

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 10170-10:2014**

**ISO 10791-10:2007**

Xuất bản lần 1

**ĐIỀU KIỆN KIỂM TRUNG TÂM GIA CÔNG –  
PHẦN 10: ĐÁNH GIÁ CÁC BIẾN DẠNG NHIỆT**

*Test conditions for machining centres –  
Part 10: Evaluation of thermal distortions*

HÀ NỘI - 2014



## Lời nói đầu

TCVN 10170-10:2014 hoàn toàn tương đương với ISO 10791-10:2007.

TCVN 10170-10:2014 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 39 *Máy công cụ* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 10170 (ISO 10791) *Điều kiện kiểm trung tâm gia công* bao gồm các phần sau:

- TCVN 10170-1:2013 (ISO 10791-1:1998) *Phần 1: Kiểm hình học cho máy có trục chính nằm ngang và các đầu phụ (trục Z nằm ngang);*
- TCVN 10170-2:2013 (ISO 10791-2:2001) *Phần 2: Kiểm hình học cho máy có trục chính thẳng đứng hoặc các đầu vận năng có trục tâm quay chính thẳng đứng (trục Z thẳng đứng);*
- TCVN 10170-3:2013 (ISO 10791-3:1998) *Phần 3: Kiểm hình học cho máy có các đầu phân độ nguyên khối hoặc vận năng liên tục (trục Z thẳng đứng);*
- TCVN 10170-4:2014 (ISO 10791-4:1998) *Phần 4: Độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của các trục tịnh tiến và quay;*
- TCVN 10170-5:2014 (ISO 10791-5:1998) *Phần 5: Độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của các palét kẹp phôi;*
- TCVN 10170-6:2014 (ISO 10791-6:1998) *Phần 6: Độ chính xác của lượng chạy dao, tốc độ quay và phép nội suy;*
- TCVN 10170-7:2014 (ISO 10791-7:2014) *Phần 7: Độ chính xác của mẫu kiểm hoàn thiện;*
- TCVN 10170-8:2014 (ISO 10791-8:2001) *Phần 8: Đánh giá đặc tính tạo công tua trong ba mặt phẳng tọa độ;*
- TCVN 10170-9:2014 (ISO 10791-9:2001) *Phần 9: Đánh giá thời gian vận hành thay dao và thay palét;*
- TCVN 10170-10:2014 (ISO 10791-10:2007) *Phần 10: Đánh giá các biến dạng nhiệt.*

## **Lời giới thiệu**

Trung tâm gia công là một máy công cụ điều khiển số có khả năng thực hiện nhiều nguyên công gia công, bao gồm phay, doa, khoan và cắt ren, cũng như thay dao tự động từ một ổ chứa dao hoặc cụm chứa tương tự theo một chương trình gia công.

Mục đích của bộ TCVN 10170 (ISO 10791) là cung cấp thông tin rộng và toàn diện đến mức có thể đối với các phép kiểm có thể được thực hiện để so sánh, nghiệm thu, bảo dưỡng hoặc bất kỳ mục đích nào khác.

Bộ TCVN 10170 (ISO 10791) quy định, có tham chiếu các phần liên quan của bộ TCVN 7011 (ISO 230), các họ phép kiểm cho các trung tâm gia công có trục chính nằm ngang hoặc thẳng đứng hoặc có các kiểu đầu vạt năng khác nhau, được bố trí riêng biệt hoặc được tích hợp trong các hệ thống sản xuất linh hoạt. Bộ TCVN 10170 (ISO 10791) cũng thiết lập các dung sai hoặc các giá trị chấp nhận được lớn nhất đối với các kết quả kiểm tương ứng cho các trung tâm gia công thông dụng và độ chính xác thường.

Bộ TCVN 10170 (ISO 10791) cũng áp dụng được, toàn bộ hay một phần, cho các máy phay và doa điều khiển số, nếu dạng cấu hình, các bộ phận và các chuyển động của các máy này tương thích với các phép kiểm được mô tả trong tiêu chuẩn này.

