

Система за изследване на електроконтактни трикоординатни измервателни глави

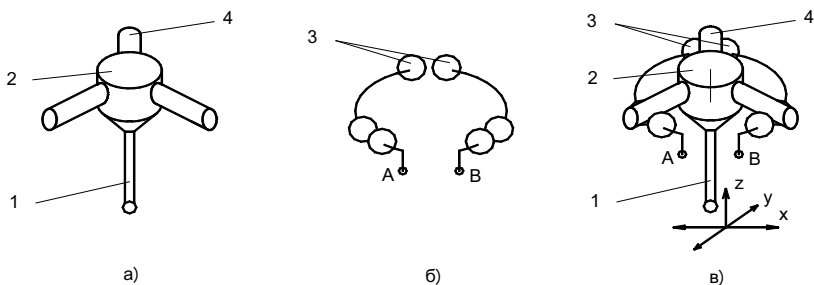
Георги Ненов, Димитър Димитров

A system for researching the operation of 3D touch probes is proposed. The two controlled parameters are the state of the electrical contact system and the size of the measurement shift. The adjustable parameters are the size, direction and speed of the measurement force, the dimensions of the measurement tip, etc.

Key words: 3D touch probe, accuracy

ВЪВЕДЕНИЕ

Трикоординатните измервателни глави (ТИГ) са основен елемент в системите за координатни измервания. Най-широко разпространение към момента намират ТИГ от дискретен тип, при които измервателния сигнал се изработва от фина електроконтактна система. Контактната система на ТИГ е схематично показана на фиг.1. Подвижният възел (фиг. 1а), състоящ се от 3 ролки (поз. 4), закрепени към централно тяло (2), се базира върху 6 сачми (фиг.1б, поз.3), закрепени към корпуса на ТИГ. Елементите (3) и (4) са изолирани от детайлите, към които са закрепени. В изходно състояние (фиг. 1в) подвижният възел е притиснат към сачмите (3) от пружина (не е показана на схемата). При което между точките А и В се получава електрическа верига с 6 нормално затворени последователно свързани контакти. При въздействие върху накрайника (1) подвижният възел се извежда от изходното положение и някои от контактите се отваря. Разпадането на веригата А-В се извежда като измервателен сигнал. След завършване на измерването ТИГ се отдръпва от измерваната повърхнина и под действие на пружината контактната система заема отново изходно положение (фиг. 1в)



Фиг.1 Електроконтактна система в ТИГ

Точността на такъв модел ТИГ зависи главно от конструкцията, връзките и състоянието на основните елементи от електроконтактната система, а върху работата ѝ влияят различни смущаващи фактори, за измерването и изследването на повечето от които обаче няма подходящо разработена методика.

ИЗЛОЖЕНИЕ

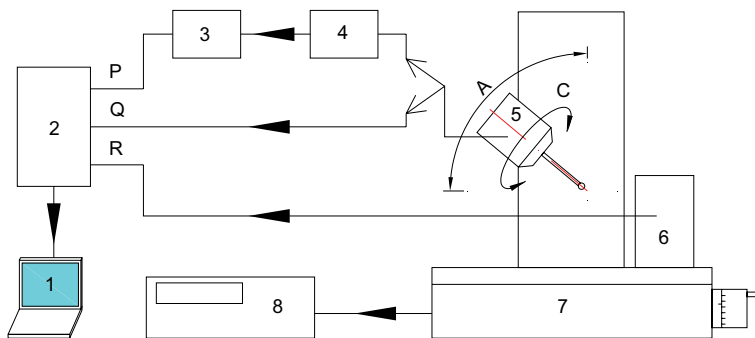
Фактори, оказващи влияние върху работата на ТИГ.

Електрическо съпротивление на електроконтактната система. Контактните елементи (3) и (4) се изработват от неръждаема закалена стомана. При

продължителна работа, поради оксидация и зацапване, електрическото съпротивление в точките на контакта нараства и това нарушава работата на ТИГ. При това, съпротивлението се колебае в доста широки граници в зависимост от силата на притискане, честотата на измерване, поради самопочистване на смазката по контактните повърхнини и т.н.

Необходим ход за задействане по осите X, Y и Z. За да се изведе от изходно положение подвижния възел, върху накрайника (1) трябва да се въздейства с определена сила. Тя трябва да преодолее силите на пружината и на триене в контактните точки. Макар и малка, тази сила предизвиква деформации в елементите на ТИГ, поради което от момента на докосване на (1) към измерваната повърхнина до отварянето на веригата А-В е необходимо допълнително преместване, наричано мъртъв ход. Силите, необходими за сработване на контактната система зависят не само от регулировката на пружината, но и от посоката на въздействие на измервателното усилие, положението на ТИГ в пространството, теглото и механичните характеристики на отделните детайли, на накрайника 1 и т.н.

За установяване влиянието на посочените два фактора върху работата на ТИГ е организирана подходяща система за изследване, която дава възможност за измерване на показателите съпротивление на електроконтактната система и ход на задействане по осите X, Y и Z. в статичен и динамичен режим.



Фиг.2 Схема на установката за статични изследвания

Установката за измерване в статичен режим е показана на фиг. 2. Използван е статив от инструментален микроскоп (7), снабден с микрометрична измервателна система (8). Върху подвижната маса е поставено метален упор (6), изолиран от (7). Към вертикалната колона, посредством приспособление за установяване е закрепена изследваната ТИГ (5). То дава възможност за фиксиране на (5) под различен ъгъл „А“ (в равнината на чертежа) и „С“ (около оста на контактната система).

Посредством аналого-цифровият преобразувател (2), тип USB 6009, в компютъра (1) могат да се записват сигналите:

1. От контактната система на ТИГ – сигнал Q;
2. Същият сигнал, но след като е преминал през системата за формиране и безконтактно предаване на сигнала P;
3. Сигнал R от докосването на измервателния накрайник до упора (6).

Сигналят Q зависи от моментното състояние на контактната система. Поради стремежа към по-малки измервателни усилия, тя е особено чувствителна към зацапвания. Смущенията се изразяват в неустойчиво контактно съпротивление

и от там – до самоволно изменение на тока и напрежението в измервателната верига, т.е. вместо дискретен сигнал 0/1 сигналът Q е аналогов.

Предаването на Q към системата за обработване на данни става чрез съответен интерфейс, възлов елемент в който е тригер на Шмит, изработващ дискретен сигнал Р. По-нататък Р се предава чрез кабелна или безжична връзка. При кабелната връзка предаването на сигнала е мигновено, докато при безжичната се извършва кодиране в предавателния блок (4) и декодиране в приемния (3), което е свързано с времезакъснение.

R се използва като опорен сигнал, който се получава при докосване на измервателния накрайник до упора (6). По тази причина накрайникът и сачмата на върха му трябва да са електропроводими (стомана). За получаване на устойчив контакт упорът е изработен от бронз.

Електрическата схема на измервателното устройство е показана на фиг. 3. Резисторите R1 и R2 ограничават тока в измервателните вериги, а изводите R и Q (директно) или през интерфейса (P) се включват към АЦП.

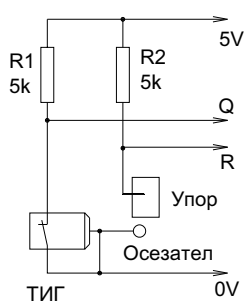
Приема се, че измерванията с разглежданата установка са в статично състояние, тъй като те се извършват ръчно, с възможно най-малка скорост на придвижване на упора чрез масата на микроскопа.

Последователността на работа е следната:

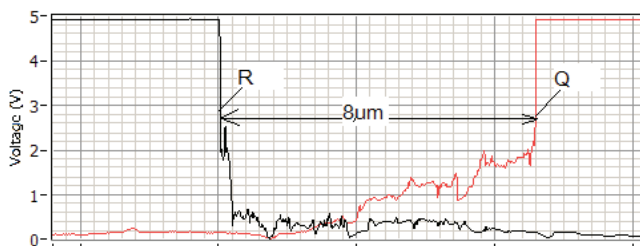
Изследваната ТИГ се установява върху вертикалната колона на микроскопа под съответно избраните ъгли А и С. Чрез микрометричния винт упорът се придвижва към крайника, като с измервателната система се отчитат позициите, в които се появяват сигналите Q и R. Същевременно чрез АЦП се записват текущите им стойности.

На фиг. 4 е показана осцилограма, получена при изпитание на ТИГ RENISHAW, установена вертикално ($A=0$) и дължина на осезателя 50 mm. При докосване на осезателя до упора сигналът R спада рязко. Отварянето на контактната система в ТИГ (сигнал Q) става след допълнително преместване, като се наблюдава значителен участък с плавно изменение. В случая разстоянието между

превключването на сигналите Q и R е 8 μ m.

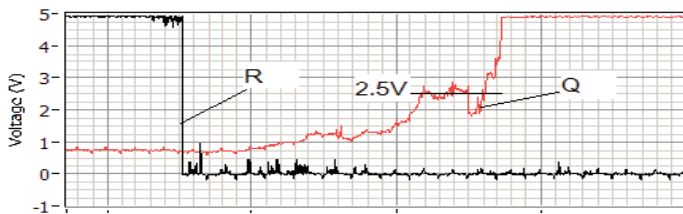


Фиг.3 Електрическа схема



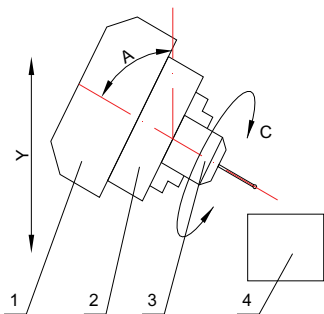
Фиг.4. Път на сработване на ТИГ

Недобро то състояние на контактната система може да бъде източник на значителна грешка. Например, ако предположим, че нивото на превключване на тригера, обработващ сигнала Q, е 2.5 V, неустойчивостта на Q може да доведе до грешка в измерването до няколко μm ., какъвто е случаят, показан на фиг. 5.



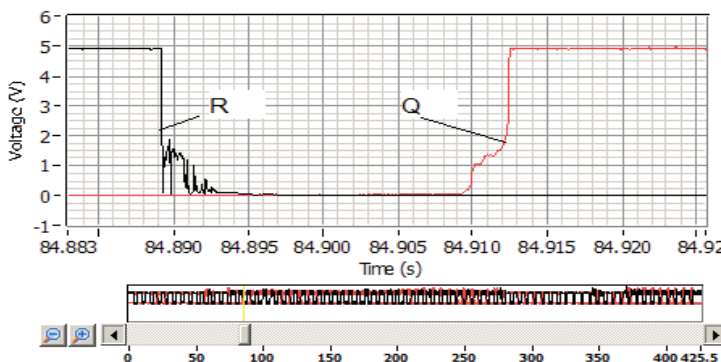
Фиг. 5. Сигнал от ТИГ при зацапана контактна система

Установката за динамичните експерименти е показана на фиг. 6. Изследваната ТИГ (3) се установява в патронника (2) към маса С на обработващ център MC 032. В съответствие с конструкцията на машината масата (2) може да се върти около собствената си ос (ротация С) и около ос Х (ротация А на масата 1), с което се осигурява изследване на ТИГ при различни работни ъгли. Упорът (4) е изолиран от корпуса на машината и неподвижен спрямо него, а измервателните движения се извършват по направление на ос Y. С промяна в скоростта (Fy) на придвижване към измерваната повърхнина може да се изследва влиянието на подаването върху хода на сигнала от контактната система.



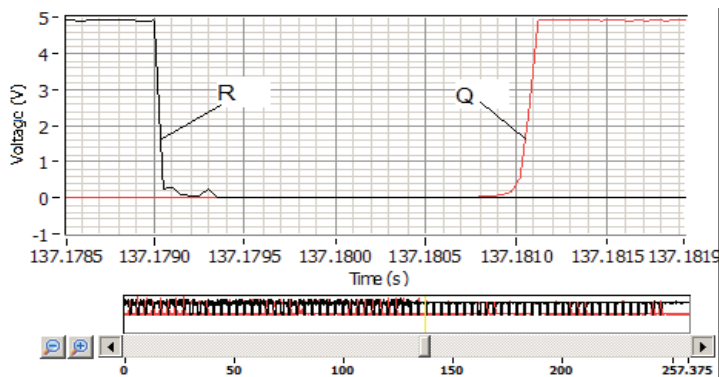
Фиг.6. Динамични изследвания на ТИГ върху MC032

На фиг. 7 е показана осцилограма, снета при $A=90^\circ$, подаване $Fy=30 \text{ mm/min}$ ($0.5 \text{ } \mu\text{m/ms}$), честота на сканиране на АЦП – 24 kHz на канал. Експериментът включва 72 измервания при завъртане на ТИГ през 5° по С. Цялостният запис е показан в долната част фигурата.


 Фиг. 7. Сигнали при подаване $F=30 \text{ mm/min}$

В горната част е показано едно от тези измервания, увеличено чрез „лупа“, съдържаща се в програмния пакет за обработване на осцилограми. Позицията на увеличения участък е определена от плъзгача в долната част на фигурата. От увеличението се вижда, че времето от докосване на крайника с измерваната повърхнина (сигнал R) до превключване на сигнала Q е около 23 ms, т.е. пътът на сработване е $11.5 \text{ } \mu\text{m}$.

Осцилограмата на фиг. 8 е сънета при същите условия но при подаване $F_y=300$ mm/min (5 μ m/ms). Тук времето между фронтите на R и Q е около 2 ms, което съответства на преместване 10 μ m. Разликата между двете измервания се дължи преди всичко на различната ъглова позиция по C.



Фиг. 8. Сигнали при подаване $F=300$ mm/min

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведените примери показват, че разгледаната система и експериментални установки осигуряват необходимите възможности за прецизно управление и контрол на избраните, а и на други фактори при изследване на работата на ТИГ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] BLUM, Probe Catalog 2009;
- [2] HEIDENHAIN, General Catalog, November 2010;
- [3] RENISHAW, Touch-trigger probing technology Catalog 2010;
- [4] Димитров Д., "Трикоординатна измервателна глава", АМТЕСН'07 ноември, Габрово;
- [5] LabVIEW Software, фирмено описание. 2010г.

За контакти:

Доц. д-р Георги Ненов, Катедра "ТММРМ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 679, e-mail: gnenov@uni-ruse.bg

Гл. ас. Димитър Димитров, Катедра "ТММРМ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 653, e-mail: ddimitrov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран