

Експериментално изследване влиянието на топлинните деформации върху точността на установяване на конусен инструментален държач ISO40

Димитър Димитров

Experimental research of the influence of the thermal deformation on the accuracy of tool holder ISO40 setting up: The accuracy of performance processes control and three-coordinate measurements of machining centers depends the errors from fastening tool in spindle of the machine. Investigated theoretically and experimentally causes of errors.

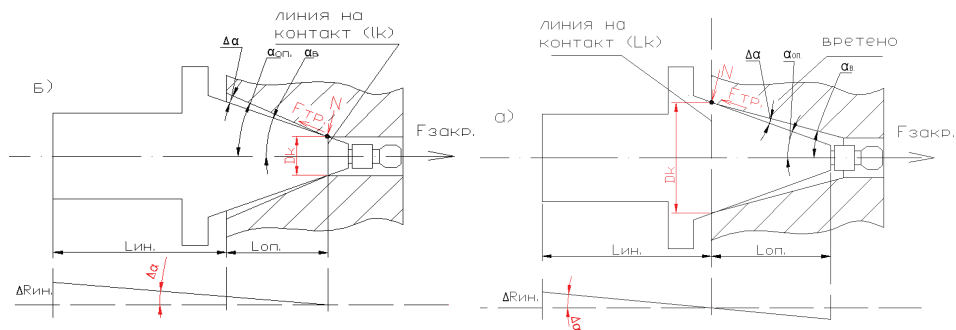
Key words: measurement of random error, accuracy.

ВЪВЕДЕНИЕ

Счита се, че използваната при голяма част от обработващите центри (напр. MC 032) конусна сглобка 7:24 на инструменталните държачи с вретеното на машината осигурява висока точност на установяване, бързодействие, стабилност при работа и надеждно предаване на въртящия момент. Независимо от въведения стандарт, високата точност (4÷5кл.) при изработване на конусите на държача и вретеното [4,5,12,13], съответно получаваните малки допускови полета със симетрично разположение на конусността в определени случаи този вид сглобка може да бъде предпоставка за внасяне на случайни грешки от установяване. Големината на грешката зависи от разликата между ъглите на конуса на опашката на инструменталния държач и на вретеното на машината. Особено неблагоприятен е случаят при сглобка между държач с по-малък ъгъл на конусността на опашката спрямо конусността на вретеното. Това съответства на разгледания в [1], вариант б). Възникването на такъв случай предизвиква ъглова и осева грешка в положението на инструменталния държач съответно спрямо оста и челото на вретеното. В резултат може да се компрометира както точността на обработване, така и точността на координатните измервания осъществявани с контактна трикоординатна измервателна глава върху машината, каквато е напоследък практиката при експлоатация на обработващи центри [6,7,8].

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГРЕШКАТА ОТ УСТАНОВЯВАНЕ НА КОНУСЕН ИНСТРУМЕНТАЛЕН ДЪРЖАЧ ВЪВ ВРЕТЕНОТО

Възможните два гранични случая при установяване на инструментален държач във вретеното, както и предполагаемото влияние на топлинните деформации върху него са теоретично разгледани в [1]. Тук влиянието на топлинните

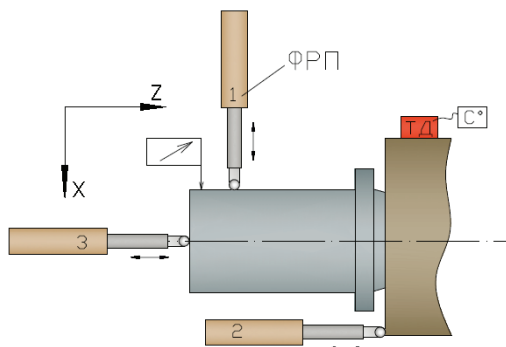


Фиг.1. Влияние на конусността при установяване на държача [1]

деформации върху останалите компоненти [3] в технологичната ситема не се разглеждат. Основните изводи, които могат да се изведат въз основа на анализа в [1] показват, че в резултат на топлинното разширение, когато е само на вретеното следва да се очаква че:

- държачите променят базирането си в осево направление, т.е ще потъват нарастващо и значително;
- конусността на вретеното се променя;
- видът на сглобката между вретеното и държача, в зависимост от загреването, се изменя в посока от съответстваща на вариант а) към тази при вариант б)
- когато ъгълът на конусност на вретеното се изравни с този на държача се предполага най-добро базиране;
- когато ъгълът на конусност на вретеното стане по-голям от този на държача се очакват най-неблагоприятни условия за точността на базиране.

За проверка на получените от анализа заключения е организиран експеримент.



Фиг.2. Схема на експерименталната установка

На фиг. 2 е показана схема на експерименталната установка. Тя е реализирана върху обработващ център MC032. За контрол на температурата се използва термодатчик (ТД) в комплект с цифров мултицет. Осезателят на датчика е установен на такова място, че да се допира към вретеното възможно най-близо до предния му край за да се контролират температурните промени непосредствено до зоната за установяване на държачите.

Загреването на вретното се постига чрез завъртането му с максимални обороти – в случая 3500min^{-1} . Измерванията се осъществяват през 2C° като началната измерена температура на вретеното е 25C° . Дискретността на отчитане (константата на уреда) е $0,1\text{C}^{\circ}$. При тези условия може да се приеме, че неточността на отчитане на температурата внася пренебрежима неопределеност в получените резултати. Във вретеното е установен държач, който е подбран да бъде с гарантирано по-голям ъгъл на конусност спрямо конусността на вретеното. За отчитане на отклоненията при установяване във вретеното се използват три броя линейни фоторастерови преобразуватели (ФРП) с константа $1\mu\text{m}$. Те са закрепени неподвижно в равнината XZ с помощта на магнитни стойки към масата на машината. С ФРП-1 се измерва радиалното биене на държача. С ФРП-2 се измерва изменението в положението на челото на вретеното. С ФРП-3 се измерва изменението в положението на челото на държача. Измерванията са относителни спрямо първото измерване като за целта показанията на отчитащите устройства при първото измерване се “зануляват”. При експеримента за всяка група измервания се пресмята и проследява промяната в разликата между показанията на ФРП-2 и ФРП-3 (за първото измерване тя е нула) и промяната в големината на радиалното биене. Изменieto на разликата ΔZ_i между показанията на ФРП-2 и ФРП-3 всъщност е промяната в осевото положение (потъването) на държача. За намаляване неопределеността на резултата, внасяна от случайните грешки при измерване всяка група измервания се изпълнява с по 10

повторения на установяването на държача и отчитане показанията на трите ФРП, като при анализа се използва изчисленото средно аритметично [2,9].

$$\Delta Z_i = \overline{Z}_{i,2} - \overline{Z}_{i,3},$$

Където:

i - пореден номер на група измервания;

$\overline{Z}_{i,2}$ е средно аритметичната стойност на поредната i -група от 10 измерени с ФРП-2 относителни премествания на вретеното по ос Z ;

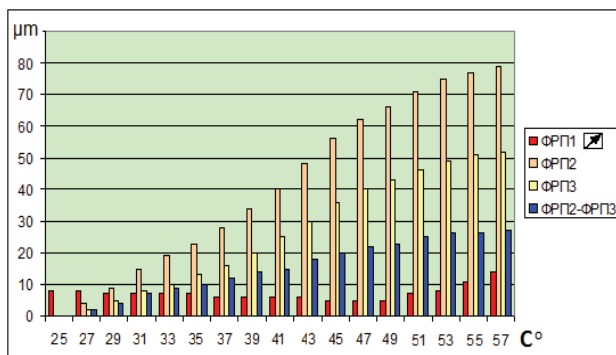
$\overline{Z}_{i,3}$ е средно аритметичната стойност на поредната i -група от 10 измерени с ФРП-3 относителни премествания на държача по ос Z ;

При първото измерване показанията са:

$$\Delta Z_1 = \overline{Z}_{1,2} = \overline{Z}_{1,3} = 0$$

За да се ограничи влиянието върху резултатите на собствените топлинни деформации на държача по време на експеримента температурата му се поддържа постоянна в границите на $24,5 \div 25,5 \text{ C}^\circ$ чрез водно охлаждане във вана преди всяко установяване.

За да се намали риска от нарушаване на настроеното положение на форастеровите преобразуватели и за да се улесни установяването и снемането на инструменталния държач и завъртането на вретеното то те се извършват извън зоната на измерване. Това се осигурява чрез подходящо по големина определено позициониране в подходящи точки по ос Y на машината. Изменението на мястото и големината на зоната на контакт между държача и вретеното се установява и проследява чрез специална боя, с която се оцветява държача преди всяко измерване. Методът е познат при осъществяване на припасване чрез шабароване на контактни повърхнини от сглобяеми единици в прецизни изделия.



Фиг.3. Изглет и радиално биене на държача във функция

Показател за големината на контактното петно е фактът, че в местата на контакт ваксата се изтрива и избледнява, а в останалите остава с първоначалния наситен цвят. Получените крайни резултати от статистическото обработване на данните за големините на вероятностните полета на разсейване са представени на фиг3.

Анализът на

резултатите установява следните факти:

- Потъването на държача нараства с нарастването на температурата на вретеното;
- Петното (линията) на контакт между държача и вретеното се променя по големината и разположение;
- Грешката от установяване (син цвят) в осево направление с увеличаване на температурата също нараства;
- Радиалното биене (в червен цвят) на държача не е постоянно и се изменя при изменение на температурата;

- Радиалното биене първоначално намалява и достига минималната си стойност при 47С°о, след което отново нараства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Получените резултати за изменение на осевото положение на държача във функция на температурните изменения на вретеното съответстват на теоретично изведените.

2. Изменението на радиалното биене се дължи на промяната на конусността на вретеното във функция на температурата, а от там контактната зона на сглобката с опашката на държача.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Димитров Д. Светлана Йорданова, Виктория Карачорова. Изследване на точността при установяване на конусен инструментален държач ISO40 във вретеното. В: НК на РУ и СУ - 2012, Русе, под печат, Механика и машиностроителни технологии, Русе, 2012, РУ "Ангел Кънчев" Русе, 2012

[2] Георгиев, Ц. ISO 9001:2000 и / или 6 сигма?. В: Библиотека Клуб 9000 консултира, бр.17, София, 2005, стр. 22-27

[3] Енчев М, Г.Ненов, Д.Димитров, Св.Колева. Изследване на възможността за компенсиране на грешката от топлинни деформации на детайла. В: Научна конференция АМТЕХ'97, 287с., Габрово, 1997

[4] Енчев П., П. Ангелов. Металорежещи машини I част. Русе, Печатна база при Русенски университет"А. Кънчев", 2009, стр. 196, ISBN 978-954-712-449-3.

[5] Енчев П., П. Ангелов, И. Ерусалимов, И. Колев, Л. Томов. Металорежещи машини-ръководство за курсово проектиране. Русе, Печатна база на ВТУ" Ангел Кънчев", 1989, стр. 136,.

[6] Карачорова В., Д. Димитров" Възможности за автоматична самодиагностика на обработващи центри", НК на РУ и СУ-2011г.

[7] Карачорова В. Изследване на точността при координатни измервания на обработващи. В: центри НК на РУ и СУ - 2012, Русе, Механика и машиностроителни технологии, Русе, 2012, РУ "Ангел Кънчев" Русе, 2012

[8] Карачорова В., Ст. Божкова, К. Реханов. "Изследване на случайната грешка при установяване на конусен инструментален държач ISO40 във вретено". В: СНС'12, РУ "Ангел Кънчев" Русе, 2012

[9] Наков Н., Т. Тошков, Цв. Корийков, Бр. Сотиров, Мл. Петров, ив. Попов, Св. Цанков. МЕТРОЛОГИЯ И КАЧЕСТВО. Русенски университет "Ангел Кънчев", Печатна база РУ, 1996

[10] Тодоров М. И др. Теоретична механика – част 1 (Кинематика и статика), ВТУ "Ангел Кънчев" Русе, 1983г.

[11] Тошев И., Изпитване и изследване на металорежещи машини и автоматични комплекси, София 1989г

[12] БДС 16884-1988 и 16690-1987 Машини металорежещи. Краища на вретена с конусност 7:24.Основни размери.

[13] БДС 15260-1987. Опашки на инструменти с конусност 7:24 за автоматична смяна. Форма А. Основни рамери

За контакти:

гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров, Катедра "ТММРМ" РУ"Ангел Кънчев",
ddimitrov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран