TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7681-5:2013

ISO 13041-5:2006

Xuất bản lần 1

ĐIỀU KIỆN KIỂM MÁY TIỆN ĐIỀU KHIỂN SỐ VÀ TRUNG TÂM TIỆN – PHẦN 5: ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA LƯỢNG CHẠY DAO, TỐC ĐỘ QUAY VÀ PHÉP NỘI SUY

Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 5: Accuracy of feeds, speeds and interpolations

HÀ NỘI - 2013

Lời nói đầu

TCVN 7681-5:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 13041-5:2006.

TCVN 7681-5:2013 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 7681 (ISO 13041) *Điều kiện kiểm máy tiện điều khiển số và trung tâm tiện* bao gồm các phần sau:

- TCVN 7681-1:2013 (ISO 13041-1:2004) *Phần 1: Kiểm hình học cho các máy có một trục chính mang phôi nằm ngang;*
- TCVN 7681-2:2013 (ISO 13041-2:2008) *Phần 2: Kiểm hình học cho các máy có một trục chính mang phôi thẳng đứng;*
- TCVN 7681-3:2013 (ISO 13041-3:2009) *Phần 3: Kiểm hình học cho các máy có trục chính mang phôi thẳng đứng đảo nghịch;*
- TCVN 7681-4:2007 (ISO 13041-4:2004) *Phần 4: Độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của các trục tịnh tiến và quay;*
- TCVN 7681-5:2013 (ISO 13041-5:2006) *Phần 5: Độ chính xác của lượng chạy dao, tốc độ quay và phép nội suy;*
- TCVN 7681-6:2013 (ISO 13041-6:2009) *Phần 6: Độ chính xác của mẫu kiểm được gia công lần cuối;*
- TCVN 7681-7:2007 (ISO 13041-7:2004) *Phần 7: Đánh giá đặc tính tạo công tua trong các mặt phẳng tọa độ;*
- TCVN 7681-8:2007 (ISO 13041-8:2004) *Phần 8: Đánh giá các biến dạng nhiệt.*

Lời giới thiệu

Máy tiện điều khiển số là máy công cụ trong đó chuyển động chính là chuyển động quay của chi tiết gia công còn dụng cụ cắt đứng yên và năng lượng cắt được cung cấp cho chi tiết gia công và không cho dụng cụ cắt. Máy này được điều khiển bằng chương trình điều khiển số (NC) cung cấp chức năng tự động theo 3.3 của TCVN 7681-1:2013 (ISO 13041-1:2004), và có thể là kiểu một trục chính hoặc nhiều trục chính.

Trung tâm tiện là một máy tiện điều khiển số với dụng cụ được dẫn động công suất và có khả năng định hướng trục chính mang phôi xung quanh trục của nó.

Mục đích của tiêu chuẩn này là cung cấp thông tin rộng và toàn diện đến mức có thể đối với các phép kiểm hình học, định vị, tạo công tua, biến dạng nhiệt và gia công, các phép kiểm này có thể được thực hiện để so sánh, nghiệm thu, bảo dưỡng hoặc bất kỳ mục đích nào khác.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 7681 (ISO 13041) quy định, có viện dẫn các phần liên quan của bộ tiêu chuẩn TCVN 7011 (ISO 230), các phép kiểm cho các trung tâm tiện và các máy tiện điều khiển số có hoặc không có các ụ sau được bố trí riêng biệt hoặc được tích hợp trong các hệ thống sản xuất linh hoạt. Bộ tiêu chuẩn TCVN 7681 (ISO 13041) 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 tiện và các máy tiện điều khiển số thông dụng và độ chính xác thường.

Điều kiện kiểm máy tiện điều khiển số và trung tâm tiện – Phần 5: Độ chính xác của lượng chạy dao, tốc độ quay và phép nội suy

Test conditions for numerically controlled turning machines and turning centres – Part 5: Accuracy of feeds, speeds and interpolations

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các phép kiểm động học cho các máy tiện điều khiển số (NC) và các trung tâm tiện liên quan đến tốc độ quay của trục chính, lượng chạy dao của các trục tịnh tiến NC riêng rẽ và độ chính xác của các quỹ đạo được mô tả bằng chuyển động đồng thời của hai hoặc nhiều hơn trục tịnh tiến và/hoặc trục quay NC, có viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1).

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).

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.*

TCVN 7011-4:2013 (ISO 230-4:2005) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 4: Kiểm độ tròn cho máy công cụ điều khiển số.*

3 Lưu ý ban đầu

3.1 Đơn vị đo

Trong tiêu chuẩn này, tất cả các kích thước thẳng, các sai lệch và các dung sai tương ứng được tính bằng milimét; các kích thước góc được tính bằng độ, các sai lệch góc và các dung sai tương ứng được thể hiện bằng các tỉ số, nhưng trong một số trường hợp, để cho rõ ràng dễ hiểu có thể sử dụng đơn vị microradian hoặc giây. Cần lưu ý sự tương đương của các biểu diễn sau:

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

3.2 Viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1)

Để áp dụng tiêu chuẩn này, cần viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1), đặc biệt đối với việc lắp đặt máy trước khi kiểm, việc làm nóng trục chính và các bộ phận chuyển động khác, sự mô tả các phương pháp đo và độ chính xác khuyến nghị của thiết bị kiểm.

3.3 Trình tự kiểm

Trình tự các phép kiểm động học được thể hiện trong tiêu chuẩn này không qui định cho kiểm thực tế. Để thực hiện việc lắp đặt các dụng cụ đo hoặc đồng hồ đo dễ dàng, có thể thực hiện các phép kiểm theo thứ tự bất kỳ.

3.4 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 chế tạo/nhà cung cấp. Các phép kiểm này phải được qui định rõ ràng trong hợp đồng 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.

3.5 Dụng cụ đo

Dụng cụ đo được chỉ dẫn trong các phép kiểm được mô tả trong Điều 4 chỉ là các ví dụ. Có thể sử dụng dụng cụ đo khác có cùng đại lượng và ít nhất có cùng độ không đảm bảo đo và cùng độ phân giải.

Do yêu cầu của việc biểu diễn dạng đồ thị các kết quả (ví dụ sự nhận ra các đỉnh tại các điểm đảo chiều hoặc khả năng lặp lại của các quỹ đạo tròn) trong các phép kiểm K3 đến K6, các dụng cụ đo phải có độ phân giải 0,001 mm hoặc chính xác hơn.

3.6 Sơ đồ

Để đơn giản, các hình vẽ trong tiêu chuẩn này chỉ minh họa một số kiểu máy.

4 Các phép kiểm động học

4.1 Tốc độ quay (K1) và lượng chạy dao (K2)

Mục đích của các phép kiểm này là để kiểm tra độ chính xác tổng của tất cả các mạch điện, điện tử và xích động học trong hệ thống điều khiển giữa các giá trị điều khiển được cho bởi bộ điều khiển.

4.2 Phép nội suy tuyến tính (K3)

Mục đích của phép kiểm này là để kiểm tra thuộc tính tác động lẫn nhau của hai trục tịnh tiến khi chúng chuyển động tại cùng một lượng chạy dao (góc 45°) và để kiểm tra thuộc tính của từng trục đó tại lượng chạy dao rất thấp (các góc nhỏ), với chuyển động giật cục có thể xảy ra.

4.3 Phép nội suy tròn (K4)

Mục đích của phép kiểm này là để kiểm tra thuộc tính tác động lẫn nhau của hai trục tịnh tiến (thường là trục X và Z) tại các lượng chạy dao biến thiên, bao gồm các điểm trong đó lượng chạy dao của một trục chậm dần tới giá trị 0 và chiều chuyển động đảo ngược lại.

4.4 Phép nội suy hướng kính (K5)

Phép kiểm này là một lựa chọn thay cho phép kiểm K4, trong các trường hợp mà máy được kiểm không có độ quét đo 360° hoặc nếu phép kiểm K4 không liên quan. Mục đích của phép kiểm này là để kiểm tra thuộc tính tác động lẫn nhau của hai trục tịnh tiến (thường là trục X và Z) tại các lượng chạy dao biến thiên, bao gồm các điểm trong đó lượng chạy dao của một trục chậm dần tới giá trị 0 và chiều chuyển động đảo ngược lại.

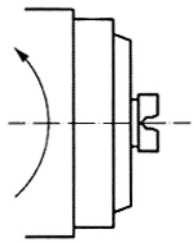
4.5 Phép nội suy giữa các trục X, Y và C (K6)

Mục đích của phép kiểm này là để kiểm tra phép nội suy giữa các trục X, Y và C của một trung tâm tiện đối với các chuyển động tạo công tua cùng chiều và ngược chiều kim đồng hồ.

Đối tượng | **K1**

Kiểm sai lệch của tốc độ trục chính tại 50 % và 100 % tốc độ quay lớn nhất mỗi dải tốc độ, theo chiều kim đồng hồ và ngược chiều kim đồng hồ.

Sơ đồ



Dung sai

± 5 %

Sai lệch đo được

Dải tốc độ quay	Chiều quay	Tốc độ quay được lập trình	Tốc độ quay thực	% Sai lệch
	Ngược chiều kim đồng hồ			
	Chiều kim đồng hồ			
	Ngược chiều kim đồng hồ			
	Chiều kim đồng hồ			
	Ngược chiều kim đồng hồ			
	Chiều kim đồng hồ			
	Ngược chiều kim đồng hồ			
	Chiều kim đồng hồ			

Dụng cụ đo

Bộ đếm số vòng quay, đèn chớp hoặc các dụng cụ đo khác

Xem và viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1)

Nếu tốc độ quay tức thời được đọc, phải thực hiện lấy năm giá trị đọc và tính giá trị trung bình.

Các giá trị đọc phải được lấy ở tốc độ quay không đổi, tránh sự tăng tốc/giảm tốc ở thời điểm khởi động và dừng.

Sự điều khiển khống chế phải được chỉnh đặt tại 100 %.

Sai lệch tốc độ quay trục chính phải được tính bằng công thức sau:

% sai lệch = 100 x (tốc độ quay thực – tốc độ quay được lập trình)/tốc độ quay được lập trình

CHÚ THÍCH: Phép kiểm này thích hợp áp dụng cho tất cả các trục chính chính và tất cả các trục chính dụng cụ.

Đối tượng | **K2**

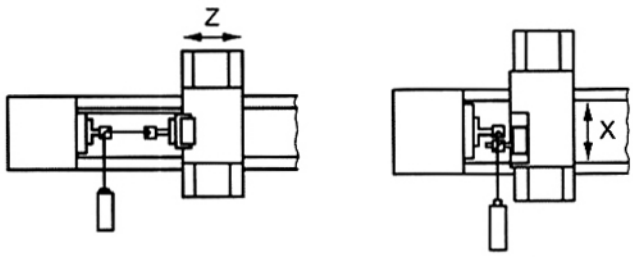
Kiểm độ chính xác lượng chạy dao của các trục tịnh tiến tại các lượng chạy dao sau:

a) 100 mm/min;

b) 1000 mm/min;

c) lượng chạy dao lớn nhất.

Sơ đồ



Dung sai

± 5 %

Sai lệch đo được

Lượng chạy dao được lập trình	Trục	X		Y		Z	
	Chiều	Lượng chạy dao thực	% Sai lệch	Lượng chạy dao thực	% Sai lệch	Lượng chạy dao thực	% Sai lệch
100 mm/min	Dương						
	Âm						
1000 mm/min	Dương						
	Âm						
Lượng chạy dao lớn nhất ....mm/min	Dương						
	Âm						

Dụng cụ đo

Giao thoa kế laze, bộ mã hóa lưới tọa độ hoặc đồng hồ bấm giây

Xem và viện dẫn TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) 5.2.3.1.3 và 5.2.3.2.2

Nếu sử dụng một giao thoa kế để đọc giá trị vận tốc tức thời, phải thực hiện lấy năm giá trị đọc dọc theo hành trình và tính giá trị trung bình.

Cần phải thận trọng khi sử dụng phép kiểm này trên một dải đo ngắn do ảnh hưởng của việc tăng tốc và giảm tốc.

Nếu sử dụng một đồng hồ bấm giây, thì thời gian phải được đo trên một chiều dài đo ngắn hơn hành trình được lập trình, để tránh sự tăng tốc/giảm tốc ở cả hai đầu mút.

Sự điều khiển khống chế phải được chỉnh đặt tại 100 %.

Sai lệch lượng chạy dao phải được tính bằng công thức sau:

% sai lệch = 100 x (lượng chạy dao thực – lượng chạy dao được lập trình)/lượng chạy dao được lập trình

Đối tượng	**K3**

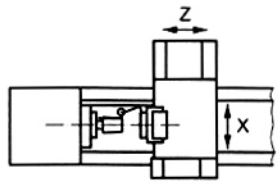
Kiểm độ thẳng của quĩ đạo được mô tả bởi phép nội suy tuyến tính hai trục tịnh tiến, trên một chiều dài đo lớn nhất 300 mm với một góc đo:

1 a) 3° so với chuyển động trục Z;

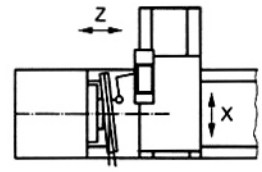
1 b) 3° so với chuyển động trục X;

2) 45° so với chuyển động các trục X-Z.

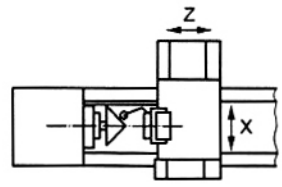
Sơ đồ



1 a)



1 b)



2)

Dung sai	**Sai lệch đo được**
0,020 đối với chiều dài đo 100	1 a) chiều của hành trình Z (±): 1 b) chiều của hành trình Z (±): 2) chiều của hành trình Z (±):

Dụng cụ đo

Thước kiểm độ thẳng hoặc thước sin và cảm biến dịch chuyển thẳng; đầu dò điện tử có bộ ghi đồ thị; các trục kiểm dạng côn chuyên dùng; tấm kẻ lưới.

Xem và viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1) 5.2.1.1.1; 5.2.1.2; A.2; A.3; A.7.2

Đối với các phép kiểm sử dụng các trục kiểm côn chuyên dùng [xem 1a) và 2)], kẹp chặt trục kiểm dạng côn này trong mâm cặp trục chính mang phôi hoặc trong bạc côn xẻ. Gắn một cảm biến dịch chuyển thẳng vào bàn dao với đầu dò tiếp xúc với bề mặt côn của phần côn.

Đối với các phép kiểm sử dụng thước kiểm độ thẳng [xem 1b)], gắn thước kiểm độ thẳng vào tấm bề mặt trục chính mang phôi hoặc mâm cặp bốn chấu với bề mặt đo ở vị trí tạo với hành trình trục X góc xấp xỉ ± 3°. Khóa chặt chuyển động quay của trục chính mang phôi. Gắn một cảm biến dịch chuyển thẳng vào bàn dao với đầu dò tiếp xúc với bề mặt đo của thước kiểm độ thẳng.

Đối với tất cả các phép kiểm độ thẳng, thiết lập một cảm biến dịch chuyển thẳng về 0 tại hai vị trí trên bề mặt đo của mẫu giả kiểm, được đặt một cách thuận lợi tại chiều dài đo yêu cầu với một dung sai bổ sung cho sự tăng tốc và giảm tốc trục. Ghi lại các vị trí tọa độ các trục X và Z của các điểm đã chọn. Lập trình một chuyển động hai chiều ở 250 mm/min giữa hai vị trí và ghi lại dữ liệu độ thẳng. Phân tích dữ liệu đã ghi trong từng chiều riêng biệt (theo TCVN 7011-1 (ISO 230-1)) trừ dung sai cho sự tăng tốc và giảm tốc. Sai lệch nào lớn hơn và chiều của nó phải được ghi lại làm kết quả của phép kiểm.

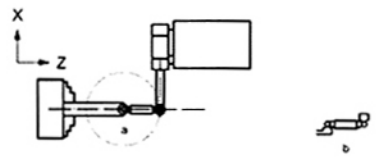
Đối tượng **K4**

Kiểm sai lệch độ tròn, G, của quĩ đạo được sinh ra bởi phép nội suy tròn của hai trục tịnh tiến (thường nằm trong mặt phẳng XZ) theo TCVN 7011-4 (ISO 230-4), trên toàn bộ 360°, tại một trong các đường kính sau và tại hai lượng chạy dao:

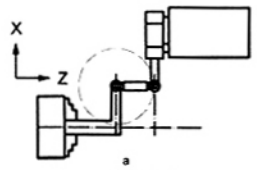
1) đường kính 50 mm	2) đường kính 100 mm	3) đường kính 200 mm	4) đường kính 300 mm
a) 100 mm/min	a) 140 mm/min	a) 200 mm/min	a) 250 mm/min
b) 250 mm/min	b) 350 mm/min	b) 500 mm/min	b) 600 mm/min

Sai lệch độ tròn, G, phải được kiểm cho chuyển động tạo công tua cùng chiều và ngược chiều kim đồng hồ.

Sơ đồ



Hình 1



Hình 2

[a] Hình chiếu bằng.
[b] Hình chiếu cạnh.

Dung sai

a) G_{XZ} = 0,03 mm
G_{ZX} = 0,03 mm

b) G_{XZ} = 0,05 mm
G_{ZX} = 0,05 mm

Sai lệch đo được

a) Lượng chạy dao = ...
G_{XZ} = ...
G_{ZX} = ...

b) Lượng chạy dao = ...
G_{XZ} = ...
G_{ZX} = ...

Đường kính quĩ đạo danh nghĩa .....
Vị trí dụng cụ đo
- Tâm đường tròn (X/Y/Z) .....
- Bù chuẩn dụng cụ cắt (X/Y/Z) .....
- Bù chuẩn chi tiết gia công (X/Y/Z) .....

Phương pháp thu nhận dữ liệu
- Điểm bắt đầu .....
- Số lượng điểm đo .....
- Xử lý làm tròn dữ liệu .....

Sử dụng bù .....
Các vị trí của các trục không kiểm .....

Dụng cụ đo

Trục kiểm, đồ gá xoay chuyên dùng và đầu dò điện tử, hoặc mẫu gia công chuẩn dạng tròn và bộ dò hai chiều, hoặc thanh bi ống lồng hoặc bộ mã hóa lưới tọa độ

Xem và viện dẫn TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) 6.6.3

Phép kiểm này có thể được thực hiện theo Hình 1 hoặc Hình 2, phụ thuộc vào chiều dài dụng cụ cắt danh nghĩa được sử dụng thực tế. Nếu không thực hiện được góc 360°, xem phép kiểm K5.

Các đường kính có thể khác so với các giá trị ở trên một lượng lớn nhất là 25 %. Trong các trường hợp đó, lượng chạy dao phải được điều chỉnh theo Phụ lục C của TCVN 7011-4:2013 (ISO 230-4:2005). Đưa về gốc (0) các trục ở một vị trí trong đó trục kiểm ở trên trục tâm của chuyển động quay của đồ gá xoay hoặc bộ dò hai chiều tại tâm của mẫu gia công chuẩn hoặc tại tâm hốc về phía kẹp phôi của thanh bi ống lồng.

Bắt đầu phép nội suy ở một trong bốn góc phần tư – nếu có thể được, không ở tại một trong bốn điểm đảo chiều, để tránh nhầm đặc tính của máy tại các điểm này.

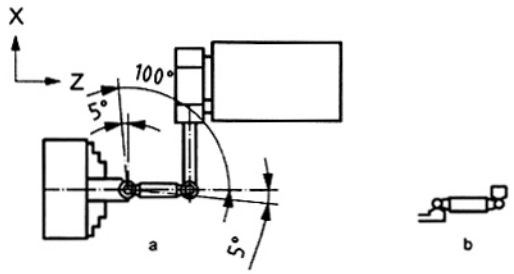
Đối tượng **K5**

Kiểm sai lệch hướng kính, F, của quĩ đạo được sinh ra bởi phép nội suy tròn của hai trục tịnh tiến (thường nằm trong mặt phẳng XZ) theo TCVN 7011-4 (ISO 230-4), trên góc 100°, tại một trong các đường kính sau và tại hai lượng chạy dao:

1) đường kính 50 mm	2) đường kính 100 mm	3) đường kính 200 mm	4) đường kính 300 mm
a) 100 mm/min	a) 140 mm/min	a) 200 mm/min	a) 250 mm/min
b) 250 mm/min	b) 350 mm/min	b) 500 mm/min	b) 600 mm/min

Sai lệch hướng kính, F, phải được kiểm cho chuyển động tạo công tua cùng chiều và ngược chiều kim đồng hồ.

Sơ đồ



[a] Hình chiếu bằng.
[b] Hình chiếu cạnh.

Dung sai

a)	b)
F_{xz} max. = 0,15 mm	F_{xz} max. = 0,25 mm
F_{xz} min. = - 0,15 mm	F_{xz} min. = - 0,25 mm
F_{zx} max. = 0,15 mm	F_{zx} max. = 0,25 mm
F_{zx} min. = - 0,15 mm	F_{zx} min. = - 0,25 mm

Sai lệch đo được

a) Lượng chạy dao = ...
F_{xz} max. = ...
F_{xz} min. = ...
F_{zx} max. = ...
F_{zx} min. = ...
b) Lượng chạy dao = ...
F_{xz} max. = ...
F_{xz} min. = ...
F_{zx} max. = ...
F_{zx} min. = ...

Đường kính quĩ đạo danh nghĩa .....
Vị trí dụng cụ đo
- Tâm đường tròn (X/Y/Z) .....
- Bù chuẩn dụng cụ cắt (X/Y/Z) .....
- Bù chuẩn chi tiết gia công (X/Y/Z) .....

Phương pháp thu nhận dữ liệu
- Điểm bắt đầu .....
- Số lượng điểm đo .....
- Xử lý làm tròn dữ liệu .....

Sử dụng bù .....
Các vị trí của các trục không kiểm .....

Dụng cụ đo

Trục kiểm, đồ gá xoay chuyên dùng và bộ dò điện tử, hoặc mẫu gia công chuẩn dạng tròn và bộ dò hai chiều, hoặc thanh bi ống lồng hoặc bộ mã hóa lưới tọa độ

Xem và viện dẫn TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) 6.6.3

Phép kiểm này dùng để thay cho phép kiểm K4 trong các trường hợp mà máy công cụ kiểm không thể thực hiện một độ quét đo 360° hoặc phép kiểm đó không liên quan.

Các đường kính có thể khác so với các giá trị ở trên một lượng lớn nhất là 25 %. Trong các trường hợp đó, lượng chạy dao phải được điều chỉnh theo Phụ lục C của TCVN 7011-4:2013 (ISO 230-4:2005). Đưa về gốc (0) các trục ở một vị trí trong đó trục kiểm ở trên trục tâm của chuyển động quay của đồ gá xoay hoặc bộ dò hai chiều tại tâm của mẫu gia công chuẩn hoặc tại tâm hốc về phía kẹp phôi của thanh bi ống lồng. Đối với bộ mã hóa lưới tọa độ, lấy các giá trị đọc tại vị trí 0 của các trục.

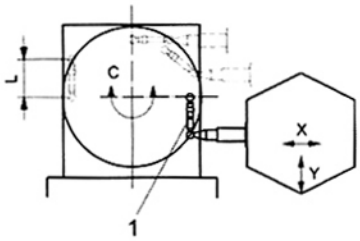
Đối tượng **K6**

Kiểm phép nội suy giữa các trục X, Y và C trong mặt phẳng XY trên góc 180° hoặc 360° tại một đường kính bằng 2/3 hành trình (khoảng chạy) của trục X.

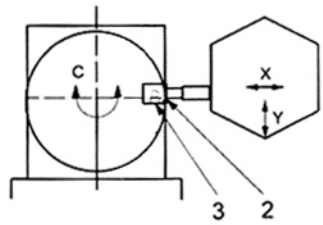
Lượng chạy dao: 500 mm/min

Sai lệch độ tròn theo hai chiều G(b) phải được đánh giá theo TCVN 7011-4 (ISO 230-4).

Sơ đồ



Hình 1



Hình 2

CHÚ DẪN:

1 Thanh bi

2 Bộ dò 2D

3 Khối chuẩn

Dung sai

$G(b)_{XYC}$ = 0,080 mm

Sai lệch đo được

$G(b)_{XYC}$ = ... mm

Đường kính quĩ đạo danh nghĩa .....

Góc quĩ đạo danh nghĩa .....

Vị trí dụng cụ đo

- Bù chuẩn dụng cụ cắt (X/Y/Z) .....
- Bù trục Z .....

Phương pháp thu nhận dữ liệu

- Điểm bắt đầu .....
- Số lượng điểm đo .....
- Xử lý làm tròn dữ liệu .....

Sử dụng bù .....

Các vị trí của các trục không kiểm .....

Dụng cụ đo

Thanh bi ống lồng hoặc bộ dò 2D và bề mặt chuẩn

Xem và viện dẫn TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) 6.6.3.2

Quĩ đạo tròn của chương trình NC phải được định tâm tại trục C. Thanh bi ống lồng (xem Hình 1) cần phải ngắn nhất có thể. Bộ dò 2D (xem Hình 2) phải được phản ánh bằng khối được định tâm hướng kính theo quĩ đạo tròn.

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] TCVN 7681-1:2013 (ISO 13041-1:2004) *Điều kiện kiểm máy tiện điều khiển số và trung tâm tiện – Phần 1: Kiểm hình học cho các máy có một trục chính mang phôi nằm ngang*

[2] TCVN 7681-2 (ISO 13041-2) *Điều kiện kiểm máy tiện điều khiển số và trung tâm tiện – Phần 2: Kiểm hình học cho các máy có một trục chính mang phôi thẳng đứng*

[3] TCVN 7681-3 (ISO 13041-3) *Điều kiện kiểm máy tiện điều khiển số và trung tâm tiện – Phần 3: Kiểm hình học cho các máy có trục chính mang phôi thẳng đứng đảo nghịch*

[4] 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) – Sai số hệ thống và các thành phần của độ không đảm bảo đo của phép đo chiều dài do các ảnh hưởng của nhiệt)*