## Điều kiện kiểm trung tâm gia công – Phần 10: Đánh giá các biến dạng nhiệt

*Test conditions for machining centres –  
Part 10: Evaluation of thermal distortions*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các phép kiểm để đánh giá các biến dạng nhiệt của kết cấu máy và hệ thống định vị, chiều dài đến 2000 mm của các trung tâm gia công, có tham chiếu TCVN 7011-3 (ISO 230-3). Tiêu chuẩn này đưa ra ba phương pháp kiểm:

- Sai số biến đổi nhiệt độ môi trường;
- Biến dạng nhiệt do trục chính quay;
- Biến dạng nhiệt do chuyển động của các trục tịnh tiến.

Tiêu chuẩn này không quy định bất kỳ giá trị dung sai bằng số nào cho các phép kiểm được qui định.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

ISO 230-3:2007<sup>1)</sup> *Test code for machine tools – Part 3: Determination of thermal effects (Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 3: Xác định các ảnh hưởng nhiệt).*

### 3 Lưu ý ban đầu

#### 3.1 Đơn vị đo

Trong tiêu chuẩn này, tất cả các kích thước và các sai lệch thẳng được tính bằng milimét. Các kích thước góc được tính bằng độ. Các sai lệch góc, về nguyên tắc, được biểu thị bằng các tỉ số; tuy nhiên

<sup>1)</sup> Hiện có TCVN 7011-3:2007 (ISO 230-3:2001) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 3: Xác định các ảnh hưởng nhiệt*

## **TCVN 10170-10:2014**

trong một số trường hợp, để cho rõ ràng để hiểu có thể sử dụng đơn vị micrôradian hoặc giây (cung). Cần lưu ý sự tương đương của các biểu thức sau:

$$0,010/1000 = 10 \times 10^{-6} = 10 \mu\text{rad} \approx 2''$$

Nhiệt độ được tính bằng độ Celsius (°C).

### **3.2 Tham chiếu TCVN 7011 (ISO 230)**

Để áp dụng tiêu chuẩn này, cần tham chiếu TCVN 7011-3 (ISO 230-3), đặc biệt đối với việc lắp đặt máy trước khi kiểm, mô tả các phương pháp đo và trình bày các kết quả.

### **3.3 Dụng cụ đo**

Dụng cụ đo được khuyến nghị trong tiêu chuẩn này chỉ là các ví dụ. Có thể sử dụng dụng cụ đo khác có khả năng đo cùng các đại lượng và có cùng độ không đảm bảo đo hoặc có độ không đảm bảo đo nhỏ hơn.

### **3.4 Trình tự kiểm**

Các phép kiểm được đưa ra trong tiêu chuẩn này có thể được sử dụng một cách riêng rẽ hoặc theo cách kết hợp. Trước khi thực hiện mỗi phép kiểm, máy cần phải được cân bằng với môi trường. Do đó, khoảng thời gian làm mát đủ giữa các phép kiểm, thường ít nhất là đối với phép kiểm nhiệt, khi các bộ phận của máy bị làm nóng, phải được lên kế hoạch và tôn trọng.

### **3.5 Thực hiện các phép kiểm**

Khi kiểm máy, không phải lúc nào cũng cần thiết hoặc có thể thực hiện tất cả các phép kiểm được mô tả trong tiêu chuẩn này. Khi kiểm nghiệm thu, người sử dụng lựa chọn các phép kiểm có liên quan đến các bộ phận và/hoặc các đặc tính của máy mà họ quan tâm theo thỏa thuận với nhà sản xuất/nhà cung cấp. Các phép kiểm này cần được qui định rõ ràng khi đặt hàng mua máy. Viện dẫn tiêu chuẩn này cho kiểm nghiệm thu mà không qui định các phép kiểm được tiến hành và không có sự thỏa thuận về chi phí liên quan, không thể được xem là ràng buộc đối với bất kỳ bên nào tham gia hợp đồng.

## **4 Kiểm sai số biến đổi nhiệt độ môi trường (ETVE)**

### **4.1 Qui định chung**

Các phép kiểm ETVE được xây dựng để phát hiện các tác động của sự thay đổi nhiệt độ môi trường đối với máy về độ vống hoặc biến dạng của máy hoặc của các chi tiết máy. Các phép kiểm này không được sử dụng để so sánh máy.

Khuyến nghị nhà cung cấp/nhà sản xuất đưa ra các hướng dẫn về loại môi trường nhiệt mà được chấp nhận để máy hoạt động với độ chính xác qui định. Đó phải là trách nhiệm của người sử dụng để đưa ra một môi trường nhiệt chấp nhận được để hoạt động. Tuy nhiên, nếu người sử dụng theo các hướng dẫn được nhà cung cấp/nhà sản xuất đưa ra thì trách nhiệm về đặc tính máy theo qui định kỹ thuật sẽ

thuộc về nhà cung cấp/nhà sản xuất.

## 4.2 Phương pháp kiểm

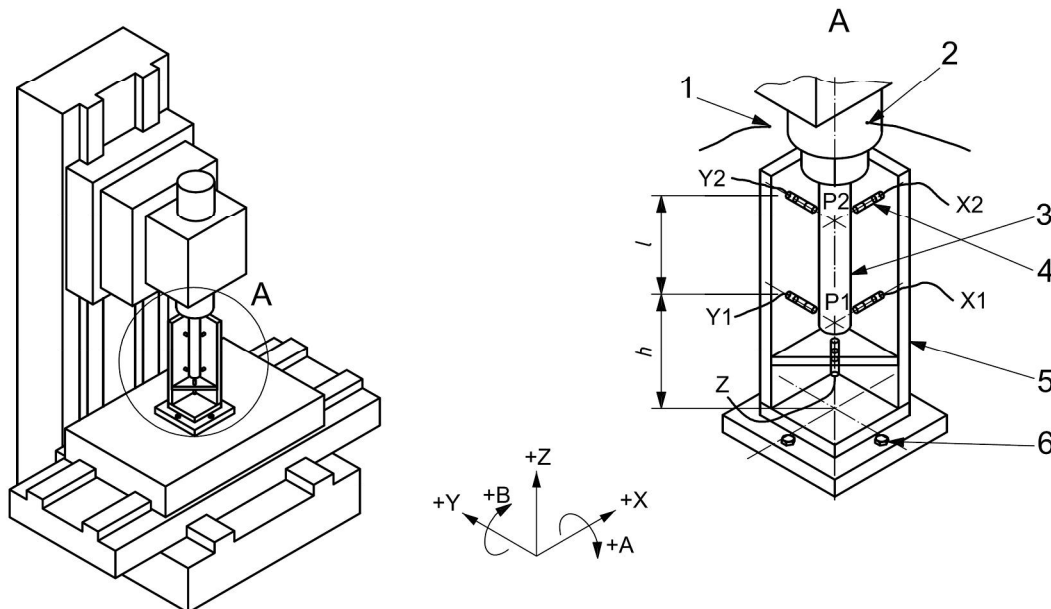
Phương pháp kiểm phải phù hợp với 5.2, ISO 230-3:2007. Hình 1 thể hiện một cách bố trí kiểm điển hình.

Các trục có thể được làm nóng khi ở trong chế độ NC “HOLD”, đặc biệt nếu chúng có phương thẳng đứng. Trong các trường hợp đó, nên thực hiện phép kiểm ETVE với tất cả các điều khiển về “OFF”. Điều này phải được ghi trong báo cáo kiểm.

## 4.3 Dụng cụ đo

Đối với phép kiểm này, yêu cầu các dụng cụ đo sau:

- Các cảm biến dịch chuyển thẳng;
- Các cảm biến nhiệt độ;
- Trục kiểm;
- Thiết bị thu nhận dữ liệu.



CHÚ DẪN:

X1, X2, Y1, Y2, Z các cảm biến dịch chuyển thẳng

1 cảm biến nhiệt độ không khí môi trường

2 cảm biến nhiệt độ ổ trục chính

3 trục kiểm

4 các cảm biến dịch chuyển thẳng

5 đồ gá

6 đồ gá được bắt bu lông với bàn máy

**Hình 1 – Cách bố trí điển hình cho các phép kiểm ETVE và biến dạng nhiệt do trục chính quay**

**4.4 Trình bày kết quả**

Bảng 1 đưa ra một mẫu ví dụ về việc trình bày các kết quả; ngoài ra, nên trình bày kết quả bằng đồ thị theo 5.4, ISO 230-3:2007.

**Bảng 1 – Mẫu trình bày các kết quả ETVE**

Thông số		Kết quả
Thời gian	min	
ETVE <sub>X</sub>	mm	
ETVE <sub>Y</sub>	mm	
ETVE <sub>Z</sub>	mm	
ETVE <sub>A</sub>	giây	
ETVE <sub>B</sub>	giây	

**4.5 Thông tin được ghi lại**

Các thông tin sau phải được ghi lại:

- a) Nhãn hiệu máy và tên model;
- b) Năm sản xuất máy, nếu có;
- c) Số seri máy;
- d) Ngày tháng năm kiểm;
- e) Vị trí của cách bố trí phép đo;
- f) Vị trí của các cảm biến nhiệt;
- g) Loại cảm biến;
- h) Kết cấu và vật liệu của trục kiểm và đồ gá;
- i) Qui trình bù nhiệt;
- j) Bất kỳ qui trình kiểm đặc biệt nào;
- k) Qui trình chuẩn bị máy trước khi kiểm;
- l) Điều khiển ON hoặc OFF;
- m) Chiều dương của độ trôi (nếu khác so với hệ tọa độ).



## 5 Biến dạng nhiệt do chuyển động quay các trục chính

### 5.1 Yêu cầu

Phải thực hiện một phép kiểm cho từng trục chính.

### 5.2 Phương pháp kiểm

Phương pháp kiểm phải phù hợp với 6.2, ISO 230-3:2007. Hình 1 thể hiện một cách bố trí kiểm điển hình. Người sử dụng và nhà sản xuất/nhà cung cấp phải thỏa thuận sử dụng một tốc độ trục chính không đổi hoặc là một phổ tốc độ thay đổi. Đối với trường hợp tốc độ trục chính không đổi, cũng phải thỏa thuận về tốc độ trục chính được sử dụng. Đối với phổ tốc độ thay đổi, phải thỏa thuận về các tốc độ trục chính và các khoảng thời gian.

CHÚ THÍCH: Một chu kỳ phổ tốc độ có thể có nên là phần trăm của tốc độ trục chính lớn nhất đối với một thời gian chỉnh đặt, được kèm theo bởi một khoảng dừng trục chính đối với thời gian cố định khác (ví dụ 70 % tốc độ trục chính lớn nhất đối với 3 min, được kèm theo bởi 1 min dừng). Sau đó chu trình này sẽ được lặp lại cho khoảng thời gian kiểm đầy đủ. Chi tiết chính xác của phổ tốc độ cần được thảo luận giữa người sử dụng và nhà sản xuất/nhà cung cấp.

Phép kiểm phải kéo dài trong 4h cộng với 1h để dừng trục chính.

### 5.3 Dụng cụ đo

Đối với phép kiểm này, yêu cầu các dụng cụ đo sau:

- Các cảm biến dịch chuyển thẳng;
- Các cảm biến nhiệt độ;
- Trục kiểm;
- Thiết bị thu nhận dữ liệu.

### 5.4 Trình bày kết quả

Bảng 2 đưa ra một mẫu ví dụ đối với việc trình bày các kết quả; ngoài ra, nên trình bày kết quả bằng đồ thị theo 6.4, ISO 230-3:2007.

**Bảng 2 – Mẫu trình bày các kết quả của các tác động nhiệt do quay trục chính C**

	<b>X1</b> mm	<b>Y1</b> mm	<b>Z</b> mm	<b>A</b> giây	<b>B</b> giây
Trong 60 mm đầu	$d (EXC)_{P,60} = \dots$	$d (EYC)_{P,60} = \dots$	$d (EZC)_{60} = \dots$	$d (EAC)_{60} = \dots$	$d (EBC)_{60} = \dots$
Sau khi kết thúc chu kỳ $t = \dots$	$d (EXC)_{P1,t} = \dots$	$d (EYC)_{P1,t} = \dots$	$d (EZC)_t = \dots$	$d (EAC)_t = \dots$	$d (EBC)_t = \dots$
Khoảng cách, $l = \dots$					

## **TCVN 10170-10:2014**

### **5.5 Thông tin được ghi lại**

Các thông tin sau phải được ghi lại:

- a) Nhãn hiệu máy và tên model;
- b) Năm sản xuất máy, nếu có;
- c) Số seri máy;
- d) Ngày tháng năm kiểm;
- e) Vị trí của cách bố trí phép đo;
- f) Vị trí của các cảm biến nhiệt;
- g) Loại cảm biến;
- h) Kết cấu và vật liệu của trục kiểm và đồ gá;
- i) Qui trình bù nhiệt;
- j) Bất kỳ qui trình kiểm đặc biệt nào;
- k) Qui trình chuẩn bị máy trước khi kiểm;
- l) Chế độ tốc độ trục chính;
- m) Chiều dương của độ trôi (nếu khác so với hệ tọa độ);
- n) Vị trí tương đối của trục chính trong quá trình đo.

## **6 Biến dạng nhiệt do chuyển động tịnh tiến của các bộ phận**

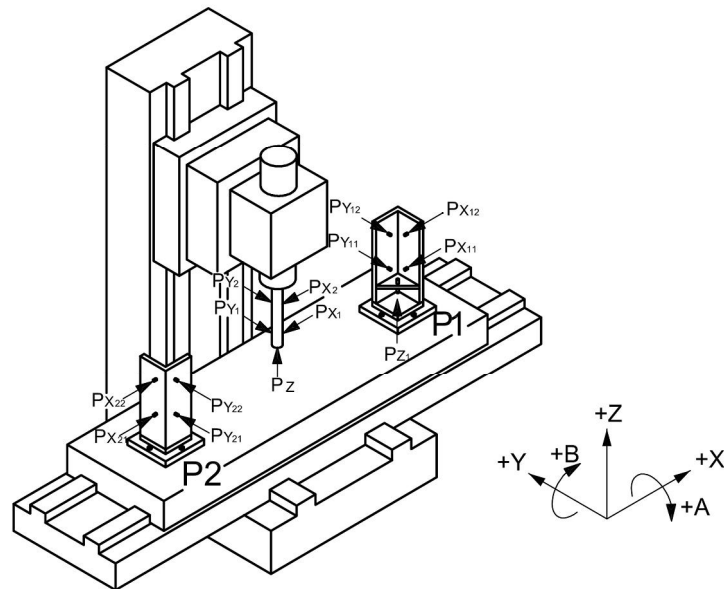
### **6.1 Phương pháp kiểm**

Phương pháp kiểm phải phù hợp với 7.2, ISO 230-3:2007. Hình 2 thể hiện một thiết lập kiểm điển hình.

Trong thực tế, cần có nhiều lượng chạy dao khác nhau cho các trục chính và các trục phụ.

VÍ DỤ: Thiết lập lượng chạy dao cho các trục chính tại 50 %, và lượng chạy dao cho các trục phụ tại 20 % của giá trị  $f_{max}$ .

Chu trình kiểm phải được thực hiện với hai khoảng thời gian: 4h làm nóng trục và 1h để làm mát nó. Các phép đo phải được tạm dừng khi thay đổi biến dạng được ghi lại trong suốt 60 min cuối cùng nhỏ hơn 15 % biến dạng được ghi trên khoảng 60 min ban đầu của phép kiểm.



**Hình 2 – Cách bố trí kiểm điển hình để đo các biến dạng nhiệt do chuyển động tịnh tiến của các bộ phận**

## 6.2 Dụng cụ đo

Đối với phép kiểm này, yêu cầu các dụng cụ đo sau:

- Các cảm biến dịch chuyển thẳng;
- Các cảm biến nhiệt độ;
- Trục kiểm chuyên dùng;
- Thiết bị thu nhận dữ liệu.

## 6.3 Trình bày kết quả

Đối với mỗi trục của máy, cần trình bày các đồ thị theo thời gian sau đây (ví dụ cho thiết lập kiểm ở Hình 2).

- Hai đồ thị vị trí của các vị trí đã cho, một với  $d(EXX)_{P1}$ ,  $d(EYX)_{P1}$ ,  $d(EZX)_{P1}$ , và một với  $d(EXX)_{P2}$ ,  $d(EYX)_{P2}$ ,  $d(EZX)_{P2}$ ;
- Hai đồ thị lắc bước (lắc dọc) của các vị trí đã cho, một với  $d(EBX)_{P1}$ , và một với  $d(EBX)_{P2}$ ;
- Hai đồ thị lắc cuộn (lắc ngang) của các vị trí đã cho, một với  $d(EAX)_{P1}$ , và một với  $d(EAX)_{P2}$ ;
- Các đồ thị nhiệt độ của môi trường và máy trong quá trình kiểm theo thời gian.

## 6.4 Thông tin được ghi lại

Các thông tin sau phải được ghi lại:

## **TCVN 10170-10:2014**

- a) Nhãn hiệu máy và tên model;
- b) Năm sản xuất máy, nếu có;
- c) Số seri máy;
- d) Ngày tháng năm kiểm;
- e) Vị trí của đường đo;
- f) Vị trí của các cảm biến nhiệt;
- g) Lượng chạy dao ngang;
- h) Các thời gian dừng máy;
- i) Các vị trí bắt đầu và kết thúc;
- j) Các khả năng và phương tiện bù;
- k) Các dụng cụ được sử dụng;
- l) Hệ số giãn nở nhiệt được sử dụng;
- m) Các qui trình làm nóng;
- n) Nhiệt độ của đối tượng được đo tại thời điểm bắt đầu và kết thúc phép kiểm;
- o) Chiều dương của trôi vị trí (nếu khác so với hệ tọa độ).

## Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 1:2002 *Geometrical product specifications (GPS) – Standard reference temperature for geometrical product specification and verification* (Đặc tính hình học của sản phẩm (GPS) – Nhiệt độ tham chiếu tiêu chuẩn cho đặc tính hình học của sản phẩm và kiểm tra xác nhận).
- [2] TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 1: Độ chính xác hình học của máy khi vận hành trong điều kiện không tải hoặc gia công tinh.*
- [3] ISO 230-2:2006<sup>2)</sup> *Test code for machine tools – Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes* (Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 2: Xác định độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của trục điều khiển số);
- [4] ISO 2806:1994 *Industrial automation systems - Numerical control of machines - Vocabulary* (Hệ thống tự động công nghiệp – Máy điều khiển số - Từ vựng).
- [5] ISO/TR 16015:2003 *Geometrical product specifications (GPS) – Systematic errors and contributions to measurement uncertainty of length measurement due to thermal influences* (Đặc tính hình học của sản phẩm (GPS) – Các sai số hệ thống và các thành phần của độ không đảm bảo đo của phép đo chiều dài do các ảnh hưởng nhiệt).
- 

<sup>2)</sup> Hiện có TCVN 7011-2:2007 (ISO 230-2:1997) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 2: Xác định độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của trục điều khiển số*