

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 7386:2011**

**ISO 13855:2010**

Xuất bản lần 1

**AN TOÀN MÁY – ĐỊNH VỊ CHE CHẮN BẢO VỆ ĐỐI VỚI TỐC  
ĐỘ TIẾP CẬN CỦA CÁC BỘ PHẬN CƠ THỂ NGƯỜI**

*Safety of machinery – Positioning of safeguards with  
respect to the approach speeds of parts of the human body*

**HÀ NỘI - 2011**

## **Lời nói đầu**

TCVN 7386:2011 thay thế TCVN 7386:2004.

TCVN 7386:2011 hoàn toàn tương đương với ISO 13855:2010.

TCVN 7386:2011 do Ban Kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 199 *An toàn máy* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

**Lời giới thiệu**

Kết cấu của các tiêu chuẩn an toàn trong lĩnh vực máy như sau:

- a) Các tiêu chuẩn loại A (các tiêu chuẩn an toàn cơ bản) đưa ra các khái niệm cơ bản, các nguyên tắc về thiết kế và các khía cạnh chung có thể áp dụng được cho tất cả các máy;
- b) Các tiêu chuẩn loại B (các tiêu chuẩn an toàn chung) có liên quan đến một khía cạnh an toàn hoặc một hay nhiều kiểu che chắn bảo vệ có thể sử dụng được cho một phạm vi rộng các máy:
  - Các tiêu chuẩn loại B1 về các khía cạnh an toàn riêng (ví dụ, khoảng cách an toàn, nhiệt độ bề mặt, tiếng ồn);
  - Các tiêu chuẩn loại B2 về che chắn bảo vệ (ví dụ, cơ cấu điều khiển bằng hai tay, cơ cấu khoá liên động, cơ cấu nhảy áp suất, bộ phận che chắn).
- c) Các tiêu chuẩn loại C (các tiêu chuẩn an toàn máy) có liên quan đến các yêu cầu an toàn chi tiết đối với một máy cụ thể hoặc một nhóm máy cụ thể.

Tiêu chuẩn này là một tiêu chuẩn loại B như quy định trong TCVN 7383-1 (ISO 12100-1).

Các yêu cầu của tiêu chuẩn này có thể được bổ sung hoặc cải tiến bởi một tiêu chuẩn loại C.

Đối với các máy được bao hàm bởi một tiêu chuẩn loại C và đã được thiết kế, chế tạo theo các yêu cầu của tiêu chuẩn loại C thì phải áp dụng quy định như sau: nếu các yêu cầu của tiêu chuẩn loại C khác với các yêu cầu trong các tiêu chuẩn loại B thì các yêu cầu của tiêu chuẩn loại C phải được đặt trước các điều khoản của các tiêu chuẩn khác.

Hiệu quả của một số kiểu che chắn bảo vệ được mô tả trong tiêu chuẩn này là để giảm tới mức tối thiểu rủi ro, một phần là dựa vào các chi tiết có liên quan của thiết bị được định vị đúng so với vùng nguy hiểm. Khi có quyết định về các vị trí này cần tính đến một số các khía cạnh như:

- sự cần thiết của việc đánh giá rủi ro theo TCVN 7301-1 (ISO 14121-1);
- kinh nghiệm thực tế trong sử dụng máy;
- tính năng dừng của toàn bộ hệ thống;
- thời gian cần có để bảo đảm điều kiện an toàn của máy sau vận hành của che chắn bảo vệ, ví dụ như để dừng máy;
- dữ liệu về cơ-sinh học và dữ liệu nhân trắc;
- bất cứ sự xâm nhập nào của một bộ phận cơ thể người về phía vùng nguy hiểm tới khi thiết bị bảo vệ được vận hành;
- đường dẫn của bộ phận cơ thể người khi di chuyển từ vùng bảo vệ về phía vùng nguy hiểm;
- sự hiện diện có thể xảy ra của một người giữa che chắn bảo vệ và vùng nguy hiểm;
- khả năng tiếp cận vùng nguy hiểm không được phát hiện.

# **An toàn máy – Định vị che chắn bảo vệ đối với tốc độ tiếp cận của các bộ phận cơ thể người**

*Safety of machinery – Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*

## **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định sự định vị các che chắn bảo vệ đối với tốc độ tiếp cận của các bộ phận cơ thể người.

Tiêu chuẩn này quy định các thông số dựa trên các giá trị của tốc độ tiếp cận của các bộ phận cơ thể người và cung cấp phương pháp luận để xác định khoảng cách nhỏ nhất từ vùng phát hiện hoặc từ cơ cấu khởi động, che chắn bảo vệ tới vùng nguy hiểm.

Các giá trị đối với tốc độ tiếp cận (tốc độ đi bộ và di chuyển của chi trên) trong tiêu chuẩn này là thời gian được thử nghiệm và được chứng minh bằng kinh nghiệm thực tế. Tiêu chuẩn này đưa ra hướng dẫn về cách tiếp cận điển hình. Các loại tiếp cận khác, ví dụ như chạy, nhảy hoặc ngã không được xem xét trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH 1: Các loại tiếp cận khác có thể dẫn đến các tốc độ tiếp cận cao hơn hoặc thấp hơn các tốc độ tiếp cận được quy định trong tiêu chuẩn này.

Các che chắn bảo vệ được xem xét trong tiêu chuẩn này bao gồm:

a) thiết bị bảo vệ nhạy về điện [xem IEC 61496 (tất cả các phần)], bao gồm:

- màn ánh sáng và lưới ánh sáng (AOPDs);
- bộ quét laser (AOPDDR) và hệ thống nhìn hai chiều;

b) thiết bị bảo vệ nhạy áp suất (xem ISO 13856-1, ISO 13856-2 và ISO 13856-3, đặc biệt là tấm lót nhạy áp suất;

c) cơ cấu điều khiển bằng hai tay (xem TCVN 7385 (ISO 13851);

d) bộ phận che chắn khoá liên động không có cơ cấu khoá (xem TCVN 9058 (ISO 14119).

## **TCVN 7386:2011**

Tiêu chuẩn này quy định các khoảng cách tối thiểu từ vùng, mặt phẳng, đường, điểm phát hiện hoặc điểm tiếp cận bộ phận che chắn khóa liên động tới vùng nguy hiểm đối với các nguy hiểm do máy gây ra (ví dụ, nghiền, ép, cắt, kéo vào).

Bảo vệ chống các rủi ro từ các mối nguy hiểm phát sinh do sự phụt ra các vật liệu cứng hoặc chất lỏng, sự phát xạ, bức xạ và điện không được quy định trong tiêu chuẩn này.

**CHÚ THÍCH 2:** Các dữ liệu nhân trắc từ phân vị 5 đến phân vị 95 trên 100 của những người từ 14 tuổi trở lên đã được sử dụng để xác định giá trị khoảng cách xâm nhập "C" trong các phương trình.

**CHÚ THÍCH 3:** Các dữ liệu trong tiêu chuẩn này dựa trên kinh nghiệm ứng dụng trong công nghiệp; người thiết kế phải có trách nhiệm tính đến kinh nghiệm này khi sử dụng tiêu chuẩn này cho các ứng dụng không dùng trong công nghiệp.

**CHÚ THÍCH 4:** Các dữ liệu dành riêng cho trẻ em chưa được sử dụng trong tiêu chuẩn này. Cho tới khi có dữ liệu riêng về tốc độ tiếp cận dùng cho trẻ em, người thiết kế phải có trách nhiệm tính toán các khoảng cách trong đó phải tính đến việc trẻ em có thể nhanh hơn và do đó chúng có thể được phát hiện chậm hơn.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho che chắn bảo vệ (ví dụ, các cơ cấu điều khiển bằng hai tay treo) có thể di động được mà không sử dụng các dụng cụ ở gần vùng nguy hiểm hơn so với khoảng cách tính toán nhỏ nhất.

Các khoảng cách tính toán được rút ra từ tiêu chuẩn này không áp dụng cho các che chắn bảo vệ được sử dụng để phát hiện sự hiện diện của con người trong một vùng đã được bảo vệ bởi một bộ phận che chắn hoặc thiết bị bảo vệ nhạy về điện.

## **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau rất 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, bổ sung (nếu có).

TCVN 7301-1:2008 (ISO 14121-1:2007), *An toàn máy – Đánh giá rủi ro - Phần 1: Nguyên tắc.*

TCVN 7383-1 (ISO 12100-1), *An toàn máy – Khái niệm cơ bản, nguyên tắc chung cho thiết kế – Phần 1: Thuật ngữ cơ bản, phương pháp luận.*

ISO 13857:2008, *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by the upper and lower limbs (An toàn máy – Khoảng cách an toàn để ngăn ngừa các chi trên và dưới của con người tới gần các vùng nguy hiểm).*

IEC 61496-1:2004, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests (An toàn máy - Thiết bị bảo vệ nhạy về điện- Phần 1: Yêu cầu chung và thử nghiệm).*

### 3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

#### 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 7383-1 (ISO 12100-1) và thuật ngữ, định nghĩa sau:

##### 3.1.1

##### **Sự khởi động (actuation)**

Sự bắt đầu về mặt vật lý hoạt động của che chắn bảo vệ khi nó phát hiện ra cơ thể hoặc của các bộ phận cơ thể.

##### 3.1.2

##### **Đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống (overall systems stopping performance)**

*T*

Khoảng thời gian từ khi khởi động chức năng cảm biến tới khi kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy.

CHÚ THÍCH: Được lấy theo IEC 61496-1:2004.

##### 3.1.3

##### **Khả năng phát hiện (detection capability)**

*d*

Giới hạn của thông số chức năng cảm biến, do nhà sản xuất quy định, làm cho khởi động các thiết bị bảo vệ.

[IEC/TS 62046:2008, 3.1.4].

##### 3.1.4

##### **Thiết bị bảo vệ nhạy về điện (electro-sensitive protective equipment)**

ESPE

Cụm các cơ cấu và/hoặc các bộ phận làm việc cùng nhau nhằm mục đích ngắt bảo vệ hoặc cảm biến sự hiện diện và gồm có ít nhất là:

- một cơ cấu cảm biến;
- các cơ cấu điều khiển/giám sát;
- các cơ cấu chuyển mạch tín hiệu đầu ra.

[IEC 61496-1:2004, định nghĩa 3.5].

CHÚ THÍCH: ESPE chỉ có liên quan đến các cơ cấu cảm biến không tiếp xúc.

**3.1.5**

**Tiếp cận gián tiếp (indirect approach)**

Tiếp cận trong đó đường dẫn ngắn nhất tới vùng nguy hiểm bị cản trở bởi một vật cản cơ khí.

CHÚ THÍCH: Chỉ có thể tiếp cận được vùng nguy hiểm bằng cách đi vòng qua vật cản.

**3.1.6**

**Né tránh vùng phát hiện (circumventing the detection zone)**

Đi tới vùng nguy hiểm mà không khởi động thiết bị bảo vệ bằng cách đi qua phía trên, phía dưới hoặc bên cạnh vùng phát hiện.

**3.1.7**

**Kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy (termination of the hazardous machine function)**

Trạng thái đạt được khi các thông số nguy hiểm được giảm đi tới mức không thể gây thương tích cho cơ thể hoặc tổn hại đến sức khỏe.

CHÚ THÍCH: Xem ví dụ trong Phụ lục B.

**3.1.8**

**Vùng phát hiện (detection zone)**

Vùng trong đó một chỉ tiết thử quy định được phát hiện bởi thiết bị bảo vệ.

CHÚ THÍCH 1: Vùng phát hiện cũng có thể là một điểm, đường hoặc mặt phẳng.

CHÚ THÍCH 2: Được lấy từ IEC 61496-1:2004, định nghĩa 3.4.

**3.1.9**

**Khoảng cách tối thiểu (minimum distance)**

S

Khoảng cách tính toán giữa che chắn bảo vệ và vùng nguy hiểm cần thiết để ngăn ngừa một cơ thể hoặc bộ phận của cơ thể vượt tới vùng nguy hiểm trước khi kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy.

CHÚ THÍCH: Có thể tính toán các khoảng cách tối thiểu khác nhau cho các điều kiện hoặc sự tiếp cận khác nhau nhưng khoảng cách tối thiểu lớn nhất trong các khoảng cách tối thiểu này được sử dụng để lựa chọn vị trí của che chắn bảo vệ.

**3.1.10**

**Khoảng cách xâm nhập (intrusion distance)**

C

Khoảng cách mà một bộ phận của cơ thể (thường là một bàn tay) có thể di chuyển qua che chắn bảo vệ về phía vùng nguy hiểm trước khi khởi động che chắn bảo vệ.

## 3.2 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

### 3.2.1 Ký hiệu

| Ký hiệu                 | Thuật ngữ                                                                                                                                                                                 | Đơn vị |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| $T$                     | Đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống                                                                                                                                                        | s      |
| $S$                     | Khoảng cách tối thiểu                                                                                                                                                                     | mm     |
| $C$                     | Khoảng cách xâm nhập                                                                                                                                                                      | mm     |
| $t_1$                   | Thời gian phản ứng của thiết bị bảo vệ                                                                                                                                                    | s      |
| $t_2$                   | Thời gian dừng của máy                                                                                                                                                                    | s      |
| $t_3$                   | Thời gian mở để mở bộ phận che chắn                                                                                                                                                       | s      |
| $K$                     | Thông số tốc độ tiếp cận                                                                                                                                                                  | mm/s   |
| $d$                     | Khả năng phát hiện của cảm biến                                                                                                                                                           | mm     |
| $H$                     | Chiều cao vùng phát hiện phía trên mặt phẳng chuẩn                                                                                                                                        | mm     |
| $h$                     | Chiều cao của bậc                                                                                                                                                                         | mm     |
| $X$                     | Khoảng cách giữa mặt nút của vùng phát hiện và vùng nguy hiểm                                                                                                                             | mm     |
| $S_{RO}$                | Khoảng cách tối thiểu khi vượt qua phía trên                                                                                                                                              | mm     |
| $S_{RT}$                | Khoảng cách tối thiểu khi vượt qua                                                                                                                                                        | mm     |
| $C_{RO}$                | Khoảng cách xâm nhập vào vùng nguy hiểm khi vượt qua phía trên                                                                                                                            | mm     |
| $C_{RT}$                | Khoảng cách xâm nhập vào vùng nguy hiểm khi vượt qua                                                                                                                                      | mm     |
| $a$                     | Chiều cao vùng nguy hiểm                                                                                                                                                                  | mm     |
| $b$                     | Chiều cao che chắn bảo vệ (ví dụ, ESPE, kết cấu bảo vệ)                                                                                                                                   | mm     |
| $S^*$                   | Khoảng cách được bao phủ thực tế                                                                                                                                                          | mm     |
| $l_1; l_2; l_3$         | Khoảng cách ngắn nhất vòng qua các vật cản                                                                                                                                                | mm     |
| $S_1$<br>$S_2$<br>$S_3$ | Khoảng cách của $l_1$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang<br>Khoảng cách của $l_2$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang<br>Khoảng cách của $l_3$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang | mm     |
| $e$                     | Kích thước khe hở                                                                                                                                                                         | mm     |
| $v$                     | Tốc độ của chuyển động mở bộ phận che chắn khóa liên động dẫn động bằng cơ khí                                                                                                            | mm/s   |

### 3.2.2 Thuật ngữ viết tắt

AOPD Cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử (Active opto-electronic protective device).

AOPDDR Cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử phản ứng với bức xạ khuếch tán (ví dụ bộ quét laser) (Active opto-electronic protective device responsive to diffuse reflection).

VBPD Thiết bị bảo vệ dựa trên cơ sở nhìn (Vision-based protective device).

ESPD Thiết bị bảo vệ nhạy về điện (Electro-sensitive protective equipment).

## **4 Phương pháp luận**

Hình 1 giới thiệu sơ đồ phương pháp luận xác định sự định vị đúng của các cơ cấu cảm biến hoặc khởi động các che chắn bảo vệ phù hợp với tiêu chuẩn này như sau:

- a) Nhận biết các mối nguy hiểm và đánh giá các rủi ro (như đã quy định trong TCVN 7383-1 (ISO 12100-1) và TCVN 7301-1 (ISO 14121-1);
- b) Nếu có một tiêu chuẩn loại C dùng cho máy thì lựa chọn một trong các kiểu bộ phận che chắn quy định từ tiêu chuẩn riêng của máy và sau đó sử dụng khoảng cách được quy định bởi tiêu chuẩn này;

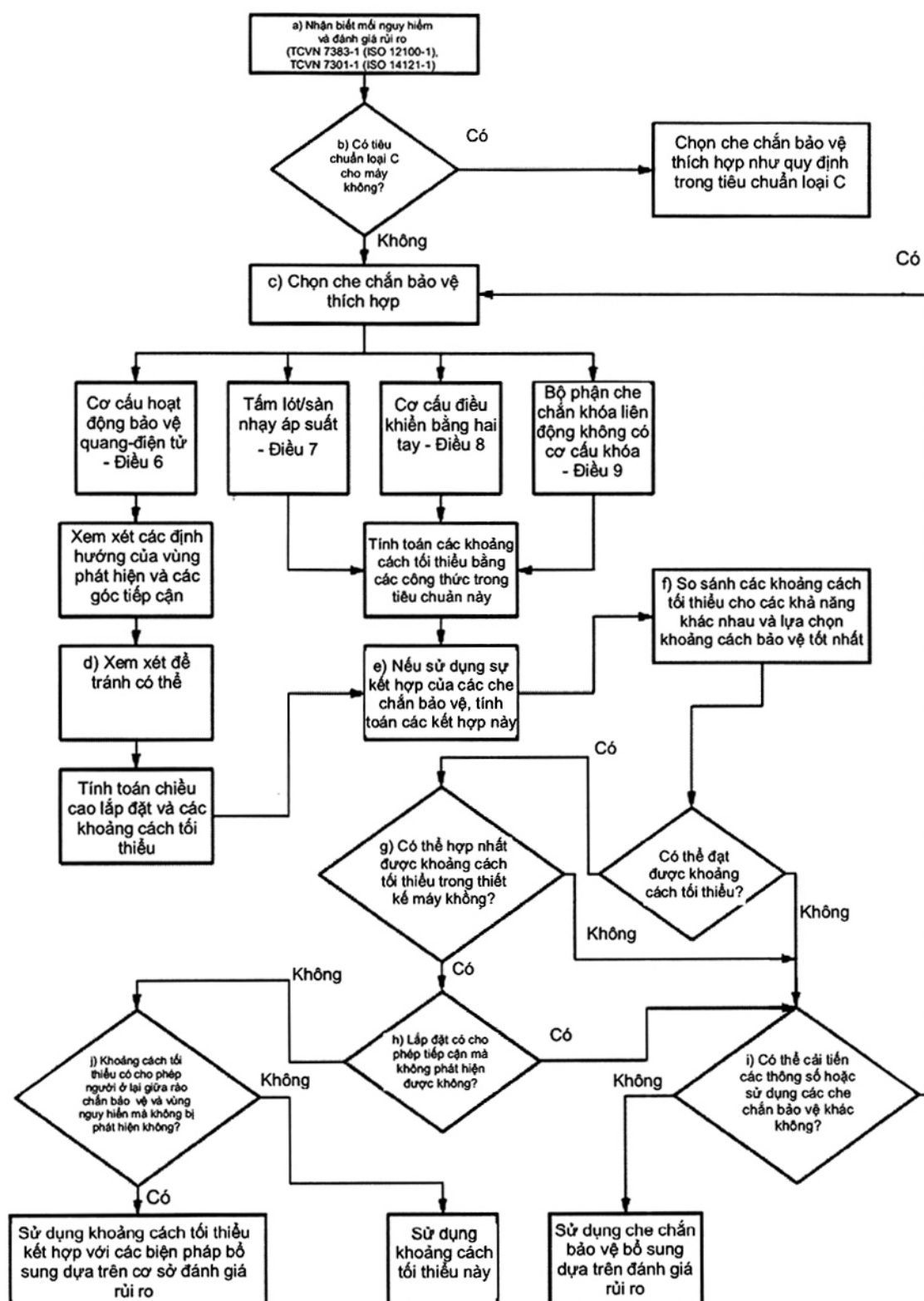
CHÚ THÍCH: Các tiêu chuẩn loại C quy định trực tiếp các khoảng cách tối thiểu hoặc tham chiếu tiêu chuẩn này;

- c) Nếu không có tiêu chuẩn loại C, sử dụng các công thức trong tiêu chuẩn này để tính toán khoảng cách tối thiểu cho che chắn bảo vệ được lựa chọn;

CHÚ THÍCH 2: Để lựa chọn kiểu bộ phận che chắn thích hợp, xem Điều 5 của TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003) và IEC/TS 62046;

- d) Nếu không thể né tránh (đi vòng qua) vùng phát hiện, phải thực hiện tính toán bổ sung bằng cách sử dụng công thức trong 6.5;
- e) Khi sử dụng sự kết hợp của các che chắn bảo vệ, phải thực hiện tính toán khoảng cách tối thiểu có tính đến mỗi che chắn bảo vệ và né tránh vùng phát hiện có thể;
- f) Tính toán các khoảng cách tối thiểu đối với mỗi khả năng vượt tới vùng nguy hiểm. Sau đó, lựa chọn sự bảo vệ tốt nhất của các khoảng cách tối thiểu;
- g) Nếu có thể, hợp nhất các khoảng cách trong thiết kế máy, mặt khác, xem bước i);
- h) Kiểm tra để bảo đảm rằng việc lắp đặt các che chắn bảo vệ không cho phép sự tiếp cận mà không phát hiện được. Nếu có thể xảy ra sự tiếp cận không được phát hiện thì thiết kế lại [bước i)], nếu không thì tới bước j);
- i) Có thể cải tiến các thông số hoặc sử dụng các che chắn bảo vệ khác được hay không? Nếu không thể thực hiện được thì phải sử dụng các che chắn bảo vệ bổ sung;
- j) Kiểm tra xem vị trí được xác định có cho phép người ở lại giữa che chắn bảo vệ và vùng nguy hiểm mà không bị phát hiện hay không. Trong trường hợp này sẽ cần phải có các biện pháp bổ sung tùy thuộc vào sự đánh giá rủi ro bổ sung.

CHÚ THÍCH 3: Ví dụ về một biện pháp bổ sung là bố trí một công tắc đặt lại bằng tay ở bên ngoài vùng nguy hiểm và không gian giữa che chắn bảo vệ và vùng nguy hiểm. Vị trí được lựa chọn này của công tắc cho phép một người nào đó khi vận hành công tắc có thể kiểm tra bảo đảm rằng không có người ở trong vùng nguy hiểm hoặc trong không gian giữa che chắn bảo vệ và vùng nguy hiểm. Đối với các yêu cầu của chức năng đặt lại bằng tay, xem 5.2.2 của TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006).



Hình 1 – Sơ đồ phương pháp luận

## 5 Công thức chung để tính toán đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống và khoảng cách tối thiểu

### 5.1 Đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống

Đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống gồm ít nhất là hai pha. Hai pha được kết nối với nhau bởi công thức:

$$T = t_1 + t_2 \quad (1)$$

trong đó:

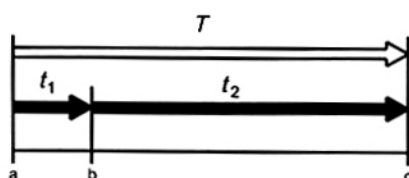
$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống;

$t_1$  là thời gian dài nhất từ lúc xảy ra sự khởi động của che chắn bảo vệ tới khi tín hiệu đầu ra đạt được trạng thái TẮT (OFF);

$t_2$  là thời gian dừng, là thời gian dài nhất được yêu cầu để kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy sau khi tín hiệu đầu ra từ che chắn bảo vệ đạt được trạng thái TẮT (OFF). Thời gian đáp ứng của hệ thống điều khiển của máy phải được bao gồm trong  $t_2$ .

$t_1$  và  $t_2$  chịu ảnh hưởng của các yếu tố khác nhau, ví dụ, nhiệt độ, thời gian chuyển mạch của các van, sự lão hoá của các bộ phận.

$t_1$  và  $t_2$  được minh hoạ trên Hình 2,  $t_1$  và  $t_2$  là các chức năng của che chắn bảo vệ và của máy và được xác định bởi thiết kế và được đánh giá bằng các phép đo. Việc đánh giá hai giá trị này phải bao gồm độ không ổn định của các phép đo, các tính toán và/hoặc kết cấu.



- <sup>a</sup> Thời điểm khởi động che chắn bảo vệ.
- <sup>b</sup> Thời điểm che chắn bảo vệ hoạt động (tín hiệu TẮT (OFF) được đưa ra).
- <sup>c</sup> Thời điểm kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy (điều kiện an toàn).

**Hình 2 - Mối quan hệ giữa  $t_1$  và  $t_2$**

Đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống,  $T$ , là một đặc trưng chủ yếu cho định vị thiết bị bảo vệ. Bất cứ sai lệch nào của thời gian dừng của máy,  $t_2$ , phải được tính đến trong quá trình đánh giá  $T$  (xem Phụ lục D). Khi thời gian dừng có thể suy giảm đi trong thời gian tuổi thọ của máy, nếu có các biện pháp về kỹ thuật hoặc tổ chức để bảo đảm đặc tính dừng đúng của toàn bộ hệ thống.

Các biện pháp này có thể là, ví dụ:

- các cơ cấu điều chỉnh đặc tính phanh;

– các kiểm tra, tính chất và tần suất của các kiểm tra này nên được quy định trong sách hướng dẫn cho người sử dụng.

CHÚ THÍCH: Có thể có các phương tiện bổ sung để tính đến, ví dụ:

- a) tính toàn vẹn của chức năng bảo vệ (an toàn trong trường hợp có lỗi) (xem TCVN 7384-1 (ISO 13849-1), TCVN 7384-2 (ISO 13849-2) và IEC 62061);
- b) giám sát đặc tính dừng (xem ví dụ IEC/TS 62046);
- c) các trường hợp khi đặc tính dừng không thích hợp ngăn cản việc áp dụng tiêu chuẩn này, ví dụ:
  - 1) không thể dừng máy trong một chu kỳ, hoặc
  - 2) không thể dự tính trước được đặc tính dừng.

Các phép đo đặc tính dừng của một hệ thống yêu cầu phải có sự xem xét cẩn thận để thu được độ chính xác và các giá trị có liên quan. Phụ lục D đưa ra hướng dẫn về các bước cần phải có để bảo đảm các kết quả thích hợp.

## 5.2 Khoảng cách tối thiểu

Khoảng cách tối thiểu đến vùng nguy hiểm phải được tính toán bằng cách sử dụng công thức chung (2)

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

trong đó:

$S$  là khoảng cách tối thiểu, tính bằng milimét (mm);

$K$  là một tham số, tính bằng milimét trên giây (mm/s), được rút ra từ dữ liệu về các tốc độ tiếp cận của cơ thể hoặc của các bộ phận cơ thể người);

$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống, tính bằng giây (s) (xem 3.1.2 và 5.1);

$C$  là khoảng cách xâm nhập, tính bằng milimét (mm).

Các Điều 6 đến Điều 9 chỉ ra cách sử dụng công thức này cho các kiểu thiết bị bảo vệ riêng và bố trí các thiết bị bảo vệ. Đối với các ví dụ về vận hành máy, xem Phụ lục A.

## 6 Tính toán khoảng cách tối thiểu đối với thiết bị bảo vệ nhạy về điện khi sử dụng các hệ thống hoạt động bảo vệ quang-điện tử

### 6.1 Quy định chung

6.1.1 Điều này quy định các yêu cầu đối với hai tình huống dựa trên hướng tiếp cận của cơ thể hoặc bộ phận của cơ thể người:

- a) trực giao (vuông góc hoặc trực giao) với vùng phát hiện (xem 6.2), hoặc
- b) song song với vùng phát hiện (xem 6.3).

## **TCVN 7386:2011**

Các yêu cầu cũng được đưa ra đối với bố trí thiết bị khi:

- sự tiếp cận theo góc (giữa trực giao và song song) cần được xem xét (xem 6.4);
- cần thiết phải xác định sự né tránh có thể có đối với thiết bị bảo vệ nhạy về điện (xem 6.5);
- đường dẫn từ vùng phát hiện đến vùng nguy hiểm bị hạn chế với các vật cản (tiếp cận gián tiếp) (xem 6.6).

**CHÚ THÍCH 1:** Các tình huống này cũng xuất hiện khi có sự kết hợp của các yêu cầu trên.

Khi khoảng cách tối thiểu có thể cho phép một người không bị phát hiện khi ở giữa vùng phát hiện và vùng nguy hiểm thì nên có thiết bị cảm biến sự hiện diện bổ sung hoặc các giải pháp khác để ngăn ngừa tình huống này.

**CHÚ THÍCH 2:** Tiêu chuẩn này không đưa ra các biện pháp chống lại sự tiếp cận vùng nguy hiểm bằng cách trèo qua.

**6.1.2** Các che chắn bảo vệ phải có hình dạng kết cấu và được định vị sao cho không thể tiếp cận vùng nguy hiểm mà không bị phát hiện.

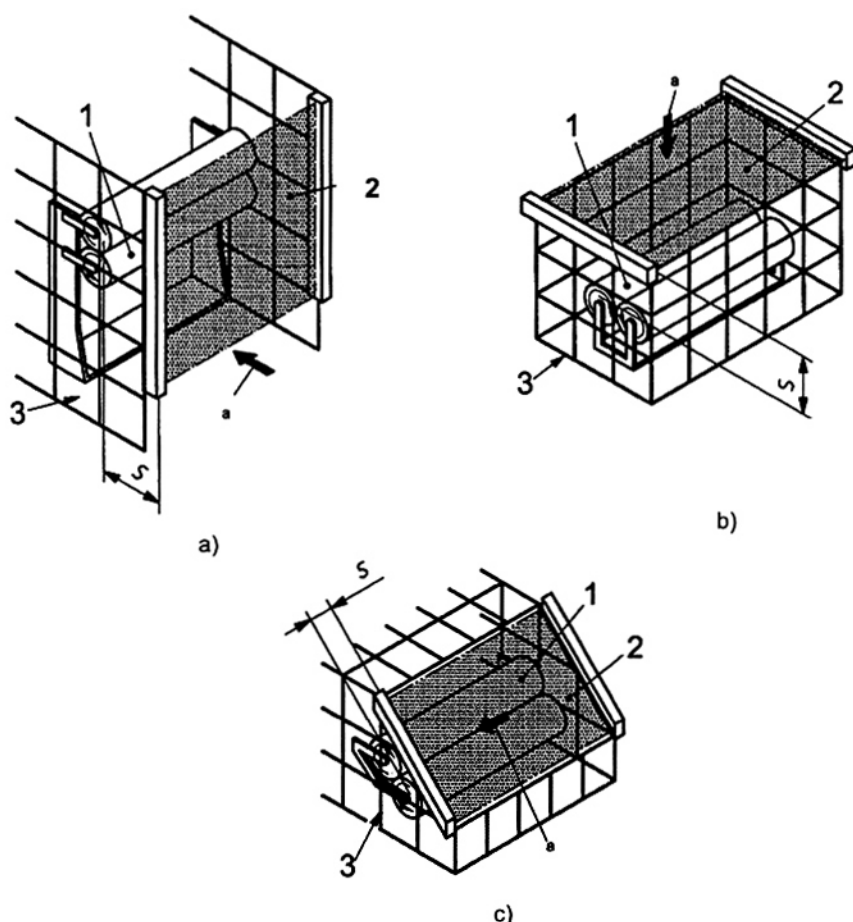
**6.1.3** Khi cần thiết, phải cung cấp các che chắn bảo vệ bổ sung để ngăn cản sự né tránh vùng phát hiện của che chắn bảo vệ (xem Hình 9).

**6.1.4** Đối với việc sử dụng các bộ quét laser (AOPDDR) hoặc các thiết bị bảo vệ dựa trên cơ sở nhìn (VBPD) có vùng phát hiện theo hai chiều thì việc tính toán khoảng cách tối thiểu phải tương tự như trong 6.2, 6.3 hoặc 6.4 tùy thuộc vào hướng tiếp cận.

## **6.2 Vùng phát hiện trực giao với hướng tiếp cận**

### **6.2.1 Quy định chung**

Hình 3 đưa ra ba ví dụ trong đó vùng phát hiện trực giao với hướng tiếp cận



## CHÚ DẪN:

- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 Vùng nguy hiểm           | S Khoảng cách tối thiểu |
| 2 Vùng phát hiện           | a Hướng tiếp cận        |
| 3 Bộ phận che chắn cố định |                         |

Hình 3 – Ba ví dụ trong đó vùng phát hiện trực giao với hướng tiếp cận

### 6.2.2 Vùng phát hiện thẳng đứng phát hiện sự tiếp cận của toàn bộ cơ thể

Khi che chắn bảo vệ chỉ được sử dụng để phát hiện sự tiếp cận của toàn bộ cơ thể:

- chiều cao của chùm tia thấp nhất phải  $\leq 300$  mm để ngăn ngừa sự tiếp cận ở bên dưới vùng phát hiện. Khi có dự định sử dụng thiết bị bảo vệ nhạy về điện cho các ứng dụng phi công nghiệp, ví dụ, có sự hiện diện của trẻ em, chiều cao của chùm tia thấp nhất phải  $< 200$  mm;
- chiều cao của chùm tia phía trên cùng phải  $\geq 900$  mm để ngăn cản sự bước qua vùng phát hiện. Yêu cầu này không áp dụng cho các chùm tia đơn hoặc các vùng phát hiện song song với hướng tiếp cận (xem 6.3).

**6.2.3 Thiết bị bảo vệ nhạy về điện sử dụng các cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử có khả năng phát hiện của cảm biến đường kính  $\leq 40$  mm.**

**6.2.3.1 Tính toán**

Khoảng cách tối thiểu,  $S$ , tính bằng milimét, từ vùng phát hiện tới vùng nguy hiểm không được nhỏ hơn khoảng cách được tính toán bằng công thức (2).

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

trong đó

$K = 2000$  mm/s;

$C = 8(d - 14)$ , nhưng không nhỏ hơn 0;

$d$  là khả năng phát hiện của cảm biến của thiết bị, tính bằng milimét (mm).

Do đó

$$S = (2000 \times T) + 8(d - 14) \quad (3)$$

Công thức (3) áp dụng cho tất cả các khoảng cách tối thiểu  $S \leq 500$  mm. Giá trị nhỏ nhất của  $S$  phải là 100 mm.

Khi các giá trị của  $S$  được tính toán bằng công thức (3) vượt quá 500 mm thì có thể sử dụng công thức (4). Trong trường hợp này, giá trị nhỏ nhất của  $S$  phải là 500 mm.

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

trong đó

$K = 1600$  mm/s;

$C = 8(d - 14)$ , nhưng không nhỏ hơn 0;

$d$  là khả năng phát hiện của cảm biến của thiết bị, tính bằng milimét (mm).

Do đó

$$S = (1600 \times T) + 8(d - 14) \quad (4)$$

Khi thấy trước rằng thiết bị bảo vệ nhạy về điện sử dụng các cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử sẽ được dùng trong các ứng dụng phi công nghiệp, ví dụ như có sự hiện diện của trẻ em thì khoảng cách tối thiểu,  $S$ , phải được tính toán bằng công thức (3) và được tăng lên ít nhất là 75 mm. Trong trường hợp này không áp dụng công thức (4).

**6.2.3.2 Sự bắt đầu lại chu kỳ hoạt động của máy khi sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử có chức năng điều khiển**

Khi sử dụng các cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử để bắt đầu lại chu kỳ của một máy thì

- Khả năng phát hiện của cảm biến của chúng phải  $\leq 30$  mm;
- Phải áp dụng công thức (3) (xem 6.2.3.1), và
- Khoảng cách tối thiểu,  $S$ , phải  $> 150$  mm.

Nếu khả năng phát hiện của cảm biến của chúng  $\leq 14$  mm;

- Phải áp dụng công thức (3), và
- Khoảng cách tối thiểu,  $S$ , phải  $> 100$  mm.

CHÚ THÍCH 1: Các điều kiện để sử dụng thiết bị bảo vệ nhạy về điện khi bắt đầu lại chu kỳ hoạt động của máy được cho trong TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003); 5.2.5.3 và IEC/TS 62046:2008, 5.6.

CHÚ THÍCH 2: Các yêu cầu bổ sung đối với thiết bị bảo vệ nhạy về điện được cho trong IEC 61496-1.

CHÚ THÍCH 3: Đối với thiết bị bảo vệ nhạy về điện có khả năng phát hiện của cảm biến đường kính  $> 30$  mm, có thể không phát hiện được cổ tay hoặc cánh tay dưới sau khi đã phát hiện được bàn tay. Có thể xảy ra sự bắt đầu lại của chu kỳ không được mong đợi.

#### 6.2.4 Thiết bị bảo vệ nhạy về điện có khả năng phát hiện của cảm biến trong phạm vi đường kính $> 40$ mm và $\leq 70$ mm

Thiết bị bảo vệ nhạy về điện có khả năng phát hiện của cảm biến trong phạm vi đường kính  $> 40$  mm và  $\leq 70$  mm không phát hiện được sự xâm nhập của các bàn tay và do đó chỉ được sử dụng khi sự đánh giá rủi ro chỉ ra rằng không cần thiết phải phát hiện sự xâm nhập của các bàn tay.

Thiết bị này phải được lắp đặt phù hợp với các thông số sau:

Khoảng cách tối thiểu từ vùng phát hiện tới vùng nguy hiểm phải được tính toán bằng công thức (5).

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

trong đó

$$K = 1600 \text{ mm/s};$$

$$C = 850 \text{ mm}$$

Do đó:

$$S = (1600 \times T) + 850 \quad (5)$$

CHÚ THÍCH: 850 mm được xem là tầm với tiêu chuẩn của cánh tay.

#### 6.2.5 Đa chùm tia tách biệt

Các bố trí 2, 3 hoặc 4 chùm tia tách biệt có thể được sử dụng để phát hiện sự xâm nhập của toàn bộ cơ thể vào vùng nguy hiểm nhưng không thích hợp cho phát hiện của bộ phận của cơ thể (ví dụ bàn tay hoặc các ngón tay).

Nếu đánh giá rủi ro chỉ ra rằng đa chùm tia tách biệt là thích hợp thì chúng phải được định vị ở khoảng cách tối thiểu từ vùng nguy hiểm phù hợp với công thức (5) (xem 6.2.3).

Trong quá trình đánh giá rủi ro, phải tính đến các phương pháp có thể được sử dụng để đi vòng qua thiết bị này. Việc đánh giá rủi ro phải xem xét đến các phương pháp dùng để né tránh sự bố trí chùm tia. Ví dụ như:

- Trườn qua bên dưới chùm tia thấp nhất;
- Vượt qua phía trên chùm tia trên cùng;

- Vươn qua giữa hai chùm tia;
- Sự tiếp cận của cơ thể bằng cách đi qua giữa hai chùm tia.

Để có thêm thông tin, xem Phụ lục E.

6.2.6 Chùm tia đơn

Các chùm tia này chỉ được xem xét khi chúng được sử dụng song song với mặt đất và chùm tia bị làm đứt đoạn bởi cơ thể của một người ở vị trí thẳng đứng. Một chùm tia đơn khi chỉ là phương tiện bảo vệ không thích hợp cho ngăn ngừa sự tiếp cận của toàn bộ cơ thể.

CHÚ THÍCH: Cơ cấu phát hiện chùm tia đơn thường được sử dụng kết hợp với các che chắn bảo vệ khác hoặc các kết cấu khác hạn chế độ mở sao cho không thể đi qua được thiết bị bảo vệ mà không bị phát hiện.

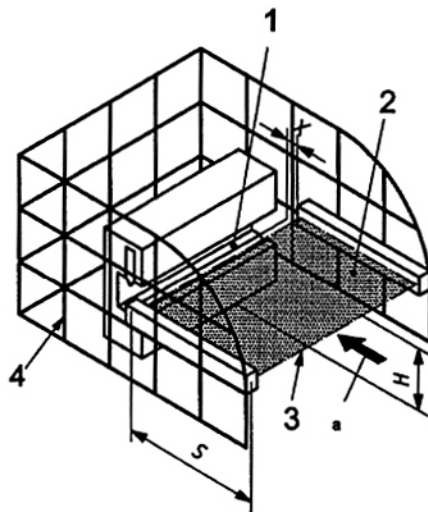
Khoảng cách tối thiểu, S, phải được tính toán theo công thức (6)

$$S = (1600 \times T) + 1200 \tag{6}$$

Trong công nghiệp, chiều cao 750 mm từ mặt đất hoặc mặt phẳng chuẩn (xem ISO 13857) được xem là giải pháp thực tế cho các vấn đề về sự tiếp cận vô ý bằng cách bước qua hoặc quỳ gối lườn qua bên dưới chùm tia.

6.3 Vùng phát hiện song song với hướng tiếp cận

Xem Hình 4.



CHÚ DẪN

- |   |                          |   |                                                           |
|---|--------------------------|---|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Vùng nguy hiểm           | H | Chiều cao của vùng phát hiện phía trên mặt phẳng chuẩn    |
| 2 | Vùng phát hiện           | S | Khoảng cách tối thiểu                                     |
| 3 | Cạnh của vùng phát hiện  | X | Khoảng cách giữa mặt mút vùng phát hiện và vùng nguy hiểm |
| 4 | Bộ phận che chắn cố định | a | Hướng tiếp cận                                            |

Hình 4 – Vùng phát hiện song song với hướng tiếp cận

Khi hướng tiếp cận song song với vùng phát hiện thì khoảng cách tối thiểu,  $S$ , phải được tính toán bằng công thức (7).

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

trong đó

$$K = 1600 \text{ mm/s}$$

$C = 1200 \text{ mm} - 0,4 H$ , nhưng không nhỏ hơn 850 mm, trong đó  $H$  là chiều cao vùng phát hiện phía trên mặt phẳng chuẩn, ví dụ như sàn, tính bằng milimét (mm)

Do đó

$$S = (1600 \times T) + (1200 - 0,4 H) \quad (7)$$

Đối với một che chắn bảo vệ trong đó hướng tiếp cận song song với vùng phát hiện thì chiều cao,  $H$ , của vùng phát hiện không được lớn hơn 1000 mm. Tuy nhiên, nếu  $H$  lớn hơn 300 mm (200 mm đối với các ứng dụng phi công nghiệp, ví dụ, có sự hiện diện của trẻ em) sẽ có rủi ro của sự tiếp cận vô ý không được phát hiện bên dưới vùng phát hiện. Trường hợp này phải được tính đến trong đánh giá rủi ro và phải có các biện pháp bảo vệ bổ sung nếu cần thiết.

Chiều cao thấp nhất cho phép của vùng phát hiện phải được tính toán bằng công thức (8)

$$H = 15 (d - 50) \quad (8)$$

Nếu  $d$  nhỏ hơn 50 mm,  $H$  không bao giờ được nhỏ hơn 0.

Như vậy đối với chiều cao đã cho của vùng phát hiện, khả năng phát hiện của cảm biến tương ứng,  $d$ , phải được tính toán bằng công thức (9)

$$d = \left( \frac{H}{15} \right) + 50 \quad (9)$$

Điều này có nghĩa là khi chiều cao của vùng phát hiện đã biết hoặc cố định thì có thể tính toán được khả năng phát hiện lớn nhất của cảm biến. Ví dụ, khi tính toán đoạn nằm ngang của thiết bị bảo vệ nhảy về điện hình chữ L hoặc nếu khả năng phát hiện của cảm biến đã biết hoặc cố định thì có thể tính toán chiều cao nhỏ nhất tới giá trị lớn nhất cho phép là 1000 mm.

Khi sử dụng thiết bị là cả hai cơ cấu cảm biến hành trình và cảm biến sự hiện diện, khoảng cách  $X$  (xem Hình 4) không được nhỏ hơn khả năng phát hiện,  $d$ .

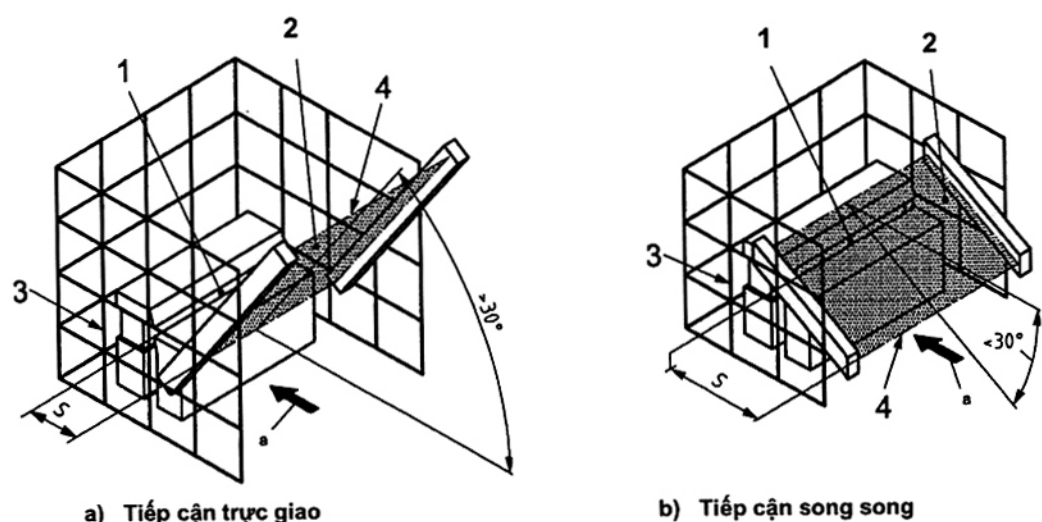
Phải áp dụng các phép đo sao cho không thể sử dụng các thiết bị bảo vệ để tiếp cận vùng nguy hiểm (ví dụ, bằng cách bước qua hoặc trèo qua trên thân thiết bị).

#### 6.4 Vùng phát hiện tạo thành góc với hướng tiếp cận

Nếu vùng phát hiện đã được lắp đặt sao cho tạo thành góc lớn hơn  $\pm 30^\circ$  so với hướng tiếp cận thì nó phải được xem như sự tiếp cận trực giao [xem 6.2 và các Hình 5 a) và Hình 6].

Nếu vùng phát hiện đã được lắp đặt sao cho tạo thành góc nhỏ hơn  $\pm 30^\circ$  so với hướng tiếp cận thì nó phải được xem như sự tiếp cận song song [xem 6.3 và các Hình 5 b) và Hình 6].

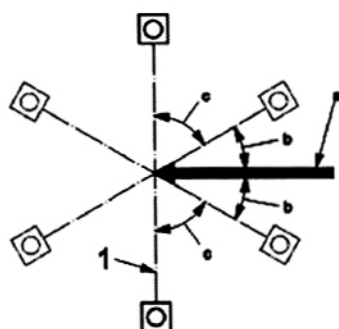
Nên sử dụng dung sai  $\pm 5^\circ$  cho các góc này.



CHÚ DẪN

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1 Vùng nguy hiểm           | 4 Cạnh (mép) của vùng phát hiện |
| 2 Vùng phát hiện           | S Khoảng cách tối thiểu         |
| 3 Bộ phận che chắn cố định | a Hướng tiếp cận                |

Hình 5 – Vùng phát hiện tạo thành góc với hướng tiếp cận

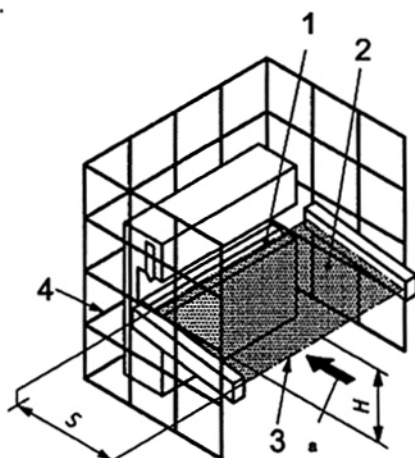


- 1 Các vị trí của ESPE ở các góc khác nhau so với hướng tiếp cận
- a Hướng tiếp cận;
- b Các góc của hướng tiếp cận song song; nhỏ hơn  $\pm 30^\circ$
- c Các góc của hướng tiếp cận trực giao.

Hình 6 – Các góc khác nhau so với hướng tiếp cận

Khi một hướng tiếp cận theo góc được xem là tiếp cận song song (xem Hình 6) thì phải áp dụng công thức (8) liên kết  $H$  và  $d$  (xem 6.3) cho cạnh của vùng phát hiện xa nhất so với vùng nguy hiểm (xem Hình 7).

CHÚ THÍCH: Trong một số ứng dụng, vùng phát hiện có thể mở rộng lớn hơn 1 000 mm phía trên mặt phẳng chuẩn. Đối với các tính toán bằng công thức (7), không xem xét đến các phần của vùng phát hiện lớn hơn 1 000 mm phía trên mặt phẳng chuẩn.



#### CHÚ DẪN

- |                                 |                                                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 Vùng nguy hiểm                | $H$ Chiều cao của vùng phát hiện (chùm tia thấp nhất) |
| 2 Vùng phát hiện                | $S$ Khoảng cách tối thiểu                             |
| 3 Cạnh (mép) của vùng phát hiện | $a$ Hướng tiếp cận                                    |
| 4 Bộ phận che chắn cố định      |                                                       |

**Hình 7 – Chiều cao của vùng phát hiện (chùm tia thấp nhất)**

## 6.5 Sự né tránh thiết bị bảo vệ nhạy về điện có thể phải quan tâm bằng cách vươn qua phía trên vùng phát hiện

### 6.5.1 Quy định chung

Phải tránh tiếp cận vùng nguy hiểm bằng cách né tránh thiết bị bảo vệ nhạy về điện

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này có thể đạt được bởi các bộ phận che chắn hoặc các phương tiện bảo vệ khác.

Nếu không thể loại trừ được sự tiếp cận vùng nguy hiểm bằng cách vươn qua phía trên vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ được lắp đặt thẳng đứng thì chiều cao và khoảng cách tối thiểu,  $S$ , của che chắn bảo vệ phải được xác định.  $S$  phải được xác định bằng cách so sánh các giá trị được tính toán trong 6.2 và 6.3 dựa trên sự tiếp cận của các tay, chân hoặc các bộ phận của cơ thể và các giá trị cho vươn qua phía trên được xác định trong 6.5.2, 6.5.3 và 6.5.4. Phải áp dụng giá trị lớn nhất được rút ra từ so sánh này.

6.5.2 Ngăn ngừa sự vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị bảo vệ nhạy về điện mà không có kết cấu bảo vệ bổ sung

Khoảng cách tối thiểu,  $S$ , tính bằng milimét, từ vùng phát hiện tới vùng nguy hiểm để ngăn ngừa sự né tránh bằng cách vượt qua phía trên ESPE không được nhỏ hơn giá trị được tính toán theo công thức (10).

Đối với  $C_{RO}$ , phải áp dụng các giá trị trong Bảng 1.  $C_{RO}$  được cho trong bảng này là khoảng cách bổ sung, tính bằng milimét, dựa trên khoảng cách mà một bộ phận của cơ thể (thường là bàn tay) có thể di chuyển về phía vùng nguy hiểm trước khi khởi động thiết bị bảo vệ nhạy về điện (ESPE). Bảng 1 chỉ dùng cho sự vượt qua phía trên vùng phát hiện của ESPE.

Hình 8 minh họa sự vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng mà không có kết cấu bảo vệ bổ sung nào.

Khi chiều cao của một ESPE là cố định. Có thể sử dụng Bảng 1 để rút ra khoảng cách tối thiểu,  $S$ . Khi khoảng cách tối thiểu là cố định, cũng có thể sử dụng Bảng 1 để rút ra chiều cao yêu cầu của ESPE.

$$S = (K \times T) + C_{RO} \tag{10}$$

Trong đó:

$$K = 2000 \text{ mm/s}$$

Do đó

$$S = (2000 \times T) + C_{RO} \tag{11}$$

Công thức này áp dụng cho tất cả các khoảng cách tối thiểu  $\leq 500$  mm. Giá trị nhỏ nhất của  $S$  không được nhỏ hơn 100 mm. Đầu tiên tính toán đối với  $S$  bằng công thức (11). Khi các giá trị của  $S$  vượt quá 500 mm thì có thể áp dụng công thức (12). Giá trị của  $S$  không được nhỏ hơn 500 mm.

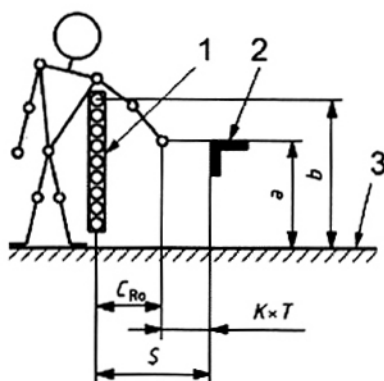
$$S = (K \times T) + C_{RO} \tag{10}$$

trong đó

$$K = 1600 \text{ mm/s}$$

Do đó

$$S = (1600 \times T) + C_{RO} \tag{12}$$



## CHÚ DẪN

1 Thiết bị bảo vệ nhạy về điện (ESPE).

2 Vùng nguy hiểm.

3 Mặt phẳng chuẩn.

<sup>a</sup> Chiều cao của vùng nguy hiểm.

<sup>b</sup> Chiều cao cạnh phía trên của vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện.

$C_{Ro}$  Khoảng cách bổ sung mà bộ phận của cơ thể có di chuyển về phía vùng nguy hiểm trước khi khởi động che chắn bảo vệ (xem các giá trị trong Bảng 1).

$S$  Khoảng cách tối thiểu cho vượt qua phía trên.

**Hình 8 – Vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị bảo vệ nhạy về điện**

**Bảng 1 – Vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị bảo vệ nhạy về điện**

Kích thước tính bằng milimét

| Chiều cao của vùng nguy hiểm<br>$a$ | Chiều cao cạnh phía trên của vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện,<br>$b$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | 900                                                                                  | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 |
|                                     | Khoảng cách bổ sung tới vùng nguy hiểm<br>$C_{RO}$                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2600 <sup>a</sup>                   | 0                                                                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2500                                | 400                                                                                  | 400  | 350  | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  | 250  | 150  | 100  | 0    |
| 2400                                | 550                                                                                  | 550  | 550  | 500  | 450  | 450  | 400  | 400  | 300  | 250  | 100  | 0    |
| 2200                                | 800                                                                                  | 750  | 750  | 700  | 650  | 650  | 600  | 550  | 400  | 250  | 0    | 0    |
| 2000                                | 950                                                                                  | 950  | 850  | 850  | 800  | 750  | 700  | 550  | 400  | 0    | 0    | 0    |
| 1800                                | 1100                                                                                 | 1100 | 950  | 950  | 850  | 800  | 750  | 450  | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 1600                                | 1150                                                                                 | 1150 | 1100 | 1000 | 900  | 850  | 750  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 1400                                | 1200                                                                                 | 1200 | 1100 | 1000 | 900  | 850  | 650  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 1200                                | 1200                                                                                 | 1200 | 1100 | 1000 | 850  | 800  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 1000                                | 1200                                                                                 | 1150 | 1050 | 950  | 750  | 700  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 800                                 | 1150                                                                                 | 1050 | 950  | 800  | 500  | 450  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 600                                 | 1050                                                                                 | 950  | 750  | 550  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 400                                 | 900                                                                                  | 750  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 200                                 | 600                                                                                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0                                   | 0                                                                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

Khi cho một giá trị 0, nên tính toán khoảng cách tối thiểu  $S$  phù hợp với 6.2 đến 6.4.

**CHÚ THÍCH 1:** Thiết bị bảo vệ nhạy về điện có chiều cao của

- Cạnh phía trên của vùng phát hiện nhỏ hơn 900 mm không được bao gồm vì chúng không đủ bảo vệ chống sự né tránh hoặc bước qua phía trên;
- Cạnh phía dưới của vùng phát hiện lớn hơn 300 mm so với mặt phẳng chuẩn không đủ để bảo vệ chống sự trườn qua bên dưới.

**CHÚ THÍCH 2:** Các dữ liệu dùng cho Bảng này đã được nghiên cứu trong tài liệu của German B.G, xem Thư mục tài liệu tham khảo [22].

**CHÚ THÍCH 3:** Phần lớn các giá trị cho trong Bảng 1 thấp hơn so với các giá trị của ISO 13857:2000, các Bảng 1 và Bảng 2 bởi vì các bộ phận của cơ thể không thể tự đỡ được trên các che chắn bảo vệ trong trường hợp vượt qua phía trên.

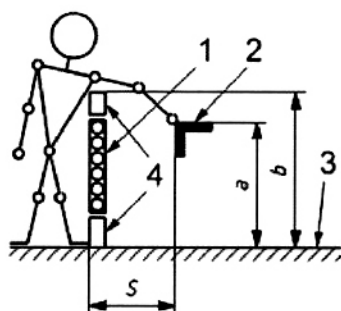
<sup>a</sup> Không thể tiếp cận vùng nguy hiểm bằng cách vượt qua phía trên.

Khi xác định các giá trị của Bảng 1, không được nội suy. Nếu biết các giá trị  $a$ ,  $b$  hoặc  $C_{RO}$  ở giữa hai giá trị của Bảng 1 thì phải sử dụng khoảng cách tối thiểu lớn hơn.

Đối với các ví dụ, xem Phụ lục A.

### 6.5.3 Ngăn ngừa sự vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị bảo vệ nhạy về điện kết hợp với kết cấu bảo vệ như bộ phận che chắn cố định

Nếu vùng nguy hiểm có thể tiếp cận được bằng cách vượt qua ở phía trên kết cấu bảo vệ (xem Hình 9) thì khoảng cách tối thiểu,  $S$ , không được nhỏ hơn khoảng cách an toàn nằm ngang tới vùng nguy hiểm,  $c$ , được xác định từ ISO 13857:2008, 4.2.2, Bảng 1 (rủi ro thấp) hoặc Bảng 2 (rủi ro cao)



#### CHÚ DẪN

1 Thiết bị bảo vệ nhạy về điện (ESPE)

2 Vùng nguy hiểm

3 Mặt phẳng chuẩn

4 Kết cấu bảo vệ (ví dụ, bộ phận che chắn cố định)

<sup>a</sup> Chiều cao vùng nguy hiểm

<sup>b</sup> Chiều cao cạnh phía trên của kết cấu bảo vệ

$S$  Khoảng cách tối thiểu để vượt qua phía trên [ $S$  bằng giá trị  $c$  từ ISO 13857:2008, 4.2.2, Bảng 1 (rủi ro thấp) hoặc Bảng 2 (rủi ro cao)]

**Hình 9 – Ví dụ về vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị bảo vệ nhạy về điện kết hợp với kết cấu bảo vệ**

### 6.5.4 Vượt qua phía trên vùng phát hiện bố trí theo góc

Khi sự tiếp cận được xem là trực giao [xem Hình 5 a) và Hình 6] và vùng nguy hiểm có thể tiếp cận được bằng cách vượt qua phía trên thiết bị bảo vệ nhạy về điện thì khoảng cách tối thiểu  $S$  phải lớn hơn:

- khoảng cách được tính toán bằng công thức thích hợp từ 6.2.3.1 hoặc 6.2.4, hoặc
- khoảng cách được tính toán bằng công thức thích hợp từ 6.2.3.1 hoặc 6.2.4, khi thay thế  $C$  bằng khoảng cách bổ sung để vượt qua phía trên,  $C_{RO}$ , được cho trong Bảng 1.

Phải áp dụng khoảng cách tối thiểu từ chùm tia gần vùng nguy hiểm nhất.

## 6.6 Tiếp cận gián tiếp – Đường dẫn từ vùng phát hiện tới vùng nguy hiểm bị hạn chế bởi các vật cản

### 6.6.1 Quy định chung

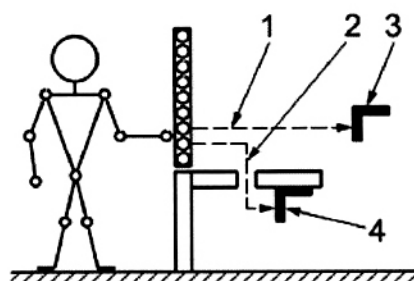
Trong ứng dụng có sử dụng một ESPE, khi có mặt hai hoặc nhiều vùng nguy hiểm thì phải tính toán.

Khoảng cách tối thiểu cho mỗi vùng nguy hiểm khi tiếp cận vùng nguy hiểm bởi các chi trên bị cản trở bởi các vật cản cố định, khoảng cách tối thiểu có thể là đường ngắn nhất vòng qua các vật cản này (xem Hình 10 đối với tiếp cận gián tiếp). Trong trường hợp này, tốc độ tiếp cận khác với tốc độ tiếp cận trực tiếp và do đó, có thể giảm tới 1600 mm/s.

Đối với S, phải áp dụng giá trị lớn hơn từ so sánh tất cả các khoảng cách tối thiểu.

Các vật cản có thể là do kết cấu vận hành của máy nhưng không được áp dụng các vật cản này cho mục đích duy nhất là giảm tốc độ tiếp cận của các chi trên.

CHÚ THÍCH: Các vật cản là các bộ phận của máy như thân, vỏ, bộ phận cản, thiết bị phụ trợ ngăn cản lối đi trực tiếp tới vùng nguy hiểm.



#### CHÚ DẪN

- 1 Tiếp cận trực tiếp
- 2 Tiếp cận gián tiếp
- 3 Vùng nguy hiểm 1
- 4 Vùng nguy hiểm 2

Hình 10 – Ví dụ về tiếp cận gián tiếp

### 6.6.2 Tính toán các khoảng cách tối thiểu cho tiếp cận gián tiếp

Đối với tiếp cận gián tiếp, khoảng cách thực tế bao phủ từ thiết bị bảo vệ nhảy về điện đến vùng nguy hiểm, được tính toán theo công thức (13)

$$S^* = (K \times T) + C = l_1 + l_2 + l_3 \quad (13)$$

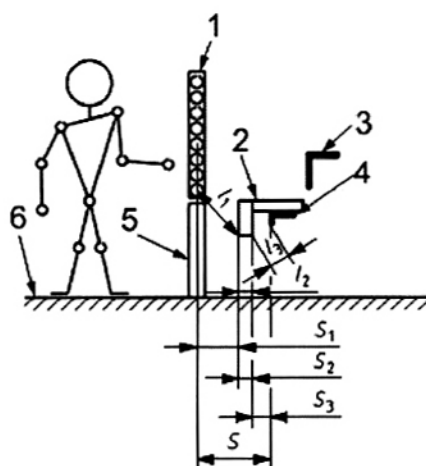
trong đó

$S^*$  là khoảng cách thực tế bao phủ

Trong tính toán này, phải áp dụng thông số đối với tốc độ tiếp cận có giá trị 1600 mm/s.  $l_1 + l_2 + l_3$  phải được đo dọc theo đường ngắn nhất vòng qua bên dưới hoặc bên trên vật cản từ điểm bất kỳ của vùng

phát hiện (xem 6.2 đến 6.5). Đối với tiếp cận gián tiếp, khoảng cách tối thiểu,  $S$ , được xem khoảng cách được chiếu trên phương nằm ngang của khoảng cách thực tế bao phủ,  $S^*$  (xem Hình 11).

Ví dụ về tính toán khoảng cách tối thiểu,  $S$ , được giới thiệu trong C.1.



#### CHÚ DẪN

1 Thiết bị bảo vệ nhạy về điện

2 Vật cản

3 Vùng nguy hiểm 2

4 Vùng nguy hiểm 1

5 Kết cấu bảo vệ

6 Mặt phẳng chuẩn

$l_1 + l_2 + l_3$  Khoảng cách ngắn nhất vòng qua vật cản hướng tới vùng nguy hiểm

$S$  Khoảng cách tối thiểu trong mặt phẳng nằm ngang từ vùng nguy hiểm tới cạnh ngoài cùng của vùng phát hiện

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$S_1$  Khoảng cách của  $l_1$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang

$S_2$  Khoảng cách của  $l_2$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang

$S_3$  Khoảng cách của  $l_3$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang

$$S^* = l_1 + l_2 + l_3$$

**Hình 11 – Minh họa tính toán khoảng cách thực tế bao phủ**

Khoảng cách tối thiểu để định vị vùng phát hiện khi có thể tính toán tiếp cận gián tiếp bằng phương pháp được mô tả ở trên.

**CHÚ THÍCH:** Có thể chấp nhận sử dụng tốc độ tiếp cận thấp hơn cho một số vận hành không thường xuyên trong đó chỉ có thể có sự tiếp cận gián tiếp. Ví dụ như, bằng nghiên cứu đã chỉ ra rằng đối với hai vật cản có khoảng cách 1 m hoặc nhỏ hơn và chiều cao nhỏ nhất 500 mm, có thể áp dụng hệ số giảm 0,8 (xem Thư mục tài liệu tham khảo [22]).

## 7 Phương pháp tính toán định vị các tấm lót hoặc sàn nhạy áp suất

### 7.1 Quy định chung

Việc lựa chọn và sử dụng các tấm lót/sàn nhạy áp suất phụ thuộc vào tiêu chuẩn loại C thích hợp hoặc đánh giá rủi ro phù hợp với TCVN 7301-1 (ISO 14121-1) nếu không có tiêu chuẩn loại C.

**TCVN 7386:2011**

Chiều rộng tối thiểu của các tấm lót/sàn nhay áp suất ít nhất phải là 700 mm để ngăn ngừa sự bước qua dễ dàng mà không kích hoạt thiết bị bảo vệ.

CHÚ THÍCH: Có thể chỉ ra rằng phân vị 95 trên 100 của hai bước (nghĩa là bắt đầu và kết thúc với cùng một chân) được đo từ chỗ tiếp xúc của gót chân ở vận tốc đi bộ xấp xỉ là 1900 mm. Bằng cách chia cho 2 và trừ đi phân vị 5 trên 100 của chiều dài giày sẽ thu được chiều dài của bước là 700 mm. Nếu chấp nhận có dung sai, ví dụ như dung sai giữa vùng phát hiện và chiều dài bước, chẳng hạn được lấy là 50 mm thì chiều rộng tối thiểu đối với vùng phát hiện là 750 mm.

Các khoảng cách tối thiểu thu được từ điều này đối với các tấm lót/sàn nhay áp suất thừa nhận tốc độ tiếp cận vùng nguy hiểm sẽ là vận tốc đi bộ (1600 mm/s).

Khoảng cách tối thiểu  $S$ , tính bằng milimét, từ vùng nguy hiểm tới cạnh ngoài cùng của vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ phải được tính toán bằng công thức (14):

$$S = (1600 \times T) + 1200 \tag{14}$$

**7.2 Lắp đặt bậc**

Nếu thiết bị bảo vệ được lắp đặt trên bậc hoặc bề được nâng cao thì khoảng cách tối thiểu có thể được giảm đi  $0,4 h$ , trong đó  $h$  là chiều cao của bậc tính bằng milimét (mm). Khoảng cách tối thiểu,  $S$ , từ vùng phát hiện tới vùng nguy hiểm có thể được tính toán bằng công thức (15):

$$S = (1600 \times T) + (1200 - 0,4 h) \tag{15}$$

**8 Cơ cấu điều khiển bằng hai tay**

Khoảng cách tối thiểu,  $S$ , từ cơ cấu dẫn động gần nhất tới vùng nguy hiểm phải được tính toán bằng công thức (16):

$$S = (K \times T) + C \tag{2}$$

trong đó

$$K = 1600 \text{ mm/s}$$

$$C = 250 \text{ mm}$$

Do đó

$$S = (1600 \times T) + 250 \tag{16}$$

Nếu rủi ro của sự xâm phạm của bàn tay hoặc bộ phận của bàn tay hướng về phía vùng nguy hiểm được loại trừ trong khi cơ cấu dẫn động đang vận hành, ví dụ như bằng bộ phận bảo vệ thích hợp, thì  $C$  có thể bằng 0 với khoảng cách tối thiểu cho phép đối với  $S$  là 100 mm.

CHÚ THÍCH: TCVN 7385 (ISO 13851) đưa ra khuyến cáo về bộ phận bảo vệ để ngăn ngừa sự phá hoại hoạt động theo dự định của cơ cấu điều khiển. Các biện pháp được mô tả là không đầy đủ trong tất cả các ứng dụng để ngăn ngừa sự xâm phạm của các bàn tay hoặc bộ phận của các bàn tay hướng về phía vùng nguy hiểm.

## 9 Bộ phận che chắn khóa liên động không có cơ cấu khóa

Để bảo đảm rằng không thể vượt tới vùng nguy hiểm khi mở bộ phận che chắn khóa liên động không có cơ cấu khóa trước khi chuyển động nguy hiểm của máy dừng lại, phải xác định khoảng cách tối thiểu,  $S$ .

Khoảng cách tối thiểu từ cạnh gần nhất của cửa bộ phận che chắn khóa liên động không có cơ cấu khóa tới vùng nguy hiểm phải được tính toán bằng công thức (2)

$$S = (K \times T) + C \quad (2)$$

trong đó:

$$K = 1600 \text{ mm/s}$$

$C$  là khoảng cách an toàn được lấy từ Bảng 4 hoặc Bảng 5 của ISO 13857:2008. Nếu có thể đẩy các ngón tay hoặc bàn tay qua cửa về phía vùng nguy hiểm trước khi tín hiệu dừng được phát ra.

Trong một số trường hợp,  $T$  có thể giảm đi bởi thời gian mở bộ phận che chắn,  $t_3$ , thời gian này được yêu cầu để mở bộ phận che chắn tới kích thước khe hở cho phép tiếp cận các bộ phận có liên quan của cơ thể. Các kích thước khe hở,  $e$ , được cho trong các Bảng 4 và Bảng 5 của ISO 13857:2008 phải được xem xét. Phải bắt đầu tính toán với bộ phận nhỏ nhất của cơ thể có thể vượt tới vùng nguy hiểm.

Nếu thời gian mở,  $t_3$ , phụ thuộc vào bộ phận che chắn khóa liên động thì phải sử dụng và xác định thời gian này bằng tính toán hoặc thử nghiệm.

Đối với các bộ phận che chắn khóa liên động dẫn động bằng cơ khí, bao gồm cả các cửa khóa liên động có con lăn, có thể tính toán,  $t_3$  theo công thức (17):

$$t_3 = \frac{e}{v} \quad (17)$$

trong đó

$e$  là kích thước độ mở, tính bằng milimét (mm);

$v$  là tốc độ của chuyển động mở của bộ phận che chắn liên động dẫn động bằng cơ khí, tính bằng milimét trên giây (mm/s).

**CHÚ THÍCH:** Một khoảng cách tối thiểu quá lớn có thể được giảm đi bằng cách áp dụng bộ phận che chắn khóa liên động có cơ cấu khóa (xem TCVN 9058:2011 (ISO 14119)).

**Phụ lục A**

(tham khảo)

**Các ví dụ về vận hành máy****A.1 Quy định chung**

Phụ lục này đưa ra các ví dụ để chỉ ra cách sử dụng tiêu chuẩn này.

Giả thử rằng trong các ví dụ này tiêu chuẩn loại C thích hợp hoặc đánh giá rủi ro đối với máy có liên quan cho phép sử dụng che chắn bảo vệ cho các ví dụ này.

Tính toán khoảng cách tối thiểu,  $S$ , gồm có ba bước

- Bước thứ nhất: khoảng cách tối thiểu để vượt qua vùng phát hiện,  $S_{RT}$ ;
- Bước thứ hai: khoảng cách tối thiểu để vượt qua phía trên vùng phát hiện,  $S_{RO}$ ;
- Bước thứ ba: so sánh  $S_{RT}$  và  $S_{RO}$  để xác định  $S$ .

CHÚ THÍCH: Trong một số ứng dụng có thể cần thiết phải đưa ra sự né tránh khác có thể có hơn là vượt qua phía trên che chắn bảo vệ.

**A.2 Ví dụ 1**

Một máy có thời gian dừng là 60 ms ( $t_2$ ). Máy được trang bị thiết bị bảo vệ nhạy về điện có sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử thẳng đứng với khả năng phát hiện của cảm biến là 14 mm và thời gian đáp ứng là 30 ms ( $t_1$ ). Trong ví dụ này, giả thử rằng không thể vượt qua phía trên ESPE. Do đó không cần thiết phải sử dụng các bước thứ hai và thứ ba.

Sử dụng công thức (3):

$$S = (2000 \times T) + 8(d - 14)$$

trong đó

$S$  là khoảng cách tối thiểu từ vùng nguy hiểm tới vùng phát hiện, tính bằng milimét (mm);

$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống  $(60 + 30) \text{ ms} = 90 \text{ ms} = 0,09 \text{ s}$ ;

$d = 14 \text{ mm}$ .

Do đó

$$S = (2000 \times 0,09) + 8(14 - 14)$$

$$S = 180 \text{ mm}$$

**A.3 Ví dụ 2**

Sử dụng cùng một máy như trong ví dụ 1, nhưng với khả năng phát hiện của cảm biến là 30 mm.

Sử dụng công thức (3):

$$S = (2000 \times T) + 8(d - 14)$$

trong đó

$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống  $(60 + 30) \text{ ms} = 90 \text{ ms} = 0,09 \text{ s}$ ;

$d = 30 \text{ mm}$

do đó

$$S = (2000 \times 0,09) + 8 (30 - 14)$$

$$S = 180 + 128$$

$$S = 308 \text{ mm}$$

#### A.4 Ví dụ 3

Tính toán khoảng cách tối thiểu,  $S$ , đối với vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện được lắp đặt thẳng đứng và xác định chiều cao,  $b$ , của cạnh phía trên của vùng phát hiện.

Một máy có thời gian dừng  $250 \text{ ms}$  ( $t_2$ ), bao gồm cả thời gian đáp ứng của hệ thống điều khiển. Máy được trang bị thiết bị bảo vệ nhạy về điện sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử thẳng đứng (AOPD) có khả năng phát hiện của cảm biến là  $30 \text{ mm}$  ( $d$ ) và thời gian đáp ứng  $30 \text{ ms}$  ( $t_1$ ). Chiều cao của vùng nguy hiểm cao hơn mặt phẳng chuẩn là  $800 \text{ mm}$  ( $a$ ). cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử hoạt động từ chiều cao  $200 \text{ mm}$ .

a) Bước thứ nhất:

Tính toán khoảng cách tối thiểu để vượt qua thiết bị bảo vệ nhạy về điện,  $S_{RT}$ .

Sử dụng công thức (3):

$$S_{RT} = (K \times T) + C_{RT} = (2000 \times T) + 8 (d - 14)$$

trong đó:

$S_{RT}$  là khoảng cách tối thiểu từ vùng nguy hiểm tới vùng phát hiện, tính bằng milimét (mm) theo 6.2.3.1;

$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống  $(250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s}$ ;

$d = 30 \text{ mm}$ .

Do đó:

$$S_{RT} = (2000 \times 0,28) + 8 (30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

Vì  $S_{RT} > 500 \text{ mm}$ , có thể áp dụng công thức (4):

$$S_{RT} = (1600 \times T) + 8 (d - 14)$$

Do đó:

$$S_{RT} = (1600 \times 0,28) + 8 (30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

b) Bước thứ hai

1) Xác định:

– khoảng cách bổ sung tới vùng nguy hiểm,  $C_{RO}$ ;

# TCVN 7386:2011

– chiều cao nhỏ nhất của thiết bị bảo vệ nhạy về điện để phát hiện sự vượt qua phía trên  $b$ .

Sử dụng công thức (2):

$$S = (K \times T) + C$$

đặt  $S_{RO} = S_{RT}$ , như vậy

$$C_{RO} = C_{RT} = 128 \text{ mm}$$

Trong Bảng A.1, hàng " $a = 800 \text{ mm}$ " (xem ①, giá trị nhỏ hơn tiếp sau của  $C_{RO} = 0_{\text{mm}}$  (xem ②)).

2) Xác định chiều cao của cạnh phía trên vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện,  $b$ , bằng Bảng A.1.

Giá trị tương ứng là  $b = 1600 \text{ mm}$  (xem ③).

**Bảng A.1 – Vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị nhạy về điện**

Kích thước tính bằng milimét

| Chiều cao vùng nguy hiểm<br>$a$ | Chiều cao cạnh phía trên của vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện,<br>$b$ |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                 | 900                                                                                  | 1 000 | 1 100 | 1 200 | 1 300 | 1 400 | 1 600③ | 1 800 | 2 000 | 2 200 | 2 400 | 2 600 |
|                                 | Khoảng cách bổ sung cho vùng nguy hiểm,<br>$C_{RO}$                                  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |
| 2 600 <sup>a</sup>              | 0                                                                                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2 500                           | 400                                                                                  | 400   | 350   | 300   | 300   | 300   | 300    | 300   | 250   | 150   | 100   | 0     |
| 2 400                           | 550                                                                                  | 550   | 550   | 500   | 450   | 450   | 400    | 400   | 300   | 250   | 100   | 0     |
| 2 200                           | 800                                                                                  | 750   | 750   | 700   | 650   | 650   | 600    | 550   | 400   | 250   | 0     | 0     |
| 2 000                           | 950                                                                                  | 950   | 850   | 850   | 800   | 750   | 700    | 550   | 400   | 0     | 0     | 0     |
| 1 800                           | 1 100                                                                                | 1 100 | 950   | 950   | 850   | 800   | 750    | 550   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 600                           | 1 150                                                                                | 1 150 | 1 100 | 1 000 | 900   | 850   | 750    | 450   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 400                           | 1 200                                                                                | 1 200 | 1 100 | 1 000 | 900   | 850   | 650    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 200                           | 1 200                                                                                | 1 200 | 1 100 | 1 000 | 850   | 800   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 000                           | 1 200                                                                                | 1 150 | 1 050 | 950   | 750   | 700   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 800①                            | 1 150                                                                                | 1 050 | 950   | 800   | 500   | 450   | 0②     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 600                             | 1 050                                                                                | 950   | 750   | 550   | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 400                             | 900                                                                                  | 700   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 200                             | 600                                                                                  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 0                               | 0                                                                                    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

CHÚ THÍCH: Để có thêm thông tin, xem các chú thích của Bảng 1.

<sup>a</sup> Có thể tiếp cận vùng nguy hiểm bằng cách vượt qua phía trên

c) Bước thứ ba:

Vì  $C_{RO} = 0$ , do đó  $S_{RO}$  nhỏ hơn  $S_{RT}$ , sử dụng  $S_{RT}$

$$S = S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

## A.5 Ví dụ 4

Tính khoảng cách tối thiểu,  $S$ , cho vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện thẳng đứng có chiều cao,  $b$ , của cạnh phía trên vùng phát hiện là 1300 mm.

Một máy có thời gian dừng là 250 ms ( $t_2$ ), bao gồm cả thời gian đáp ứng của hệ thống điều khiển. Máy được trang bị thiết bị bảo vệ nhạy về điện sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử thẳng đứng (AOPD) có khả năng phát hiện của cảm biến là 30 mm ( $d$ ) và thời gian đáp ứng là 30 ms ( $t_1$ ). Chiều cao của vùng nguy hiểm cao hơn mặt phẳng chuẩn là 650 mm ( $a$ ). Cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử hoạt động từ chiều cao 200 mm và chiều cao cạnh phía trên của vùng phát hiện của nó là ( $b$ ) bằng 1340 mm.

### a) Bước thứ nhất

Xác định khoảng cách tối thiểu,  $S_{RT}$ , của thiết bị bảo vệ nhạy về điện để phòng sự vươt qua:

Sử dụng công thức (3)

$$S_{RT} = (K \times T) + C_{RT} = (2000 \times T) + 8(d - 14)$$

trong đó

$S_{RT}$  là khoảng cách tối thiểu từ vùng nguy hiểm tới vùng phát hiện, tính bằng milimét (mm) theo 6.2.3.1;

$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống  $(250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s}$ ;

$d = 30 \text{ mm}$ .

Do đó:

$$S_{RT} = (2000 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

$S_{RT} > 500 \text{ mm}$ , cho nên sử dụng công thức (4)

$$S = (1600 \times T) + 8(d - 14)$$

Do đó

$$S_{RT} = (1600 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

### b) Bước thứ hai

Khi xác định các giá trị của Bảng A.2, không được nội suy. Nếu  $a = 650 \text{ mm}$ , giá trị gần nhất trong Bảng A.2 là  $a = 800 \text{ mm}$ . Nếu  $b = 1340 \text{ mm}$  thì giá trị gần nhất trong Bảng A.2 là  $b = 1300 \text{ mm}$ .

Xác định khoảng cách nhỏ nhất để vươt qua phía trên thiết bị bảo vệ nhạy về điện,  $S_{RO}$ .

1) Sử dụng Bảng A.2, với  $A = 800 \text{ mm}$  (xem ①) và  $b = 1300 \text{ mm}$  (xem ②): Tìm được  $C_{RO} = 500 \text{ mm}$  (xem ③) là khoảng cách bổ sung nhỏ nhất cho vươt qua phía trên.

Bảng A.2 – Vượt qua phía trên vùng phát hiện thẳng đứng của thiết bị bảo vệ nhạy về điện

Kích thước tính bằng milimét

| Chiều cao vùng nguy hiểm<br>$a$                                           | Chiều cao cạnh phía trên của vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện,<br>$b$ |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                           | 900                                                                                  | 1 000 | 1 100 | 1 200 | 1 300② | 1 400 | 1 600 | 1 800 | 2 000 | 2 200 | 2 400 | 2 600 |
|                                                                           | Khoảng cách bổ sung cho vùng nguy hiểm,<br>$C_{RO}$                                  |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |
| 2 600 <sup>a</sup>                                                        | 0                                                                                    | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2 500                                                                     | 400                                                                                  | 400   | 350   | 300   | 300    | 300   | 300   | 300   | 250   | 150   | 100   | 0     |
| 2 400                                                                     | 550                                                                                  | 550   | 550   | 500   | 450    | 450   | 400   | 400   | 300   | 250   | 100   | 0     |
| 2 200                                                                     | 800                                                                                  | 750   | 750   | 700   | 650    | 650   | 600   | 550   | 400   | 250   | 0     | 0     |
| 2 000                                                                     | 950                                                                                  | 950   | 850   | 850   | 800    | 750   | 700   | 550   | 400   | 0     | 0     | 0     |
| 1 800                                                                     | 1 100                                                                                | 1 100 | 950   | 950   | 850    | 800   | 750   | 550   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 600                                                                     | 1 150                                                                                | 1 150 | 1 100 | 1 000 | 900    | 850   | 750   | 450   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 400                                                                     | 1 200                                                                                | 1 200 | 1 100 | 1 000 | 900    | 850   | 650   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 200                                                                     | 1 200                                                                                | 1 200 | 1 100 | 1 000 | 850    | 800   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 000                                                                     | 1 200                                                                                | 1 150 | 1 050 | 950   | 750    | 700   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 800①                                                                      | 1 150                                                                                | 1 050 | 950   | 800   | 500③   | 450   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 600                                                                       | 1 050                                                                                | 950   | 750   | 550   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 400                                                                       | 900                                                                                  | 700   | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 200                                                                       | 600                                                                                  | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 0                                                                         | 0                                                                                    | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| CHÚ THÍCH: Để có thêm thông tin, xem các chú thích của Bảng 1.            |                                                                                      |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |
| <sup>a</sup> Có thể tiếp cận vùng nguy hiểm bằng cách vượt qua phía trên. |                                                                                      |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |

## 2) Sử dụng công thức (10)

$$S = S_{RO} = (K \times T) + C_{RO}$$

trong đó

$$S_{RO} = (2000 \times 0,28) + 500$$

 $S_{RO} > 500$  mm, cho nên sử dụng công thức (12)

$$S = (1600 \times T) + C_{RO}$$

Do đó

$$S_{RO} = (1600 \times 0,28) + 500$$

$$S_{RO} = 448 + 500 = 948 \text{ mm}$$

## c) Bước thứ ba

Xác định khoảng cách tối thiểu,  $S$ , bằng cách so sánh  $S_{RT}$  và  $S_{RO}$ :

$$S_{RT} < S_{RO}$$

Do đó khoảng cách tối thiểu đến vùng nguy hiểm là  $S = S_{RO} = 948$  mm.

## A.6 Ví dụ 5

Tính toán khoảng cách tối thiểu,  $S$ , cho vùng phát hiện của thiết bị bảo vệ nhạy về điện được lắp đặt thẳng đứng được kết hợp với một bộ phận che chắn cố định.

Một máy có thời gian dừng 250 ms ( $t_2$ ), bao gồm cả thời gian đáp ứng của hệ thống điều khiển. Máy được trang thiết bị bảo vệ nhạy về điện sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử thẳng đứng (AOPD), có khả năng phát hiện của cảm biến là 30 mm ( $d$ ) và thời gian đáp ứng là 30 ms ( $t_1$ ). Chiều cao của vùng nguy hiểm phía trên mặt phẳng chuẩn là 800 mm ( $a$ ). Cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử hoạt động từ chiều cao 200 mm và chiều cao cạnh phía trên của bộ phận che chắn của nó là 1600 mm ( $b$ ).

a) Bước thứ nhất:

Xác định khoảng cách tối thiểu,  $S_{RT}$ , của thiết bị bảo vệ nhạy về điện đối với sự vượt qua:

Sử dụng công thức (3):

$$S = (2000 \times T) + 8(d - 14)$$

trong đó

$S = S_{RT}$  là khoảng cách tối thiểu từ vùng nguy hiểm tới vùng phát hiện, tính bằng milimét, theo 6.2.3.1 (vượt qua);

$T$  đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống  $(250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s}$ ;

$d = 30 \text{ mm}$ .

Do đó

$$S_{RT} = (2000 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

$S_{RT} > 500 \text{ mm}$ , cho nên sử dụng công thức (4):

$$S = (1600 \times T) + 8(d - 14)$$

Do đó

$$S_{RT} = (1600 \times 0,28) + 8(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

b) Bước thứ hai:

Xác định khoảng cách tối thiểu cho vượt qua phía trên thiết bị bảo vệ nhạy về điện,  $S_{RO}$ .

Sử dụng ISO 13857:2008, với  $a = 800 \text{ mm}$  và  $b = 1600 \text{ mm}$ ,

Tìm được

$S_{RO} = c = 600 \text{ mm}$  là khoảng cách tối thiểu tới vùng nguy hiểm đối với sự vượt qua ở phía trên.

c) Bước thứ ba:

Xác định khoảng cách tối thiểu,  $S$ , bằng cách so sánh  $S_{RT}$  và  $S_{RO}$ :

$$S_{RO} > S_{RT}$$

Do đó, khoảng cách tối thiểu tới vùng nguy hiểm là  $S = S_{RO} = 600 \text{ mm}$ .

## **A.7 Các ví dụ so sánh các thiết bị bảo vệ khác nhau**

### **A.7.1 Ví dụ 6**

Sự tiếp cận vô ý tới vùng nguy hiểm của một máy được phát hiện bởi một thiết bị bảo vệ quang-điện tử. Giả sử chiều cao của vùng nguy hiểm là 600 mm.

Việc đánh giá rủi ro chỉ ra rằng đa chùm tia tách biệt có thể là thích hợp và vì vậy lựa chọn một ESPE ba chùm tia theo Phụ lục E.

Thời gian dừng của hệ thống máy là 300 ms ( $t_2$ ) và thời gian đáp ứng của che chắn bảo vệ là 35 ms ( $t_1$ ).

Từ Bảng E.1, đặt các chùm tia ở độ cao đến sàn là 300 mm, 700 mm và 1100 mm.

a) Bước thứ nhất:

Khoảng cách tối thiểu được cho bởi công thức (5)

$$S_{RT} = (1600 \times T) + 850$$

Trong đó

$$T = 335 \text{ ms} = 0,335 \text{ s,}$$

Do đó:

$$S_{RT} = (1600 \times 0,335) + 850$$

$$S_{RT} = 536 + 850$$

$$S_{RT} = 1386 \text{ mm}$$

b) Bước thứ hai:

Vì chiều cao của chùm tia trên cùng là 1100 mm, xem xét sự vươn qua phía trên.

Từ Bảng A.1 có thể thấy rằng 750 mm được sử dụng như là giá trị của  $C_{RO}$  trong công thức.

Do đó

$$S_{RO} = (1600 \times 0,335) + 750$$

$$S_{RO} = 536 + 750$$

$$S_{RO} = 1286 \text{ mm}$$

c) Bước thứ ba:

$$S_{RO} < S_{RT}$$

Vì vậy

$S = S_{RT} = 1386$  mm được chọn là khoảng cách tối thiểu

#### A.7.2 Ví dụ 7

Sử dụng cùng một máy như trong ví dụ 6, nhưng đã sử dụng một tấm lót nhạy áp suất được lắp đặt trên sàn hoặc một thiết bị bảo vệ quang-điện tử được lắp đặt trên sàn thay cho thiết bị có ba chùm tia.

a) Bước thứ nhất:

Khoảng cách tối thiểu được cho bởi công thức (14):

$$S = (1600 \times T) + 1200$$

Do đó

$$S = (1600 \times 0,335) + 1200$$

$$S = 536 + 1200$$

$$S = 1736 \text{ mm}$$

b) Bước thứ hai

Được so sánh với giá trị đối với sự vượt qua phía trên từ Bảng A.1 như đã xác định trong ví dụ 6, chọn 1736 là khoảng cách tối thiểu.

#### A.7.3 Ví dụ 8

Sử dụng cùng một máy như trong ví dụ 6 nhưng máy được trang bị một cơ cấu điều khiển bằng hai tay.

Sử dụng công thức (15)

$$S = (1600 \times T) + 250$$

Do đó

$$S = (1600 \times 0,335) + 250$$

$$S = 536 + 250$$

$$S = 786 \text{ mm}$$

Nếu sử dụng bộ phận bảo vệ thích hợp,  $S$  có thể được giảm đi tới 536 mm (xem Điều 8).

## **Phụ lục B**

(tham khảo)

### **Kết thúc các chức năng gây nguy hiểm cho máy**

Khi tính toán khoảng cách tối thiểu,  $S$ , của một che chắn bảo vệ theo các điều khoản của tiêu chuẩn này thì đặc tính dừng của hệ thống đặc trưng cho một thông số có tính quyết định. Thời gian này chịu tác động bởi thời điểm khi chức năng gây nguy hiểm của máy (thường là một chuyển động) được thay đổi sao cho không gây hại cho cơ thể người. Thời điểm này đạt được nếu có thể loại trừ được thương tích cho cơ thể hoặc tổn hại đến sức khỏe.

Nếu thời điểm này xảy ra trước khi máy đã dừng lại hoàn toàn, nhưng không thể xác định được khi nào thì thời điểm này xảy ra, cho nên cần thiết phải xem xét thời gian tại đó máy dừng lại hoàn toàn.

Có nhiều yếu tố có thể áp dụng được và chỉ có sự hướng dẫn hạn chế. Có thể xem xét một số ví dụ được cho dưới đây, nhưng các tiêu chuẩn được viện dẫn không thể có liên quan trực tiếp đối với một ứng dụng đã cho:

- a) lực tác động vào cơ thể người;
- b) các bộ phận cơ thể người có thể bị ảnh hưởng;
- c) hình dạng của chi tiết, bộ phận máy (ví dụ, các cạnh sắc, các đầu nhọn);
- d) tính chất của vật liệu (ví dụ, cao su mềm, biến dạng được);
- e) tốc độ chuyển động;
- f) nguy cơ xảy ra các mối nguy hiểm đè bẹp.

Không có các tiêu chuẩn loại B để đánh giá các ảnh hưởng của các lực trên cơ thể người.

**CHÚ THÍCH 1:** Có thể tham khảo một số thông tin về các lực và động năng trong TCVN 9059:2011 (ISO 14120:2002), 5.2.5.2.

**CHÚ THÍCH 2:** Các khe hở nhỏ nhất để tránh cho của các bộ phận cơ thể người bị nghiền đè được cho trong TCVN 6721 (ISO 13854).

**CHÚ THÍCH 3:** Xem danh mục các ví dụ về các tình huống nguy hiểm trong TCVN 7391-1:2008 (ISO 14121-1:2007), Phụ lục A.

Nếu các khoảng cách tối thiểu được tính toán theo các điều khoản của tiêu chuẩn này thì nên làm rõ mối quan hệ giữa kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy và thời điểm khi máy dừng lại hoàn toàn. Mối quan hệ này có thể được xác định như sau.

- Với mỗi nguy hiểm bị nghiền thì sự kết thúc chức năng gây nguy hiểm của máy có thể được xác định là 2 mm trước vị trí mà máy dừng lại hoàn toàn, trừ khi có rủi ro đè bẹp đối với đầu người. Điều này có nghĩa là có thể sử dụng thời gian được đặc trưng bởi các khoảng cách 2 mm này để giảm đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống.

**CHÚ THÍCH 4:** Độ nén ép 2 mm có thể được xem là vô hại đối với của các bộ phận cơ thể người trừ đầu.

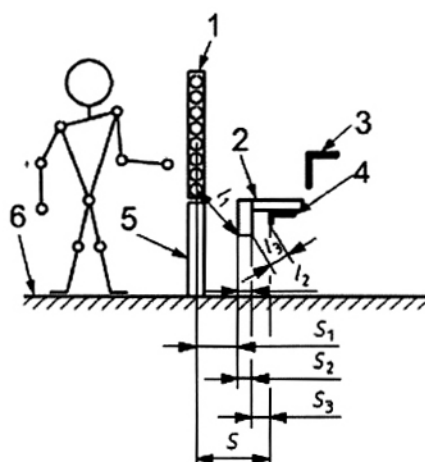
## Phụ lục C

(tham khảo)

## Ví dụ về xem xét sự tiếp cận gián tiếp

Phụ lục này đưa ra các ví dụ tính toán đoạn đường đi vòng qua các vật cản. Một máy có thời gian dừng 250 ms ( $t_2$ ). Máy được trang bị thiết bị bảo vệ nhạy về điện sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử thẳng đứng, có khả năng phát hiện của cảm biến là 30 mm ( $d$ ) và thời gian đáp ứng là 30 ms ( $t_1$ ).

Sự vươn tới vùng nguy hiểm yêu cầu phải vòng qua vật cản (xem Hình C.1)



## CHÚ DẪN

1 Thiết bị bảo vệ nhạy về điện

2 Vật cản

3 Vùng nguy hiểm 2

4 Vùng nguy hiểm 1

5 Kết cấu bảo vệ

6 Mặt phẳng chuẩn

$l_1, l_2, l_3$  Khoảng cách ngắn nhất vòng qua vật cản theo hướng tới vùng nguy hiểm

$S$  Khoảng cách tối thiểu trong mặt phẳng nằm ngang từ vùng nguy hiểm tới cạnh ngoài cùng của vùng phát hiện

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$S_1$  Khoảng cách của  $l_1$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang

$S_2$  Khoảng cách của  $l_2$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang

$S_3$  Khoảng cách của  $l_3$ , được chiếu trên mặt phẳng nằm ngang

$$S^* = l_1 + l_2 + l_3$$

**Hình C.1 – Sự phụ thuộc của khoảng cách nằm ngang vào khoảng cách tối thiểu do tiếp cận gián tiếp**

Ví dụ sử dụng các dữ liệu thiết kế sau:

$$l_1 = 100 \text{ mm}$$

$$l_3 = 200 \text{ mm}$$

Sử dụng công thức (4) và 6.2.3.1.

## TCVN 7386:2011

$$S^* = (1600 \times T) + 8 (d - 14)$$

trong đó

$S^* = (K \times T) + C = l_1 + l_2 + l_3$  [khi sử dụng công thức (13)] là khoảng cách thực tế bao phủ từ vùng nguy hiểm tới vùng phát hiện, tính bằng milimét (mm);

$T$  là đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống  $(250 + 30) \text{ ms} = 280 \text{ ms} = 0,28 \text{ s}$ ;

$$d = 30 \text{ mm}$$

Do đó

$$S^* = (1600 \times 0,28) + 8 (30 - 14)$$

$$S^* = 576 \text{ mm}$$

Khoảng cách nằm ngang được đưa ra trong ví dụ này đã được xác định bằng thiết kế và do  $l_1$  và  $l_3$  lên tới:

$$S_1 = 60 \text{ mm}$$

$$S_3 = 75 \text{ mm}$$

Bằng cách coi thành phần nằm ngang của khoảng cách tiếp cận  $l_2$  ngang bằng với  $S_2$ , kết quả là:

$$S_2 = l_2 = S^* - (l_1 + l_3) = 576 \text{ mm} - 300 \text{ mm} = 276 \text{ mm}$$

Do đó khoảng cách nằm ngang của thiết bị bảo vệ nhạy về điện đến vùng nguy hiểm là:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 60 \text{ mm} + 276 \text{ mm} + 75 \text{ mm}$$

$$S = 441 \text{ mm}$$

## Phụ lục D

(tham khảo)

### Đo và tính toán đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống

#### D.1 Khi đưa ra tín hiệu dừng

Tín hiệu để mô phỏng sự kích hoạt của thiết bị bảo vệ (nghĩa là tín hiệu dừng) phải được đưa ra cho máy tại thời điểm/vị trí/ pha của chuyển động cho thời gian dừng dài nhất. Nên sử dụng kịch bản xấu nhất đối với thời gian dừng của máy (tới mức thỏa đáng). Khi xác định kịch bản này nên xem xét tới các yếu tố như trọng lượng của dụng cụ, nhiệt độ, thời gian chuyển mạch của các van và sự lão hóa của các chi tiết cấu thành. Trong phần lớn các trường hợp, kịch bản xấu nhất là khi xảy ra tốc độ lớn nhất của máy.

Để tính toán các khoảng cách tối thiểu phù hợp với tiêu chuẩn này có thể lấy tốc độ thiết kế (ví dụ được lập trình) của thiết bị đang chuyển động trong vùng nguy hiểm. Tốc độ của thiết bị đang chuyển động không cần được xét trong các điều kiện có lỗi:

CHÚ THÍCH 1: Khi một người tiếp cận một tình huống nguy hiểm thì hai lỗi độc lập (các sự kiện) cần xảy ra tại cùng một thời điểm: người duỗi một cánh tay ra phía điểm nguy hiểm và thiết bị đang chuyển động không đạt được tốc độ hoặc sự kéo dài ra tại cùng một thời điểm, điều này là không thể xảy ra.

CHÚ THÍCH 2: Việc tính toán tốc độ, ngay cả trong điều kiện có lỗi, là cần thiết, ví dụ khi thiết kế hành trình hạn chế hoặc chuyển động của trục máy và người có thể va vào nhau trong trường hợp có lỗi. Trong các hoàn cảnh này, một người có thể có mặt nhưng không tiếp cận và chỉ một lỗi cũng có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Các xem xét này không được thực hiện trong tiêu chuẩn này nhưng là đối tượng của các tiêu chuẩn loại C.

#### D.2 Cách tính toán đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống

Một số đo là không đủ cho tính toán khoảng cách tối thiểu. Ít nhất cần có 10 số đo.

Phương pháp thống kê đối với 99,7 % của tất cả các cá nhân trong dân cư được phân bố chuẩn là để tính toán giá trị trung bình  $\pm 3$  sai lệch chuẩn.

Giá trị cao nhất đo được hoặc giá trị trung bình cộng với 3 sai lệch chuẩn, lấy giá trị nào lớn hơn, nên được sử dụng trong tính toán khoảng cách tối thiểu.

#### D.3 Quy trình kỹ thuật cần tránh

Không nên chỉ sử dụng giá trị trung bình để tính toán khoảng cách tối thiểu, bởi vì có đến 50 % trường hợp của các máy có thể có đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống dài hơn. Chỉ trong những ứng dụng trong đó thời gian dừng được giám sát mới có thể chỉ sử dụng giá trị trung bình.

## **TCVN 7386:2011**

Không nên dùng quy trình kỹ thuật loại bỏ các giá trị ngoại lai trong các số đo trừ khi có thể bảo đảm chắc chắn rằng các giá trị ngoại lai là do sai số trong phép đo.

### **D.4 Quy trình kỹ thuật tốt để lập biên bản**

Trừ việc trình bày khoảng cách tối thiểu tính toán và sự nhận biết máy trên đó đã thực hiện các phép đo, biên bản cũng nên bao gồm danh mục các giả thiết đã được đặt ra để xác định kịch bản xấu nhất và điều kiện an toàn đã được xác định như thế nào.

Một biên bản được lập ra một cách thích hợp nên có các thông tin sau:

- a) nhận biết về máy;
- b) che chắn bảo vệ được sử dụng;
- c) thiết bị đo được sử dụng;
- d) sự kiểm tra (bao gồm cả hiệu chuẩn) thiết bị đo;
- e) nhận biết người/công ty thực hiện các phép đo;
- f) các số liệu của các phép đo;
- g) phương pháp đo được sử dụng;
- h) các giả thiết được đặt ra cho các phép đo và tính toán;
- i) thông tin bổ sung về máy hoặc kịch bản đo;
- j) đặc tính dừng của toàn bộ hệ thống được tính toán;
- k) khoảng cách tối thiểu được tính toán, các giá trị được sử dụng trong các công thức.

**Phụ lục E**

(tham khảo)

**Số lượng các chùm tia và chiều cao của chúng tính từ mặt phẳng chuẩn**

Các chiều cao đối với 2, 3 và 4 chùm tia cho trong Bảng E.1 đã được xem là sự hài hòa tốt nhất giữa sự giảm rủi ro một cách thích hợp và phần lớn các quy trình kỹ thuật được áp dụng. Không phải tất cả các ứng dụng đều cho phép sử dụng đa chùm tia tách biệt. Có thể yêu cầu thêm các biện pháp bảo vệ để ngăn ngừa sự tiếp cận vùng nguy hiểm. Đối với chùm tia thấp nhất [xem 6.2.2a)], chỉ có thể sử dụng chùm tia 400 mm khi việc đánh giá rủi ro cho phép sử dụng chùm tia này.

**Bảng E.1 – Số lượng các chùm tia và chiều cao của chúng tính từ mặt phẳng chuẩn**

| <b>Số lượng các chùm tia</b>                                                                                                                       | <b>Chiều cao tính từ mặt phẳng chuẩn, ví dụ, sàn<br/>mm</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 4                                                                                                                                                  | 300, 600, 900, 1200                                         |
| 3                                                                                                                                                  | 300, 700, 1100                                              |
| 2                                                                                                                                                  | 400 <sup>a</sup> , 900                                      |
| <sup>a</sup> Đối với chùm tia thấp nhất [xem 6.2.2.a)], chỉ có thể sử dụng chùm tia 400 mm khi việc đánh giá rủi ro cho phép sử dụng chùm tia này. |                                                             |

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] ISO 11161, *Safety of machinery – Integrated manufacturing systems – Basic requirements* (An toàn máy – Hệ thống chế tạo tích hợp – Yêu cầu cơ bản).
- [2] TCVN 7383-2:2004 (ISO 12100-2:2003), *An toàn máy – Khái niệm cơ bản, nguyên tắc chung cho thiết kế – Phần 2: Nguyên tắc kỹ thuật*.
- [3] TCVN 7384-1:2010 (ISO 13849-1:2006), *An toàn máy – Bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển – Phần 1: Nguyên tắc chung về thiết kế*
- [4] TCVN 7384-2 (ISO 13849-2), *An toàn máy – Bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển – Phần 2: Sự phê duyệt*
- [5] TCVN 7385 (ISO 13851), *An toàn máy – Cơ cấu điều khiển hai tay – Chức năng và nguyên tắc thiết kế*.
- [6] TCVN 6721 (ISO 13854), *An toàn máy – Khe hở nhỏ nhất để tránh kẹp dập các bộ phận cơ thể người*.
- [7] ISO 13856-1, *Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part 1: General principles for the design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors* (An toàn máy – Thiết bị bảo vệ nhạy áp suất – Phần 1: Nguyên tắc chung về thiết kế và thử nghiệm tấm lót nhạy áp suất và sàn nhạy áp suất)
- [8] ISO 13856-2, *Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part 2: General principles for the design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars* (An toàn máy – Thiết bị bảo vệ nhạy áp suất – Phần 2: Nguyên tắc chung cho thiết kế và thử nghiệm cạnh nhạy áp suất và thanh nhạy áp suất)
- [9] ISO 13856-3, *Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part 3: General principles for the design and testing of pressure-sensitive bumpers, plates, wires and similar devices* (An toàn máy – Thiết bị bảo vệ nhạy áp suất – Phần 3: Nguyên tắc chung về thiết kế và thử nghiệm thanh chắn bảo hiểm, tấm, dây và cơ cấu tương tự nhạy áp suất)
- [10] TCVN 9058 (ISO 14119), *An toàn máy – Cơ cấu khóa liên động kết hợp với bộ phận che chắn – Nguyên tắc cho thiết kế và lựa chọn*.
- [11] TCVN 9059:2011 (ISO 14120:2002), *An toàn máy – Bộ phận che chắn – Yêu cầu chung cho thiết kế và cấu tạo bộ phận che chắn cố định và di động*.
- [12] TCVN 7302-1 (ISO 15534-1), *Thiết kế ergonomic đối với an toàn máy – Phần 1: Nguyên tắc xác định các kích thước*.

- [13] TCVN 7302-2 (ISO 15534-2), *Thiết kế ecgônômi đối với an toàn máy – Phần 2: Nguyên tắc xác định các kích thước yêu cầu đối với vùng thao tác.*
- [14] TCVN 7302-3 (ISO 15534-3), *Thiết kế ecgônômi đối với an toàn máy – Phần 3: Số liệu nhân trắc.*
- [15] IEC 61496-2, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)* (An toàn máy – Thiết bị bảo vệ nhạy về điện – Phần 2: Yêu cầu riêng đối với thiết bị sử dụng cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử phóng xạ).
- [16] IEC 61496-3, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR)* (An toàn máy – Thiết bị bảo vệ nhạy về điện – Phần 3: Yêu cầu riêng đối với cơ cấu hoạt động bảo vệ quang-điện tử phản ứng với bức xạ khuếch tán).
- [17] IEC/TR 61496-4, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – part 4: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD)* (An toàn máy – Thiết bị bảo vệ nhạy về điện – Phần 4: Yêu cầu riêng đối với thiết bị sử dụng cơ cấu bảo vệ dựa trên cơ sở nhìn).
- [18] IEC/TS 62046:2008, *Safety of machinery – Application of protective equipment to detect the presense of persons* (An toàn máy - Ứng dụng thiết bị bảo vệ để phát hiện sự hiện diện của con người).
- [19] IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of electrical, electronic and programmable control systems for machinery* (An toàn máy – An toàn về chức năng của hệ thống điều khiển theo chương trình điện và điện tử đối với máy).
- [20] EN 12203, *Footwear, leather and imitation leather goods manufacturing machines – Shoe and leather presses – Safety requirements* (Máy sản xuất giày dép, hàng hóa bằng da và giả da – Máy ép da và giấy – Yêu cầu về an toàn).
- [21] EN 12453, *Industrial, commercial and garage door and gates – Safety in use of power operated doors – Requirements* (Cửa và cổng dùng trong công nghiệp, thương mại và gara – An toàn trong sử dụng cửa dẫn động bằng cơ khí – Yêu cầu).
- [22] "Reaching over ESPE and indirect approach to hazardous zones"; research by German Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd, Fachausschuss Maschinenbau Fertigungssysteme und Stahlbau (FA MFS), W.Th.Römheldstr.15; D-55130 Mainz; DOK 612.1.2008 <http://www.bq-metall.de/>