /под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова/ изд. 4-е - М.: Машиностроение, 1985 – 496с.

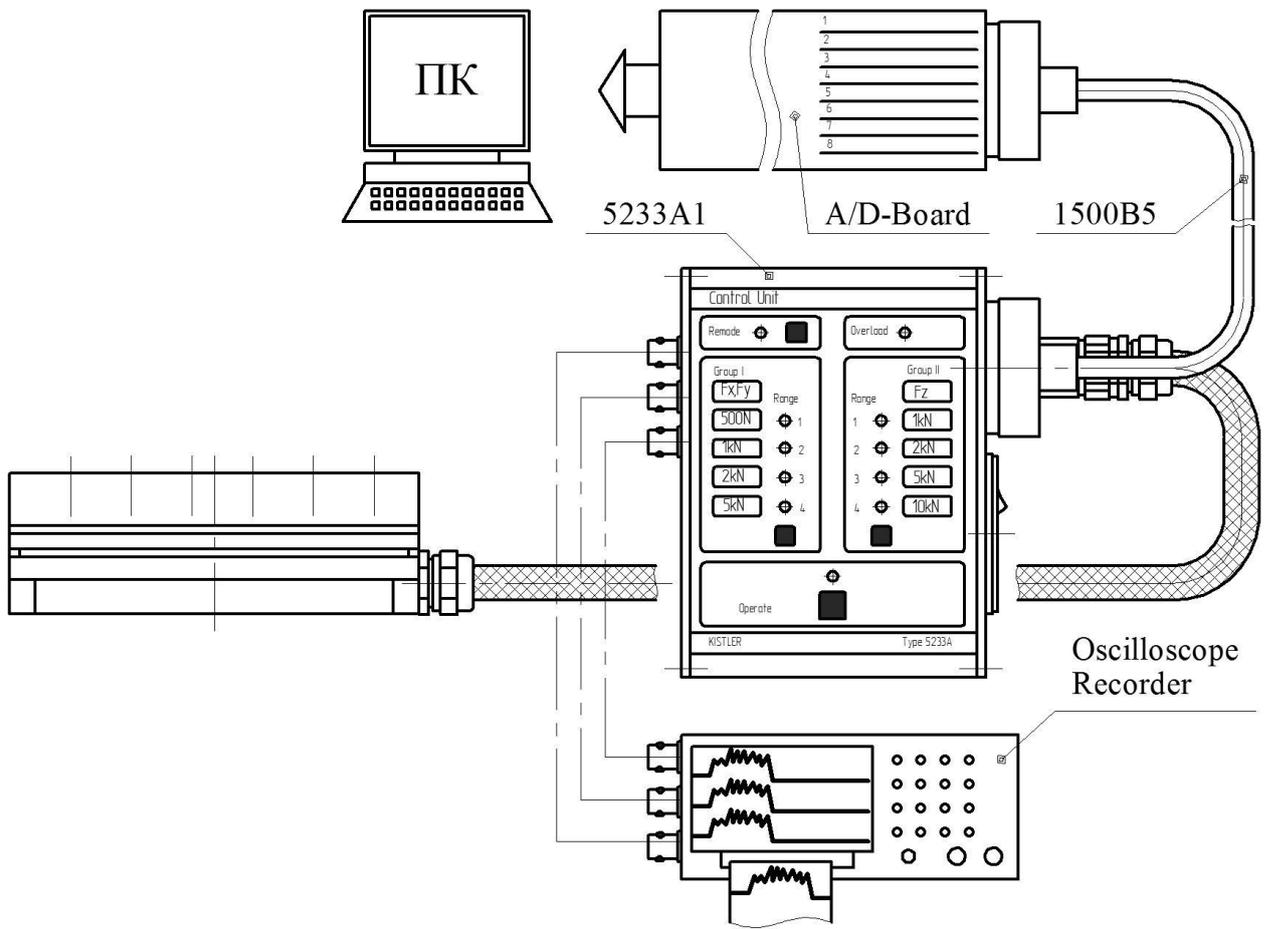


Рис.1. Измерительная система.

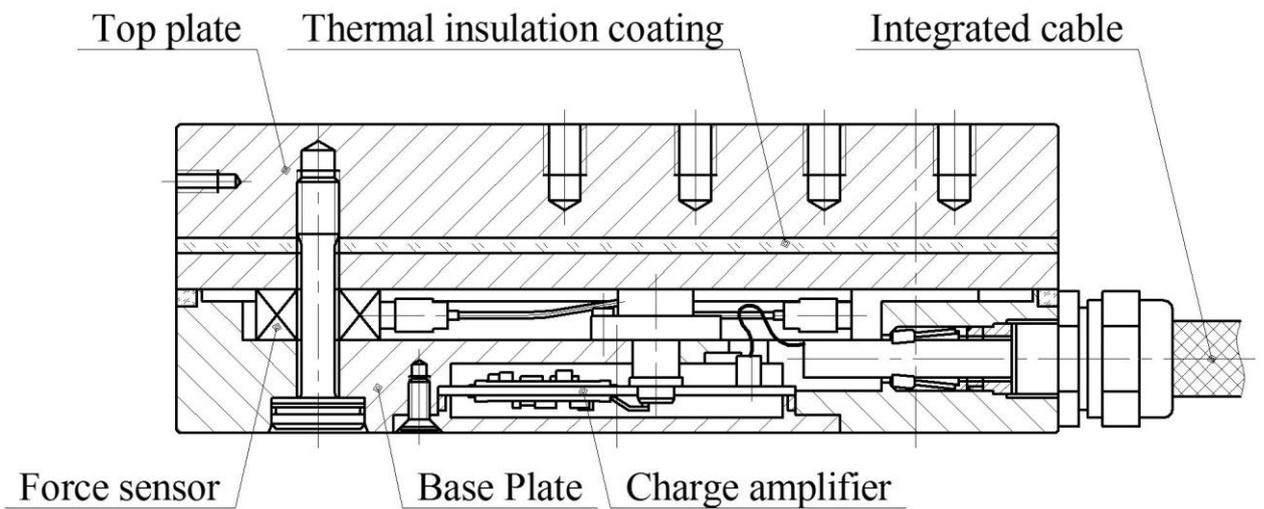


Рис.2. Конструкция динамометра.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОКАРНОГО ДИНАМОМЕТРА

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине
«Резание материалов и режущий инструмент» для студентов, обучающихся по
направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»

Составители

ассистент А.Б. Ким
доц., канд. техн. наук А.Ю. Арляпов
доц., канд. техн. наук В.Н. Сбоев

Рецензент

кандидат технических наук Скворцов В.Ф.

Подписано к печати 05.11.2012. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ . Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

