

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12174:2017

ISO 26303:2012

**MÁY CÔNG CỤ - ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG NGẮN HẠN CỦA
CÁC QUÁ TRÌNH GIA CÔNG TRÊN MÁY CẮT KIM LOẠI**

Machine tools -

Short-term capability evaluation of machining processes on metal-cutting machine tools

HÀ NỘI - 2017

Lời nói đầu

TCVN 12174:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 26303:2012.

TCVN 12174:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC39 *Máy công cụ* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Máy công cụ – Đánh giá khả năng ngắn hạn của các quá trình gia công trên máy cắt kim loại

Machine tools – Short-term capability evaluation of machining processes on metal-cutting machine tools

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này xác định các quy trình dùng cho nghiệm thu máy cắt kim loại dựa trên các phép kiểm khả năng của máy trong việc gia công một chi tiết gia công đã định (nghĩa là kiểm gián tiếp). Tiêu chuẩn này đưa ra các khuyến nghị đối với các điều kiện kiểm, các hệ thống đo áp dụng được và các yêu cầu cho các máy công cụ.

Tiêu chuẩn này phù hợp với TCVN 9944 (ISO 22514) (tất cả các phần) trong việc mô tả các phương pháp thống kê dùng cho quản lý quá trình và đề cập về ứng dụng cụ thể của các phương pháp này cho máy công cụ và việc gia công lô mẫu kiểm. Tiêu chuẩn này không bao gồm các phép kiểm chức năng của máy, chúng thường được thực hiện trước khi kiểm đặc tính độ chính xác, cũng như không bao gồm kiểm các điều kiện an toàn của máy.

Phụ lục A cung cấp thông tin bổ sung liên quan đến đánh giá thống kê, các Phụ lục B và C (quy định) đưa ra các biểu mẫu thỏa thuận và đánh giá dùng cho các phép kiểm khả năng ngắn hạn, còn Phụ lục D cung cấp ví dụ.

CHÚ THÍCH 1: Mục đích kiểm trực tiếp là để khảo sát các tính chất máy riêng lẻ, như độ chính xác hình học hoặc định vị. Đánh giá khả năng ngắn hạn nghĩa là để chứng minh rằng một máy có khả năng đáp ứng một nhiệm vụ gia công cụ thể. Do đó, điều quan trọng là công nhận rằng phép kiểm khả năng ngắn hạn chỉ được tập trung vào sản phẩm đã gia công. Điều này có nghĩa là các phương pháp kiểm trực tiếp thì thích hợp hơn đối với việc xác định các nguồn sai số của máy công cụ và đối với việc thu nhận các cải tiến về kết cấu của một máy công cụ mà được sử dụng trong một phạm vi sản xuất rộng; một phép kiểm khả năng ngắn hạn thì ít thích hợp hơn đối với việc phát hiện các nguồn sai số của máy công cụ. Do đó, mong muốn là việc đánh giá khả năng ngắn hạn cho nghiệm thu các máy cắt kim loại trong các quá trình gia công sẽ chủ yếu được tiến hành trên các máy chuyên dùng phụ thuộc vào chi tiết gia công, như các trạm gia công của các dây chuyền tự động, với một thời gian chu kỳ xác định theo quá trình ít nhất là 10 min, sao cho ít nhất là 50 chi tiết gia công được chế tạo trong một ca đo độ không đảm bảo thống kê tăng mạnh đối với một số lượng nhỏ. Về nguyên tắc, việc đánh giá khả năng ngắn hạn cũng có thể được thực hiện trên các máy vạn năng, như các trung tâm gia công sử dụng cho sản xuất lô lớn nếu chúng đáp ứng các yêu cầu về thống kê đề cập ở trên.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ “khả năng ngắn hạn” là một thuật ngữ được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp máy công cụ, tương ứng với thuật ngữ “đặc tính của quá trình” quy định trong TCVN 9944-3 (ISO 22514-3).

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 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 9944-3:2013 (ISO 22514-3:2008), *Phương pháp thống kê trong quản lý quá trình – Năng lực và hiệu năng – Phần 3: Nghiên cứu hiệu năng máy đối với dữ liệu đo được trên các bộ phận riêng rẽ*;

TCVN 9944-4:2013 (ISO/TR 22514-4:2007), *Phương pháp thống kê trong quản lý quá trình – Năng lực và hiệu năng – Phần 4: Ước lượng năng lực và đo lường hiệu năng quá trình*;

ISO 4288, *Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Rules and procedures for the assessment of surface texture (Đặc tính hình học của sản phẩm (GPS) – Cấu trúc bề mặt: Phương pháp profilin – Quy tắc và quy trình dùng cho đánh giá cấu trúc bề mặt)*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Khả năng ngắn hạn (short-term capability)

Năng lực của một đơn vị gia công để tạo ra một chi tiết cho trước nằm trong giới hạn các dung sai quy định ở một mức tin cậy quy định, một khái niệm chủ yếu áp dụng cho sản xuất theo lô.

CHÚ THÍCH 1: Đơn vị gia công có thể là một máy công cụ đơn, một trục chính của máy công cụ nhiều trục chính, một trạm gia công của một dây chuyền tự động, vv.

CHÚ THÍCH 2: Khả năng của quá trình được định nghĩa trong TCVN 9944-4:2013 (ISO/TR 22514-4:2007), 2.2.1, là: ước lượng thống kê của đầu ra của một đặc tính từ một quá trình đã được chứng minh là nằm trong trạng thái của kiểm soát thống kê và nó mô tả rằng năng lực của quá trình để thực hiện một đặc tính sẽ thỏa mãn các yêu cầu đối với đặc tính đó.

CHÚ THÍCH 3: Trong tiêu chuẩn này, các chỉ số khả năng ngắn hạn, C_p và C_{pk} , được ước lượng với giả thiết phân bố chuẩn của giá trị đặc tính xem xét. Nếu giả thiết này không thỏa mãn thì các giá trị dài ngắn hạn $R_{V,s}$ và $R_{V,sk}$ sẽ được đánh giá thay cho các chỉ số khả năng.

CHÚ THÍCH 4: Tiêu chuẩn này tương thích và tuân theo các đặc tính kỹ thuật được thiết lập trong TCVN 9944 (ISO 22514) (tất cả các phần). Tuy nhiên, thuật ngữ “đặc tính của quá trình” quy định trong TCVN 9944-3 (ISO 22514-3) tương ứng với thuật ngữ “khả năng ngắn hạn” trong tiêu chuẩn này. Thuật ngữ “khả năng ngắn hạn” được sử dụng một cách rộng rãi trong lĩnh vực công nghiệp máy công cụ; do đó, quyết định giữ thuật ngữ này.

3.2

Chỉ số khả năng ngắn hạn, C_s (short-term capability index, C_s)

Tỉ số giữa bản thân dung sai quy định và độ lệch chuẩn của các giá trị đo xác định sự phân tán.

CHÚ THÍCH: Các giá trị đo cũng được biết đến là các giá trị đặc tính.

3.3

Chỉ số khả năng ngắn hạn tới hạn, C_{sk} (critical short-term capability index, C_{sk})

Tỉ số giữa bản thân dung sai quy định và độ lệch chuẩn của các giá trị đo xác định sự phân tán có tính đến vị trí của giá trị trung bình.

CHÚ THÍCH 1: Nếu giá trị trung bình của các giá trị đo nằm ở tâm của vùng dung sai, thì được gọi là một phân bố trung tâm; nếu giá trị trung bình không nằm ở tâm của vùng dung sai, thì được gọi là một phân bố xê dịch. Về mối quan hệ giữa các phân bố trung tâm và xê dịch, xem A.1.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị đo cũng được biết đến là các giá trị đặc tính.

3.4

Giá trị dải ngắn hạn, $R_{V,s}$ (short-term range value, $R_{V,s}$)

Tỉ số giữa dải các giá trị đo và bản thân dung sai quy định.

3.5

Giá trị dải ngắn hạn tới hạn, $R_{V,sk}$ (critical short-term range value, $R_{V,sk}$)

Tỉ số giữa dải các giá trị đo và bản thân dung sai quy định có tính đến vị trí của giá trị trung bình.

3.6

Biểu đồ kiểm soát (control chart)

Sơ đồ, với các giới hạn kiểm soát trên và dưới, trên đó các giá trị của một số đại lượng đo về thống kê cho một loạt các mẫu, các mẫu có đỉnh nhọn và các khoảng trống, được vẽ, thường theo thứ tự ngày tháng năm hoặc số mẫu.

[TCVN 6663-14:2000 (ISO 5667-14:1998), 3.10]

3.7

Biểu đồ kiểm soát (control chart)

Biểu đồ kiểm soát cá thể (control chart for individuals)

Biểu đồ kiểm soát định lượng dùng cho đánh giá mức quá trình theo các quan trắc riêng lẻ trong mẫu.

[TCVN 8244-2:2010 (ISO 3534-2:2006), 2.3.15]

3.8

Giới hạn kiểm soát (control limit)

Đường trên một biểu đồ kiểm soát được sử dụng để xét đoán sự ổn định của một quá trình.

[TCVN 8244-2:2010 (ISO 3534-2:2006), 2.4.2]

3.9

Giới hạn dưới của đặc tính kỹ thuật (lower specification limit)

Giới hạn đặc tính kỹ thuật mà xác định giá trị nhỏ nhất một đặc tính chất lượng có thể có và được xem là vẫn phù hợp.

[TCVN 9944-1:2013 (ISO 22514-1:2009), 2.1.13]

3.10

Giới hạn trên của đặc tính kỹ thuật (upper specification limit)

Giới hạn đặc tính kỹ thuật mà xác định giá trị lớn nhất một đặc tính chất lượng có thể có và được xem là vẫn phù hợp.

[TCVN 9944-1:2013 (ISO 22514-1:2009), 2.1.12]

4 Ký hiệu**4.1 Chữ cái hoa**

C	Chỉ số khả năng
C_k	Chỉ số khả năng tới hạn
C_s	Chỉ số khả năng ngắn hạn (tương ứng với chỉ số đặc tính của máy P_m trong TCVN 9944-3:2013 (ISO 22514-3:2008))
$C_{s,nom}$	Chỉ số khả năng ngắn hạn danh nghĩa
C_{sk}	Chỉ số khả năng ngắn hạn tới hạn
$C_{sk,nom}$	Chỉ số khả năng ngắn hạn tới hạn danh nghĩa
C_{act}	Chỉ số khả năng thực
K_i	Cấp/lớp thứ i (biểu đồ)
U	Độ không đảm bảo (của phép đo hoặc chỉ số khả năng)
$U_{CL,si}$	Giới hạn kiểm soát trên đối với độ lệch chuẩn s_i
$U_{CL,\bar{x}_j}$	Giới hạn kiểm soát trên đối với các giá trị trung bình $\bar{x}_j$
U_{SL}	Giới hạn trên của đặc tính kỹ thuật
R	Dài
$R_{V,s}$	Giá trị dài ngắn hạn
$R_{V,s,nom}$	Giá trị dài ngắn hạn danh nghĩa
$R_{V,sk}$	Giá trị dài ngắn hạn tới hạn
$R_{V,sk,nom}$	Giá trị dài ngắn hạn tới hạn danh nghĩa

T	Dung sai
$T_{\min}$	Dung sai sử dụng được nhỏ nhất dùng cho đánh giá khả năng
L_{CL,s_j}	Giới hạn kiểm soát dưới đối với độ lệch chuẩn s_j
$L_{CL,\bar{x}_j}$	Giới hạn kiểm soát dưới đối với các giá trị trung bình $\bar{x}_j$
L_{SL}	Giới hạn dưới của đặc tính kỹ thuật

4.2 Chữ cái thường

e	Lượng dịch chuyển của giá trị trung bình
f	Tốc độ dẫn tiến
i	Chỉ số chạy đối với các phép đo
j	Chỉ số chạy đối với các nhóm phép đo
k	Chỉ số chạy đối với các phép đo nằm trong một nhóm
m	Số các nhóm của các chi tiết đối với các biểu đồ kiểm soát
n	Số các chi tiết được đánh giá
n_{mp}	Số của các chi tiết được chế tạo
n_K	Số các lớp (biểu đồ)
$n_{\min}$	Giá trị nhỏ nhất của các chi tiết cần thiết
r	Độ phân giải của thiết bị đo
s	Ước lượng độ lệch chuẩn
$\bar{s}$	Độ lệch chuẩn trung bình của các mẫu (các nhóm)
$\bar{s}'$	Độ lệch chuẩn mẫu của phân bố xê dịch
s_g	Độ lệch chuẩn của hệ thống đo
$s_{g,act}$	Độ lệch chuẩn thực của hệ thống đo
s_j	Độ lệch chuẩn của mẫu thứ j (nhóm)
t_m	Thời gian gia công
t_{tot}	Tổng thời gian gia công
$\bar{x}$	Giá trị trung bình của tập hợp (của 50 phép đo)
$\bar{x}'$	Giá trị trung bình của tập hợp với phân bố xê dịch
$\bar{x}$	Giá trị trung bình của nhóm nghĩa là x_j
x_i	Giá trị đo thứ i
$x_{i,T}$	Giá trị đo thứ i (xu hướng đã hiệu chỉnh)
$x_{u,k}$	Giới hạn lớp trên của lớp thứ k (biểu đồ)
$\bar{x}_j$	Trung bình của mẫu thứ j (nhóm)
$x_{\max}$	Giá trị lớn nhất
$x_{\min}$	Giá trị nhỏ nhất

4.3 Chữ cái Hy Lạp

$\delta X_{tot,T}$	Xu hướng tổng (liên quan đến tất cả các giá trị)
$\delta X_{tot,w}$	Xu hướng tổng cho mỗi chi tiết gia công
δX_{td}	Xu hướng do trôi nhiệt
$\delta X_{td,w}$	Xu hướng do trôi nhiệt cho mỗi chi tiết gia công
$\delta X_{td,perm}$	Xu hướng chấp nhận được do trôi nhiệt cho mỗi chi tiết gia công
δX_a	Xu hướng do mòn dụng cụ
$\delta X_{a,exp}$	Xu hướng mong muốn do mòn dụng cụ
Δd_u	Khoảng cách giữa giá trị lớn nhất và giới hạn trên của dung sai
Δd_l	Khoảng cách giữa giá trị nhỏ nhất và giới hạn dưới của dung sai
Δd_c	Khoảng cách tới hạn giữa các giá trị biên/cực hạn và các giới hạn dung sai
ΔX_k	Bề rộng của lớp (biểu đồ)
$\Delta X_{K,k}$	Đường biên của lớp (biểu đồ)
ΔX_c	Khoảng cách tới hạn của giá trị trung bình so với các giới hạn dung sai
ΔX_u	Khoảng cách giữa giá trị trung bình và giới hạn trên của dung sai
ΔX_l	Khoảng cách giữa giá trị trung bình và giới hạn dưới của dung sai
Δv_{amb}	Gradient nhiệt độ môi trường
$\Delta v_{amb,max}$	Gradient nhiệt độ môi trường lớn nhất
μ_p	Giá trị trung bình cho tập hợp
ϑ	Nhiệt độ
$\vartheta_{amb,0}$	Nhiệt độ môi trường lúc bắt đầu phép kiểm
ϑ_{max}	Nhiệt độ lớn nhất
ϑ_{min}	Nhiệt độ nhỏ nhất
σ	Độ lệch chuẩn của tập hợp
$\hat{\sigma}$	Ước lượng độ lệch chuẩn của tập hợp
τ	Hằng số thời gian nhiệt
η	Tỉ số xê dịch đối với phân bố xê dịch

5 Lưu ý ban đầu

Đánh giá khả năng ngắn hạn thuộc về cấp/loại của các phương pháp kiểm gián tiếp và, do đó, là một cách tiếp cận khác để kiểm nghiệm thu máy so với kiểm trực tiếp được xác định trong một số bộ tiêu chuẩn, như bộ TCVN 7011 (ISO 230).

Đặc trưng được đo phải được gia công trên chỉ một đơn vị gia công. Nếu cùng một đặc trưng được gia công trên các đơn vị gia công khác nhau nhưng tương tự nhau, phải thực hiện phân tích thống kê một cách tách biệt cho từng đơn vị gia công.

6 Quy trình dùng cho đánh giá khả năng ngắn hạn

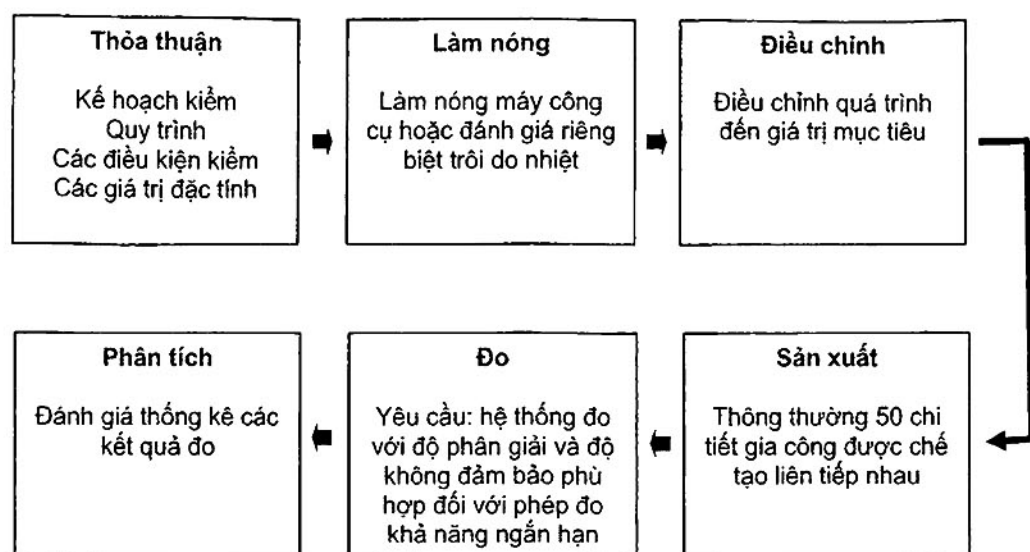
6.1 Quy định chung

Quy trình cơ bản trong suốt một quá trình đánh giá khả năng ngắn hạn được thể hiện trên Hình 1. Nghiệm thu theo một đánh giá khả năng ngắn hạn chỉ được khuyến nghị cho các máy công cụ được sử dụng trong sản xuất theo lô lớn với thời gian chu trình gia công nhỏ hơn 10 min. Ngoài ra, khả năng ngắn hạn thích hợp (xem 6.6) của quá trình đo là một yêu cầu cần thiết để đo các chi tiết gia công.

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, các nghiên cứu bước đầu được thực hiện để chứng tỏ rằng người vận hành có thể tương tác một cách thành công với quá trình gia công và nghiên cứu khả năng quá trình tiếp theo sẽ thành công¹³¹⁾.

Trước khi khởi đầu phép kiểm và đánh giá quá trình, nhà cung cấp/nhà sản xuất và người sử dụng phải đạt được các thỏa thuận cần thiết liên quan đến kế hoạch kiểm, bao gồm các đặc trưng của chi tiết gia công sẽ được đo và phân tích, quy trình, các điều kiện kiểm và các giá trị đặc tính. Sau đây, tất cả các thỏa thuận được tham chiếu đến là giữa nhà cung cấp/nhà sản xuất và người sử dụng. Các đánh giá quá trình được bắt đầu bằng việc làm nóng máy. Việc điều chỉnh tiếp theo là để cho việc cài đặt quá trình gia công theo các dung sai yêu cầu (như ở giữa của vùng dung sai trong trường hợp đặc tính với các dung sai hai phía hoặc điểm 0 (zero) đối với một đặc tính giới hạn điểm 0). Tiếp theo, 50 chi tiết gia công được gia công theo loạt và được đo bằng một thiết bị đo thích hợp. Tiếp đó các phép đo đã đạt được được đánh giá bằng thống kê ở bước cuối cùng.

Nếu các chỉ số khả năng ngắn hạn hoặc các giá trị dài và, nếu áp dụng được, trôi do nhiệt vượt quá các dung sai quy định, thì phải điều tra các nguyên nhân. Đây có thể là, ví dụ như, các lỗi có thể được công nhận là các giá trị nằm ngoài trong biểu đồ kiểm soát cá thể (xem 6.7.3). Nếu có thể thực hiện được các cải tiến, chúng phải được thực hiện và các phép kiểm phải được lặp lại một phần hoặc toàn bộ.



Đây chỉ là khuyến nghị cho máy sản xuất theo lô lớn với thời gian chu trình < 10 min.

Hình 1 – Quy trình cơ bản dùng cho đánh giá khả năng ngắn hạn

6.2 Các thỏa thuận

Trước khi tiến hành kiểm nghiệm thu thực tế, các thỏa thuận giữa nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng là cần thiết để đảm bảo rằng:

- máy và quá trình gia công áp dụng được đánh giá với ít các tác động cản trở nhất có thể,
- các yêu cầu, không thể đáp ứng được do các hệ số tác động khác nhau và sự thu hẹp của dung sai gây ra bởi sự phân tích thống kê, không được đặt ra,
- các thỏa thuận bằng hợp đồng giữa nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng có thể được lập thành công thức, xác định phạm vi, quy trình và các hệ số đánh giá dùng cho nghiệm thu, và
- các dung sai là đối tượng cho một đánh giá khả năng ngắn hạn được nhận biết có xét đến các chi phí liên đới.

Các thỏa thuận liên quan được liệt kê theo các biểu mẫu cho trong Phụ lục B; Phụ lục D cung cấp một ví dụ. Các điều kiện kiểm mà trong các điều kiện ấy máy được đánh giá phải được thương lượng giữa nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng. Các điều kiện này, nằm trong số các điều kiện khác, bao gồm nhiệt độ môi trường và thay đổi cho phép của nó trong suốt thời gian kiểm. Các giới hạn phụ thuộc vào nhiệm vụ gia công, cũng như vị trí lắp máy trong xưởng gia công hoặc trong phòng có điều hòa nhiệt độ. Các giới hạn sau phải được sử dụng làm các giá trị mặc định đối với các nhiệm vụ gia công thông thường: nhiệt độ môi trường, tức là thay đổi nhiệt độ trong phạm vi $\pm 3^{\circ}\text{C}$ trong suốt thời gian kiểm; gradient nhiệt độ, tức là trong phạm vi tối đa $+2^{\circ}\text{C/h}$ hoặc -2°C/h .

Vì mục đích của phép kiểm nghiệm thu là để chứng tỏ khả năng ngắn hạn và không chứng tỏ khả năng

dài hạn, nó bị tác động bởi các yếu tố bổ sung, một chất lượng đã định rõ và đồng đều của các phôi ngoại cỡ phải được đảm bảo. Thành phần và đặc tính của vật liệu phải không bị tác động bởi một thay đổi của lô. Một dung sai ngoại cỡ phải được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng để hạn chế các chênh lệch về biến dạng tĩnh do các phản lực (thành phần của lực cắt tổng vuông góc với mặt phẳng gia công) đối với các phôi ngoại cỡ khác nhau.

Việc gia công các phôi có thể có một tác động trực tiếp (ví dụ như các chênh lệch về kích thước gia công) và một tác động gián tiếp (ví dụ như các chênh lệch về độ phẳng của các mặt kẹp được gia công) đối với sự phân tán của các đặc trưng đo là kết quả của quá trình. Do đó, các dung sai cho gia công các phôi phải tương thích với khả năng ngắn hạn của quá trình yêu cầu. Ngoài ra, có thể cần thiết phải giới hạn thêm các dung sai của các phôi phụ thuộc vào quá trình và thứ tự gia công.

Năm mươi chi tiết gia công phải được chế tạo theo loạt. Tổng thời gian gia công không được vượt quá 8 h, dẫn đến thời gian gia công cho phép cho mỗi chi tiết gia công là 10 min. Trong một số trường hợp đặc biệt mà thời gian gia công cho mỗi chi tiết gia công dài hơn, số lượng chi tiết gia công thấp hơn có thể được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng; nhưng trong mọi trường hợp, số lượng chi tiết gia công không được nhỏ hơn 30. Nếu các chi tiết gia công với các thời gian chu trình nhỏ đang được gia công, thì tổng thời gian gia công 6 h đến 8 h và việc chế tạo nhiều hơn 50 chi tiết gia công được lấy mẫu từ tập hợp lớn hơn, dẫn đến tổng 50 phép đo (cỡ mẫu được nhân với số lượng mẫu) có thể được thương lượng.

Hơn nữa, công nghệ chế tạo và quy trình làm nóng máy thích hợp phải được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng trước khi bắt đầu phép kiểm nghiệm thu, để đảm bảo rằng máy nằm trong trạng thái cân bằng nhiệt (xem 6.3 và 7.2).

Độ phân giải và độ không đảm bảo đo của thiết bị đo phải được tính đến. Khả năng ngắn hạn của thiết bị đo phải được kiểm tra xác nhận. Nói chung, cần điều tra thiết bị đo, bao gồm tác động của người thao tác, tại thời điểm đánh giá khả năng ngắn hạn (xem 6.6).

Vì là một lựa chọn thay thế cho các chỉ số khả năng ngắn hạn, C_s hoặc C_{sk} , việc đánh giá các giá trị dài hạn $R_{V,s}$ hoặc $R_{V,sk}$, có thể được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng. Thông tin bổ sung về mối quan hệ giữa độ lệch chuẩn và các giá trị dài hạn được cho trong A.2. Các giá trị dài hạn chỉ tính đến các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất và rất dễ ảnh hưởng tới các giá trị nằm ngoài trong tập hợp. Do đó, chúng không cung cấp đủ thông tin về thuộc tính quá trình nằm trong các giá trị cực hạn. Bởi vậy, nếu các giá trị dài hạn được sử dụng, việc đánh giá quá trình bằng sử dụng biểu đồ kiểm soát cá thể, biểu đồ kiểm soát và một biểu đồ là đặc biệt quan trọng (xem 6.7).

CHÚ THÍCH: Định nghĩa các chỉ số khả năng ngắn hạn hoặc các giá trị dài hạn là rất quan trọng về mặt kinh tế. Một mặt, sự phù hợp với các yêu cầu nghiêm ngặt có thể bảo đảm sự sản xuất đáng tin cậy. Mặt khác, điều này không nhất thiết có nghĩa là chi phí chế tạo có thể giảm xuống. Thông thường, cần có nhiều chi phí cao hơn để đạt được các chỉ số khả năng ngắn hạn lớn hơn hoặc các giá trị dài hạn nhỏ hơn. Các chi phí như vậy là do việc bổ sung hoặc trang bị cho máy các bộ phận phụ (như các hệ thống đo trực tiếp, các thiết bị dò) và các mạch điều khiển phụ (như điều khiển đo, bù nhiệt) hoặc do việc thay đổi phương pháp gia công đắt tiền hơn (ví dụ từ tiện

sang mái).

Các giá trị yêu cầu phải được quy định với các xem xét về khả năng kỹ thuật và tính khả thi về kinh tế. Trong chiều hướng này, không phù hợp để đặt các đường biên đồng đều cho tất cả các quá trình. Mỗi quan hệ trực tiếp giữa các chỉ số khả năng ngắn hạn và các dung sai yêu cầu phải được đưa vào xem xét đặc biệt. Vì bằng chứng của khả năng ngắn hạn bảo đảm một cách tự nhiên một mức tin cậy thống kê liên quan đến quá trình gia công, các dung sai hiện tại thiết lập bởi người thiết kế cho các lý do an toàn nên được suy ngẫm lại. Theo các chỉ số khả năng ngắn hạn hiện tại, các giá trị ngưỡng cho trong Bảng 1 được khuyến nghị đối với đánh giá khả năng ngắn hạn. Trong các trường hợp riêng lẻ, có thể có thuận lợi để thực hiện các thỏa thuận khác.

Cơ sở cho khuyến nghị của các giới hạn là việc mà, đối với khả năng dài hạn với các hệ số ảnh hưởng tăng, cần đạt được một giá trị C_s ít nhất bằng 1,33^[41]. Tính toán các giá trị đặc tính được mô tả trong 6.7.

Đối với một số quá trình hoặc đặc trưng nào đó, có thể thích hợp cho nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng không quan tâm đến giá trị C_{sk} và chỉ thỏa thuận về giá trị C_s . Ví dụ, đây có thể là trường hợp nếu việc thiết lập của quá trình là rất phức tạp, nhưng về nguyên lý không khó giải quyết (xem 6.4) hoặc nếu các đặc trưng mà phụ thuộc lớn vào dụng cụ cắt được khảo sát, ví dụ đường kính trong khi khoan, khoét lỗ miệng và khoan mở rộng lỗ.

Bảng 1 – Các giá trị khuyến nghị cho các thông số khả năng quá trình ngắn hạn

Quá trình/Đặc trưng	C_s	C_{sk}	$R_{V,s}$	$R_{V,sk}$	Chú thích
Các quá trình hoặc đặc trưng bình thường	$\geq 1,67$	$\geq 1,67$	-	-	Ví dụ đường kính hoặc chiều dài trong các quá trình không được kiểm soát
Kiểm soát phép đo đang trong quá trình	-	-	$\leq 100 \%$	$\leq 100 \%$	Có thể sử dụng toàn bộ dung sai
Các giá trị độ nhám	-	-	nếu cần thiết $\leq 80 \%$	$\leq 80 \%$	Trong nhiều trường hợp, chỉ có một giới hạn trên; do đó, chỉ quy định $R_{V,sk}$
Dung sai giới hạn một phía	-	$\geq 1,67$	-	$\leq 60 \%$	Nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng phải thỏa thuận về hai giá trị đặc tính được sử dụng để nghiệm thu.
Các quá trình hoặc đặc trưng đặc biệt khác (ví dụ kiểm soát phép đo)	$\geq 1,67$	$\geq 1,67$	$\leq 60 \%$	$\leq 60 \%$	Nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng phải thỏa thuận về các giá trị, tức là C_s và C_{sk} hoặc $R_{V,s}$ và $R_{V,sk}$, là các giá trị liên quan cho nghiệm thu.

Bất kỳ khi nào áp dụng một điều khiển phép đo đang trong quá trình, các giới hạn tác động thỏa thuận cho thuật toán điều khiển phải được xác định. Các giới hạn này có, ví dụ như, một lề biên an toàn 10 % đến 20 % hướng về phía các giới hạn dung sai. Trong trường hợp này, khả năng ngắn hạn được chứng minh nếu tất cả các giá trị nằm trong các giới hạn dung sai.

Các giá trị độ nhám thường rất không bị phân tán. Do đó, chúng dẫn đến một mức tin cậy cao ngược lại với sự vượt quá một giới hạn. Trong các trường hợp như vậy, cần giữ đủ một lề biên an toàn 10 % của dung sai hướng về giới hạn dung sai. Do tác động mạnh của vị trí của vùng đo trên bề mặt của chi tiết gia công đối với giá trị độ nhám, nên thực hiện các phép đo lặp đi lặp lại ở các vùng khác nhau trên một số chi tiết gia công và, nếu cần thiết, tính trung bình của các giá trị đo được.

Các đặc trưng có dung sai một phía phải được đánh giá chỉ bằng các thông số tới hạn của chúng. Quy định C_{sk} hay $R_{v,sk}$ liên quan đến nghiệm thu phải theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng.

Đối với các quá trình và các đặc trưng đặc biệt khác, câu hỏi về sự liên quan của các giá trị đặc tính phải được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng đối với từng trường hợp riêng lẻ. Ví dụ, trong trường hợp các máy có nhiều trục chính gia công vài chi tiết gia công cùng lúc, hoặc nếu sử dụng vài bộ gá kẹp giống hệt nhau, sẽ hữu dụng khi sử dụng một giá trị C_s mà được tính toán bằng sử dụng giá trị ước lượng độ lệch chuẩn σ [xem công thức (6)]. Số lượng các giá trị mỗi trục chính hoặc thiết bị phải là một bội số nguyên của số lượng các giá trị mỗi nhóm nhằm tránh sự trộn lẫn các kết quả của các trục chính hoặc các bộ gá kẹp riêng lẻ. Quy trình này tương tự để đánh giá một cách tách biệt các chi tiết gia công của từng trục chính hoặc từng bộ gá kẹp. Ngoài ra, giá trị dài, $R_{v,s}$, tính được từ tất cả các chi tiết gia công, phải nằm trong các giới hạn để đảm bảo rằng tất cả các chi tiết nằm trong giới hạn dung sai. Nếu hai điều kiện này không đáp ứng, từng trục chính hoặc bộ gá kẹp phải được khảo sát một cách riêng lẻ đối với các nguyên nhân và các lý do tương ứng. Phụ thuộc vào số lượng của các bộ gá kẹp được khảo sát và tải làm việc đối với việc chế tạo một chi tiết gia công, có thể hữu ích khi thực hiện một chạy điều chỉnh với hai đến ba chi tiết gia công cho mỗi bộ gá kẹp để xác định độ phân tán và chỉnh đặt bề mặt tiếp xúc chi tiết gia công. Khi đó các chi tiết gia công làm mẫu dự định cho đánh giá có thể được lấy từ một bộ gá kẹp.

Xu hướng chấp nhận được tối đa do trôi nhiệt phụ thuộc vào phương pháp gia công, cỡ kích thước máy và các điều kiện sản xuất và môi trường xung quanh. Trong suốt giai đoạn làm nóng máy, một xu hướng do trôi nhiệt lên đến 40 $\mu\text{m/h}$ có thể được mong đợi [36]. Theo như mô tả trong 6.3, xu hướng này thường ít quan trọng hơn đối với các máy đang kiểm khả năng ngắn hạn. Do đó, nó chỉ được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng dựa trên liên quan đối với việc nghiệm thu trong các trường hợp riêng lẻ.

6.3 Làm nóng máy

Một quy trình làm nóng cần được lên kế hoạch cho phép kiểm khả năng ngắn hạn để đảm bảo rằng máy đang được vận hành trong trạng thái cân bằng nhiệt. Tuy nhiên, nếu xu hướng do trôi nhiệt là đặc

biệt quan trọng đối với người sử dụng hoặc thời gian làm nóng máy không thể kéo dài cho đến khi máy ở trạng thái cân bằng nhiệt, xu hướng chấp nhận được phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng trước khi thực hiện phép kiểm và cũng được xem xét trong khi phân tích.

Đối với các lô nhỏ, biến dạng nhiệt đàn hồi do việc sản xuất bị lẫn lộn hoặc bị gián đoạn là quan trọng hơn đối với thuộc tính nhiệt của máy. Thuộc tính này có thể được đánh giá bằng sử dụng các phương pháp kiểm khác, như các phép kiểm nhiệt trực tiếp (ví dụ theo TCVN 7011-3 (ISO 230-3)) hoặc một phép kiểm gia công thích hợp.

6.4 Điều chỉnh

Chạy máy điều chỉnh phục vụ cho mục đích điều chỉnh quá trình đến giá trị mục tiêu (hoặc giá trị ưu tiên hoặc chuẩn) của một đặc tính. Một giá trị mục tiêu có thể bằng với giá trị trung tâm của vùng dung sai đối với các đặc trưng có dung sai hai phía hoặc bằng 0 đối với các đặc trưng giới hạn điểm 0. A.3 thể hiện các ảnh hưởng của việc chỉnh đặt đối với dung sai còn lại. Nếu giá trị trung bình không nằm ở trung tâm của vùng dung sai, vùng còn lại có thể được sử dụng bởi việc sản xuất bị giới hạn. Điều này có nghĩa là, ví dụ như, đối với một dịch chuyển của giá trị trung bình bởi một phần tư của dung sai và một yêu cầu C_{sk} bằng 1,67, vùng $6s$ còn lại (xấp xỉ dài chấp nhận được tối đa) chỉ bằng 30 % dung sai.

Cách điều chỉnh chính xác cho quá trình nên có dạng một giá trị đặt trước, trong số các yếu tố khác, phụ thuộc vào cách gia công yêu cầu và tầm quan trọng của vị trí giá trị trung bình thay đổi cho từng trường hợp riêng lẻ. Ví dụ như, có thể mong muốn là việc giữ giá trị trung bình nằm ở trung tâm của vùng dung sai thì cần nhiều thời gian, nhưng về nguyên tắc, có khả năng là không có bất kỳ vấn đề gì. Trong trường hợp như vậy, có thể hữu ích khi thiết lập quá trình sao cho giá trị trung bình chỉ xấp xỉ nằm ở giữa tâm của vùng dung sai, và chỉ thỏa thuận về chỉ số khả năng ngắn hạn, C_s , hoặc giá trị dài, $R_{V,s}$, làm tiêu chí nghiệm thu.

Phôi phải được cung cấp với chất lượng theo yêu cầu và phải đạt được nhiệt độ nhà xưởng môi trường xung quanh. Không được sử dụng các dụng cụ cắt không có lớp phủ mới tinh do chúng là đối tượng bị mài mòn ban đầu cao. Bên cạnh hậu quả đối với các kích thước của chi tiết gia công, mòn ban đầu cao như vậy làm tăng đáng kể lực cắt. Đối với lý do này, nếu một dụng cụ cắt không có lớp phủ mới tinh đang được sử dụng, phải thực hiện một số chạy cắt thử trước khi chạy điều chỉnh.

Nếu đánh giá xu hướng do trôi nhiệt thì cũng phải xác định xu hướng do mòn dụng cụ. Việc này có thể được xác định trước dựa trên kinh nghiệm có trước trong các điều kiện cắt gọt tương tự hoặc có thể được đo bằng một kính hiển vi hoặc dụng cụ đầu đo tiếp xúc. Như một quy tắc, giả thiết mòn dụng cụ là tuyến tính và đo dụng cụ trước và sau phép kiểm nghiệm thu là đủ, do dụng cụ không được dùng khi mới tinh. Nếu đã biết tuổi thọ của dụng cụ lớn hơn nhiều so với thời gian gia công khi sử dụng các thông số chế tạo đã áp dụng trong suốt phép kiểm nghiệm thu, việc đánh giá mòn dụng cụ có thể được bỏ qua.

6.5 Chế tạo

Chi tiết gia công phải được chế tạo theo trình tự và không có sự gián đoạn. Do bất kỳ thay đổi nào

trong phương pháp và khoảng thời gian gia công sẽ ảnh hưởng đến quá trình và do đó làm vênh thuộc tính của quá trình thực, việc gia công các chi tiết gia công phải là một quá trình liên tục. Các nhiễu động trong quá trình gia công, như rung của nền (cửa), biến đổi nhiệt độ và các rung trên máy công cụ, có thể được ghi lại để thuận tiện cho việc diễn giải các dữ liệu phép đo tại thời điểm sau đó và, nếu cần thiết, để khởi đầu một phép kiểm mới.

Nếu điều khiển phép đo hoặc bù xu hướng là một bộ phận của máy công cụ, chúng phải được bao gồm trong phép kiểm khả năng ngắn hạn, tức là, máy không được kiểm mà không có phần điều khiển. Trong quá trình đánh giá, hàm phân bố đã thay đổi của các đặc trưng phải được tính đến theo một cách sao cho các giá trị dài phải được tính toán thay cho các chỉ số khả năng ngắn hạn.

6.6 Đo lường

Theo các dung sai của đặc trưng, các yêu cầu phải được thiết lập cho thiết bị đo, địa điểm đo (phòng có điều hòa nhiệt độ dùng để đo, khu vực chế tạo) và phương pháp đo. Các phép đo có thể chỉ được thực hiện bởi người đã được đào tạo. Nhiệt độ của thiết bị đo và chi tiết gia công không được chênh khác so với nhiệt độ môi trường xung quanh vị trí đo.

Bất kể khi nào các dung sai hình dạng đang được kiểm tra, phải xem xét chất lượng bề mặt của các mẫu kiểm, do có một nguy cơ của việc diễn giải sai độ nhám là các sai số hình dạng.

Thiết bị đo phải có một độ phân giải cao tương xứng. Khuyến nghị phù hợp với điều kiện sau: độ phân giải $\leq 0,03 T$, trong đó T là dung sai của đặc trưng được kiểm.

Sự thích hợp của thiết bị đo áp dụng cho việc đánh giá khả năng ngắn hạn phải được chứng tỏ bằng một đánh giá khả năng ngắn hạn của hệ thống đo. Việc này được thực hiện bằng đo một chuẩn đo 50 lần dưới các điều kiện không đổi và tính toán tiếp độ lệch chuẩn của dụng cụ đo s_g . Chuẩn đo có thể là một chi tiết gia công mẫu. Nếu không có sẵn chi tiết gia công mẫu có độ chính xác phù hợp thì có thể sử dụng một chi tiết gia công lấy từ sản xuất bình thường. Các phép đo để xác định s_g phải được thực hiện dưới các điều kiện không đổi và có thể lặp lại. Độ lệch chuẩn của thiết bị đo phải phù hợp với yêu cầu sau:

$$6 \cdot s_g \leq 0,15 \cdot T$$

hoặc $s_g \leq 2,5 \%$ của T , trong đó T là dung sai của đặc trưng được kiểm.

Phù hợp với yêu cầu này có nghĩa là sự làm giảm giá trị của chỉ số khả năng ngắn hạn gây ra do độ lệch chuẩn của thiết bị đo là đủ nhỏ (nhỏ hơn 1,1 % đối với $C_s = 1,00$ và nhỏ hơn 4,2 % đối với $C_s = 2,00$) và do đó có thể không chú ý đến. Nếu yêu cầu này không được thỏa mãn, thì thiết bị đo có thể không được sử dụng cho phép kiểm khả năng ngắn hạn do các kết quả có thể bị sai lệch (xem A.4). Việc giảm độ lệch chuẩn liên đới với quá trình bởi lượng độ lệch chuẩn liên đới với thiết bị đo không là một phương pháp thích hợp dùng để hiệu chỉnh kết quả vì nó làm tăng mạnh độ không đảm bảo thống kê.

Nếu đánh giá các giá trị tới hạn, thì độ không đảm bảo đo, U (hệ số phủ $k = 2$) phải nhỏ hơn hoặc bằng

10 % dung sai.

6.7 Tính toán và phân tích

6.7.1 Quy định chung

Việc phân tích thống kê của một đánh khả năng ngắn hạn không những bao gồm việc tính toán các chỉ số khả năng ngắn hạn, mà còn phải phân tích quá trình liên quan đến xu hướng, các giá trị nằm ngoài, độ ổn định, các tình huống quá trình đặc biệt và sự phù hợp với phân bố chuẩn (đối với các giá trị C_s và C_{sk}). Phần mềm thống kê thương mại có sẵn cung cấp các khả năng hiển thị đồ họa [ví dụ các biểu đồ kiểm soát cá thể (xem TCVN 7076 (ISO 8258)), các biểu đồ và các đồ thị xác suất] và tính toán các thông số thống kê thích hợp có thể trợ giúp lớn. Trình tự tính toán dùng cho việc phân tích được cho trong các biểu mẫu ở Phụ lục C. Quy trình được minh chứng bằng ví dụ trong Phụ lục D.

Các bước chính gồm có cả phân tích được thể hiện trên Hình 2. Việc kiểm tra xác nhận khả năng ngắn hạn của hệ thống đo là điều kiện tiên quyết cho việc đánh giá hữu ích khả năng ngắn hạn.

Dựa trên sự hiểu biết của quá trình và bằng một biểu đồ kiểm soát cá thể, sẽ thực hiện quyết định về việc một quá trình hoặc đặc trưng đặc biệt có là đối tượng để đánh giá hay không. Điều này bao phủ, ví dụ như, sự bao gồm một điều khiển đo, các dụng cụ không điều chỉnh được, các máy nhiều trục chính hoặc các giá trị độ nhám. Nếu nó là một quá trình đặc biệt hoặc một đặc trưng đặc biệt, thì thì không cần hiệu chỉnh xu hướng như mô tả trong 6.7.2.

6.7.2 Hiệu chỉnh xu hướng

Một biểu đồ kiểm soát cá thể được sử dụng để đánh giá xu hướng tổng, $\delta X_{tot,T}$ của các dữ liệu phép đo. Áp dụng sự hiểu biết của xu hướng do mòn dụng cụ, δX_a (đã biết hoặc đã đo trong các quá trình tương tự), xu hướng do trôi nhiệt, δX_{td} , có thể được tính theo công thức (1), nếu không xuất hiện các tác động đặc biệt:

$$\delta X_{td} = \delta X_{tot,T} - \delta X_a \quad (1)$$

Do các chỉ số khả năng ngắn hạn luôn được tính bằng sử dụng một ước lượng độ lệch chuẩn, σ [xem các công thức (14) và (15)], một xu hướng nhỏ do sự hình thành nhóm trong khi tính toán độ lệch chuẩn phải được loại bỏ. Tuy thế, không thể loại trừ một thứ mà, do xu hướng, giá trị trung bình có thể vượt quá giới hạn kiểm soát chấp nhận được, trong trường hợp nghi ngờ, có thể thực hiện một hiệu chỉnh xu hướng. Nếu một xu hướng mạnh đang tồn tại, có thể thực hiện một hiệu chỉnh xu hướng để đánh giá xu hướng và sự phân tán của các đặc trưng đo được liên đới với quá trình một cách tách biệt nhau. Dữ liệu phép đo được hiệu chỉnh bằng sử dụng các công thức (2) và (3):

$$x_{i,T} = x_i - (i-1) \cdot \delta X_{tot,w} \quad (2)$$

trong đó

$$\delta X_{tot,w} = \frac{1}{n-1} \delta X_{tot,T} \quad (3)$$

- $x_{i,T}$ là đại lượng đo đã hiệu chỉnh xu hướng thứ i
 x_i là đại lượng đo thứ i (chưa hiệu chỉnh xu hướng)
 $\delta X_{tot,w}$ là xu hướng tổng đối với mỗi chi tiết gia công

Nếu thực hiện hiệu chỉnh xu hướng, thì các tính toán tiếp đó phải được thực hiện bằng sử dụng các dữ liệu đã hiệu chỉnh xu hướng. Dải, R , giá trị trung bình, $\bar{x}$, và một giá trị ước lượng cho độ lệch chuẩn, $\hat{\sigma}$, (thông qua nhóm phép đo gấp năm lần) phải được tính theo các công thức (4) đến (7):

Dải:

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (4)$$

Giá trị trung bình:

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m \bar{x}_j \quad (5)$$

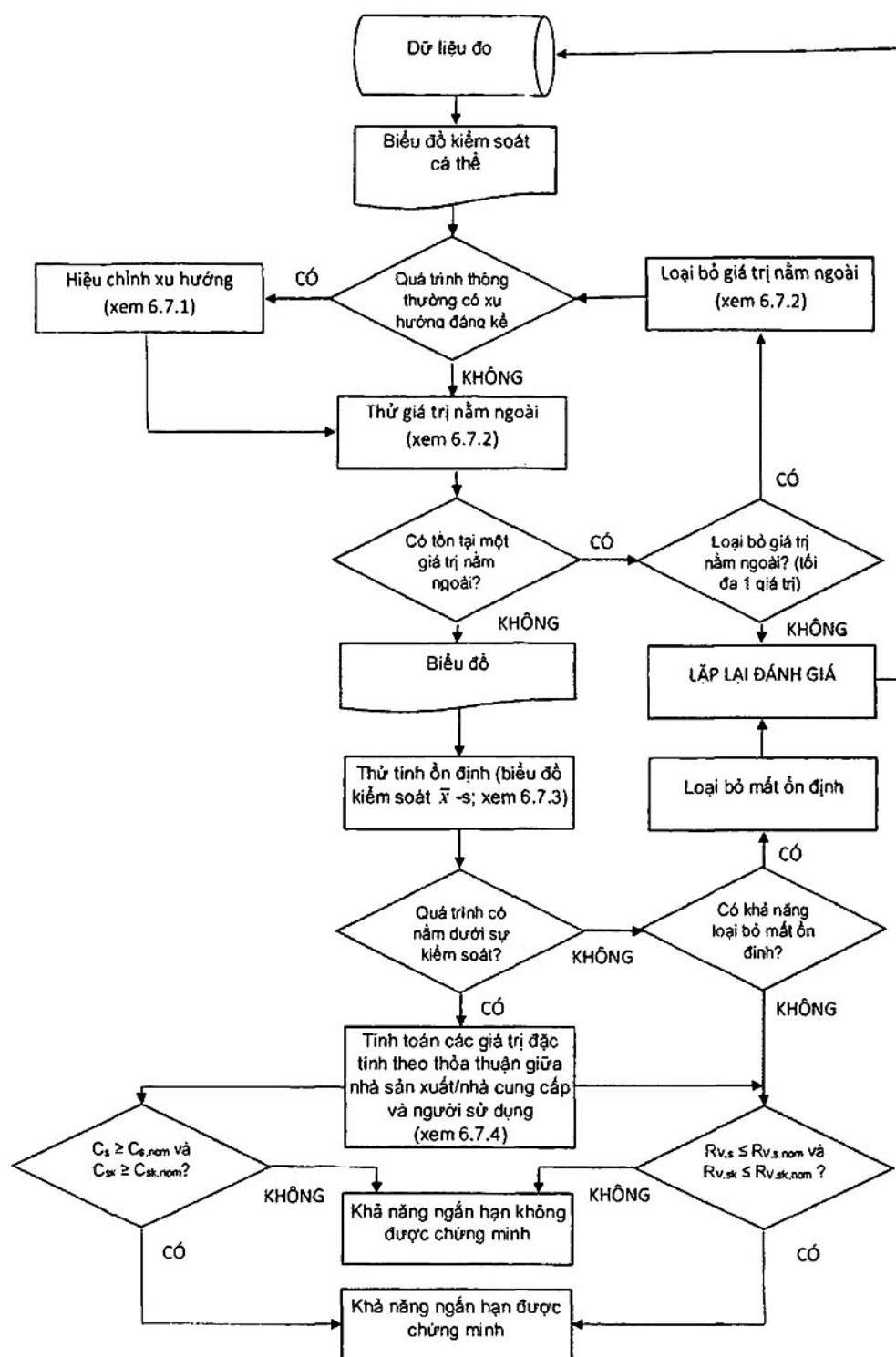
Độ lệch chuẩn ước lượng:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{0,94} \quad (6)$$

Trong đó

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m s_j \quad (7)$$

CHÚ THÍCH: Hằng số 0,94 trong công thức (6) là cho nhóm năm; hằng số trong công thức (6) trở thành 0,89 cho nhóm ba.



Hình 2 – Sơ đồ đánh giá

6.7.3 Quản lý giá trị nằm ngoài

Sự tồn tại của các giá trị nằm ngoài trong số các phép đo của 50 chi tiết gia công phải được kiểm.

Phép kiểm giá trị nằm ngoài được mô tả trong TCVN 6910-2 (ISO 5725-2) và các tài liệu tham khảo khác làm cơ sở, giả thiết phân bố chuẩn Gauss; do đó, nó chỉ được áp dụng cho các giá trị đo có phân bố chuẩn liên đới với các quá trình hoặc các đặc trưng [20][24][38]. Nếu các công thức (8) và (9) được thỏa mãn, $x_{\max}$ và/hoặc $x_{\min}$ phải là các giá trị nằm ngoài (mức tin cậy: 99 %; cỡ mẫu: 50):

$$x_{\max} > \bar{x} + 3,34 \cdot \hat{\sigma} \quad (8)$$

$$x_{\min} < \bar{x} - 3,34 \cdot \hat{\sigma} \quad (9)$$

Nếu có một giá trị nằm ngoài, phải thực hiện một phép kiểm giá trị nằm ngoài mới mà không có giá trị này. Trong trường hợp có hai hoặc nhiều hơn các giá trị nằm ngoài, phải tìm kiếm lý do và phép kiểm khả năng ngắn hạn phải được lập lại khi quá trình rõ ràng không nằm trong sự kiểm soát. Nếu chỉ tìm thấy một giá trị nằm ngoài, có thể thực hiện một quyết định về việc có tiếp tục với các tính toán mà không có giá trị này hay là lập lại toàn bộ phép kiểm khả năng ngắn hạn.

6.7.4 Độ ổn định của quá trình

Độ ổn định của quá trình phải được kiểm tra như sau:

Phải vẽ một biểu đồ để có một biểu diễn trực quan sự phân bố của các giá trị đo. Với 50 giá trị, khuyến nghị phân thành bảy nhóm.

Độ ổn định của quá trình được đánh giá bằng sử dụng một biểu đồ kiểm soát $\bar{x}$ -s. Nếu các giá trị trung bình và các độ lệch chuẩn của các nhóm nằm trong các giới hạn kiểm soát (U_{CL} và L_{CL}), tức là các điều kiện mô tả trong các công thức (10) đến (13) được thỏa mãn bởi toàn bộ 10 nhóm ($j = 1$ đến 10), quá trình phải được xem xét là ổn định (mức tin cậy: $1 - \alpha = 99\%$; cỡ mẫu $n = 5$):

$$\bar{x}_j \leq U_{CL, \bar{x}_j} = \bar{\bar{x}} + 1,15 \cdot \hat{\sigma} \quad (10)$$

$$\bar{x}_j \geq L_{CL, \bar{x}_j} = \bar{\bar{x}} - 1,15 \cdot \hat{\sigma} \quad (11)$$

$$s_j \leq U_{CL, s_j} = 1,93 \cdot \hat{\sigma} \quad (12)$$

$$s_j \geq L_{CL, s_j} = 0,23 \cdot \hat{\sigma} \quad (13)$$

Trong đó

$\bar{x}$ là giá trị trung bình theo công thức (5);

$\hat{\sigma}$ là độ lệch chuẩn theo công thức (6).

Nếu các giới hạn kiểm soát bị vượt quá, thì phải điều tra nguyên nhân và phải lập lại phép kiểm. Nếu sự không ổn định không thể khắc phục được, thì việc tính toán các chỉ số khả năng ngắn hạn là không được phép. Trong trường hợp này, trên cơ sở thỏa thuận giữa nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng, chỉ các giá trị dài mới có thể được sử dụng làm tiêu chí nghiệm thu.

6.7.5 Tính toán các chỉ số

6.7.5.1 Quy định chung

Các giá trị đặc tính mà được thỏa thuận bởi nhà sản xuất/nhà cung cấp và người sử dụng trước khi kiểm nghiệm thu phải được tính toán. Các khuyến nghị được cho trong Bảng 1 (xem 6.2) và trong các tờ/biểu mẫu thỏa thuận (xem Phụ lục B). Các giá trị này được cho bởi các công thức (14) đến (18):

Chỉ số khả năng ngắn hạn:

$$C_s = \frac{T}{6 \cdot \hat{\sigma}} \quad (14)$$

Chỉ số khả năng ngắn hạn tới hạn:

$$C_{sk} = \frac{\{U_{SL} - \bar{x}, \bar{x} - L_{SL}\}_{\min}}{3 \cdot \hat{\sigma}} \quad (15)$$

Giá trị dài:

$$R_{V,s} = \frac{R}{T} \quad (16)$$

Hoặc

$$R_{V,s} = \frac{R}{T} \cdot 100$$

tính theo phần trăm;

Giá trị dài tới hạn:

$$R_{V,sk} = \left\{ \frac{x_{\max} - \bar{x}}{U_{SL} - \bar{x}}, \frac{\bar{x} - x_{\min}}{\bar{x} - L_{SL}} \right\}_{\max} \quad (17)$$

Hoặc

$$R_{V,sk} = \left\{ \frac{x_{\max} - \bar{x}}{U_{SL} - \bar{x}}, \frac{\bar{x} - x_{\min}}{\bar{x} - L_{SL}} \right\} \cdot 100$$

tính theo phần trăm;

(nếu theo thỏa thuận) xu hướng do trôi nhiệt: