

**TCVN 7114 : 2002  
ISO 8995 : 1989**

**ECGÔNÔMI – NGUYÊN LÝ ECGÔNÔMI THỊ GIÁC  
CHIẾU SÁNG CHO HỆ THỐNG LÀM VIỆC TRONG NHÀ**

*Principles of visual ergonomics – The lighting of indoor work systems*

**HÀ NỘI - 2002**

Lời nói đầu

TCVN 7114 : 2002 hoàn toàn tương đương với ISO 8995 : 1989

TCVN 7114 : 2002 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC159 "Êcgônômi (Ergonomics) biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành

## Lời giới thiệu

Ecgônômi thị giác nhằm:

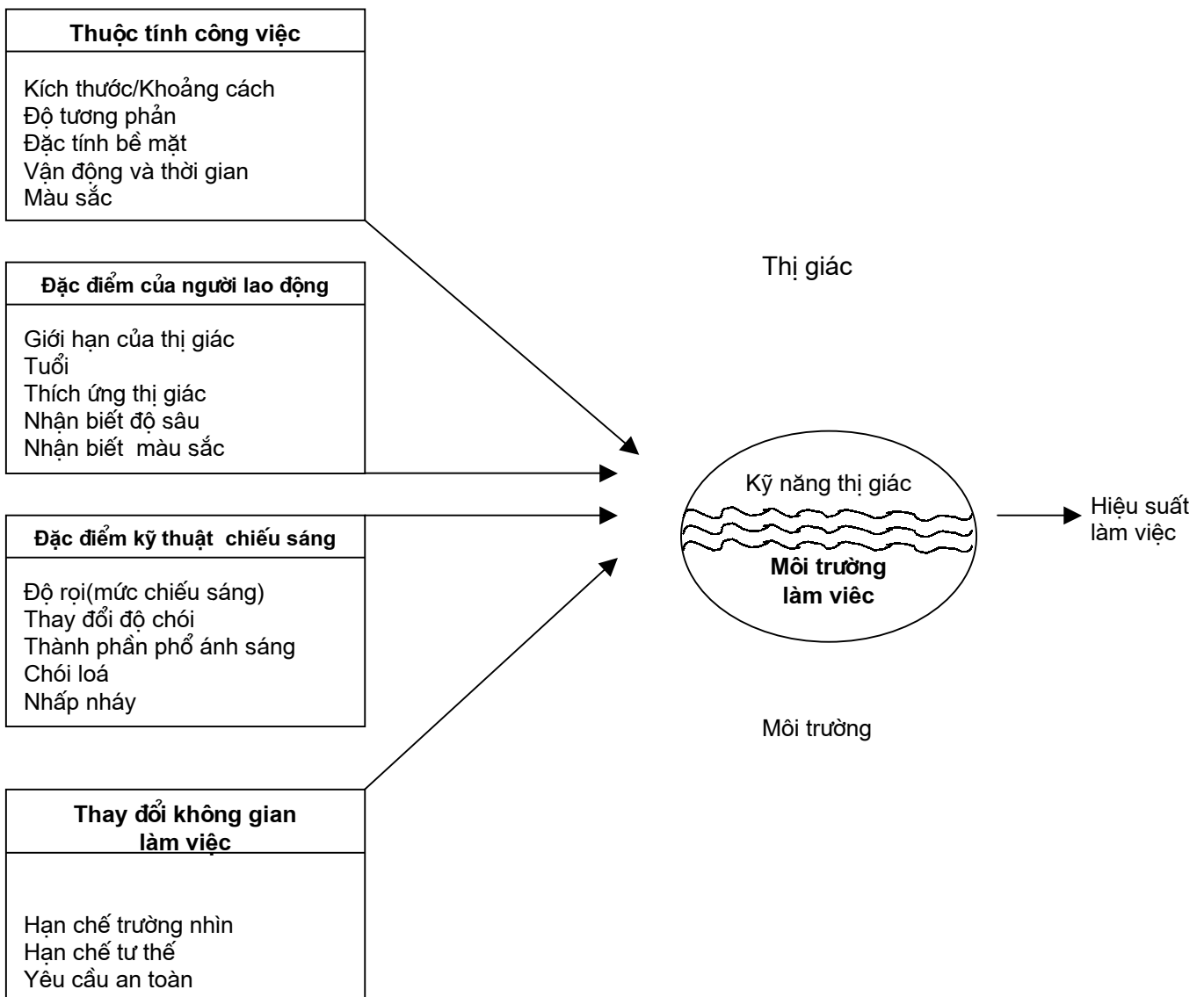
- tối ưu hoá nhận thức về thông tin thị giác được sử dụng trong tiến trình làm việc;
- duy trì mức thích hợp việc thực hiện công việc;
- đảm bảo an toàn tối đa;
- cung cấp các khuyến nghị cho sự dễ chịu của thị giác

Các mục tiêu này đạt được trong thực tế bằng việc thiết kế môi trường thị giác có tính tới khả năng của mỗi con người.

Hình 1 thể hiện các thông số ảnh hưởng tới công việc của người lao động trong môi trường thị giác cho trước. Các thông số như khả năng nhận biết và các đặc điểm của công việc phải hoàn thành, quyết định chất lượng hoạt động thị giác của người lao động. Chiều sáng và các yếu tố về không gian làm việc quyết định nhiều đến môi trường thị giác. Mọi thông số trên luôn sẵn có và do đó tất yếu ảnh hưởng đến kết quả thực hiện công việc của người lao động. Như vậy, có thể bù lại sự thiếu sót của một trong các yếu tố này bằng cách nâng cao một hoặc nhiều yếu tố khác. Ví dụ có thể bảo đảm đủ thông tin thị giác bằng cách tăng độ tương phản của thuộc tính công việc và làm việc khác hoặc thay đổi cơ cấu thao tác, dù có phải hạ thấp toàn bộ mức chiều sáng nếu quy định một giới hạn cho độ rọi.

Cách suy xét như vậy hàm ý việc áp dụng ecgônômi thị giác có thể tăng khả năng lựa chọn trong thiết kế. Do vậy, có thể áp dụng ecgônômi thị giác để cung cấp hàng loạt phương án lựa chọn, từ các hướng dẫn chung cho tới các thông tin chi tiết liên quan đến một thông số cần thay đổi nhằm bảo đảm một môi trường thị giác chấp nhận được.

Các phạm vi giới hạn chói loá (xem phụ lục A) và độ rọi khuyến nghị (xem phụ lục B) được lấy từ các tiêu chuẩn, quy phạm thực hành và quy định hiện hành của các quốc gia. Chúng có ý nghĩa như những ví dụ và định hướng để thiết kế môi trường thị giác trong lao động đặc biệt là trong các trường hợp chưa có quy phạm thực hành hoặc các văn bản quy phạm pháp luật quốc gia hiện hành.



**Hình 1- Các thông số chủ yếu ảnh hưởng tới công việc trong môi trường thị giác của người lao động**

## **Ecgônômi – Nguyên lý ecgônômi thị giác**

### **Chiếu sáng cho hệ thống làm việc trong nhà**

*Principles of visual ergonomics – The lighting of indoor work systems*

#### **1 Phạm vi và lĩnh vực áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định nguyên tắc ecgônômi thị giác và xác định các thông số ảnh hưởng tới hoạt động thị giác. Tiêu chuẩn này cũng đưa ra những chỉ tiêu cần bảo đảm để đạt được môi trường thị giác có thể chấp nhận được.

Tiêu chuẩn này được áp dụng cho các khu vực làm việc trong các nhà công nghiệp, văn phòng và bệnh viện..., nhưng không áp dụng cho các khu vực làm việc sử dụng độ chói thấp cho các hoạt động, ví dụ như chiếu phim, kiểm tra phim đèn chiếu, xử lý các vật liệu nhạy cảm ánh sáng. Yêu cầu đặc biệt cho khu vực làm việc có sử dụng màn hình cũng không thuộc phạm vi tiêu chuẩn này. Tương tự, các công việc thị giác yêu cầu phân tích đặc biệt như sử dụng các dụng cụ quang học để làm rõ chi tiết quan sát cũng không được đề cập tới.

Tiêu chuẩn này trước hết dành cho đối tượng không chuyên nghiệp cần giải quyết các vấn đề có liên quan với môi trường thị giác. Các tiêu chuẩn viện dẫn trong điều 2 cung cấp thông tin chi tiết để bổ sung tiêu cho chuẩn này.

Cần tham khảo ý kiến chuyên môn nếu thông tin cung cấp trong tiêu chuẩn này chưa đủ áp dụng, hoặc nếu cần phải đánh giá chính xác hơn bởi các khó khăn về kỹ thuật và khống chế chi phí hạn chế vai trò chiếu sáng.

#### **2 Tiêu chuẩn viện dẫn**

ISO 6385 – Ergonomic principles in the design of work systems.

(Nguyên tắc ecgônômi trong thiết kế hệ thống làm việc.)

## **TCVN 7114: 2002**

CIE Publication No. 13.2, Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources.

(Xuất bản phẩm của CIE số 13.2, phương pháp đo và xác định các đặc tính thể hiện màu của nguồn sáng.)

CIE Publication No. 16, Daylight - International recommendations for the calculation of natural daylight.

(Xuất bản phẩm của CIE số 16, ánh sáng tự nhiên - Khuyến cáo của quốc tế về việc tính toán ánh sáng tự nhiên.)

CIE Publication No. 17, International lighting vocabulary.

(Xuất bản phẩm của CIE số 17, từ vựng kỹ thuật chiếu sáng quốc tế.)

CIE Publication No. 19/2, An analytic model for describing the influence of lighting parameters upon visual performance.

(Xuất bản phẩm của CIE số 19/2, Một mô hình giải tích mô tả ảnh hưởng của các thông số chiếu sáng tới hoạt động thị giác.)

CIE Publication No. 29/2, Guide on interior lighting.

(Xuất bản phẩm của CIE số 29/2, Hướng dẫn kỹ thuật chiếu sáng khu vực làm việc.)

CIE Publication No. 55, Discomfort glare in the interior working environment.

(Xuất bản phẩm của CIE số 55, Chói lóa gây khó chịu trong môi trường làm việc trong nhà.)

### **3 Định nghĩa**

Tiêu chuẩn này sử dụng các định nghĩa cho trong xuất bản phẩm của CIE số 17 và các định nghĩa sau:

#### **3.1 Mắt và sự nhìn**

**3.1.1 Sự thích ứng (adaptation):** Quá trình mắt điều chỉnh theo độ chói và/hoặc màu sắc của trường nhìn hoặc trạng thái cuối cùng của quá trình này.

**3.1.2 Sự điều tiết (accomodation):** Sự tự điều chỉnh tiêu điểm của mắt để đạt thị lực tối đa ở các khoảng cách khác nhau.

**3.1.3 Thị lực (visual acuity) :** Khả năng phân biệt các chi tiết trong vật thể hoặc giữa các vật thể rất gần nhau.

Về định lượng, có thể biểu diễn bằng nghịch đảo của góc đo chi tiết phân ly tới hạn mà mắt thấy được, có đỉnh tại điểm vào con ngươi hoặc một điểm khác trên mắt.

**3.1.4 Độ tương phản (contrast):** Thuật ngữ được sử dụng theo hai nghĩa chủ quan và khách quan.

- a) Theo nghĩa chủ quan: Đánh giá chủ quan sự khác biệt biểu kiến giữa hai phần của trường quan sát nhìn thấy đồng thời hoặc kế tiếp nhau (Do đó, có các khái niệm: tương phản độ chói, tương phản màu sắc, tương phản đồng thời, tương phản kế tiếp.)
- b) Theo nghĩa khách quan: Đại lượng xác định bằng tỷ lệ độ chói (thường cho tương phản kế tiếp)  $L_2/L_1$ , hoặc theo công thức sau (cho bề mặt nhìn thấy đồng thời):

$$\frac{L_2 - L_1}{L_1}$$

trong đó

$L_1$  là độ chói của bề mặt chính hoặc nền;

$L_2$  là độ chói của đối tượng quan sát.

Khi các bề mặt có độ chói khác nhau mà lại có diện tích gần giống nhau thì lấy giá trị trung bình theo công thức sau thay vì sử dụng công thức trên.

$$\frac{L_2 - L_1}{0,5(L_2 + L_1)}$$

**3.1.5 Độ chói nhìn thấy (brightness)** : Thuộc tính của cảm giác thị giác kết hợp với tổng lượng ánh sáng phát ra từ bề mặt.

Đây là tương quan độ chói chủ quan.

**3.1.6 Chói loá (glare)**: Cảm giác khó chịu hoặc giảm độ nhìn rõ xảy ra khi các phần của trường nhìn quá chói so với độ chói xung quanh mà mắt đã thích nghi.

**3.1.7 Chói loá phản chiếu (reflected glare)**: Chói loá gây ra bởi phản chiếu gương từ các mặt phẳng nhẵn hoặc bóng.

**3.1.8 Sự nhấp nháy (flicker)**: Cảm giác thị giác về sự gián đoạn, xen kẽ, hoặc thay đổi của ánh sáng.

**3.1.9 Hiệu ứng hoạt nghiệm (stroboscopic effect)**: Cảm giác không thực về sự bất động hoặc chuyển động của một vật thể khi được chiếu sáng bằng ánh sáng có tần số thích hợp và cường độ thay đổi.

**3.1.10 Thị trường (visual field)**: Khu vực hoặc khoảng không gian vật thể mà mắt có thể nhìn thấy được từ một vị trí nhất định.

**3.1.11 Môi trường thị giác (visual environment)**: Toàn bộ không gian có thể nhìn thấy từ một vị trí nào đó nhờ chuyển động của đầu và mắt.

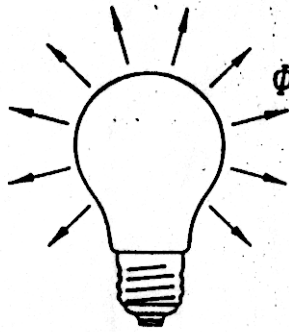
## TCVN 7114: 2002

### 3.2 Đại lượng và đơn vị đo ánh sáng và màu sắc (Quantities and units of light and colour)

**3.2.1 Quang thông (luminous flux):** Năng lượng ánh sáng do nguồn sáng phát ra hoặc một bề mặt tiếp nhận được. Đại lượng này được dẫn xuất từ thông lượng bức xạ (năng lượng) bằng cách tính bức xạ phù hợp với độ nhạy cảm quang phổ chuẩn của mắt.

Kí hiệu :  $\Phi$

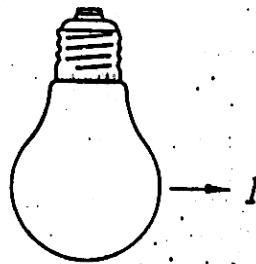
Đơn vị : Lumen (lm)



**3.2.2 Cường độ sáng (luminous intensity)** (của một nguồn sáng theo một hướng nhất định): Quang thông trên một đơn vị góc khối theo một hướng xác định. Đó là quang thông đi tới mặt phẳng nhỏ vuông góc với hướng, chia cho góc khối bao bề mặt có đỉnh tại nguồn sáng

Kí hiệu :  $I$

Đơn vị : candela (cd)



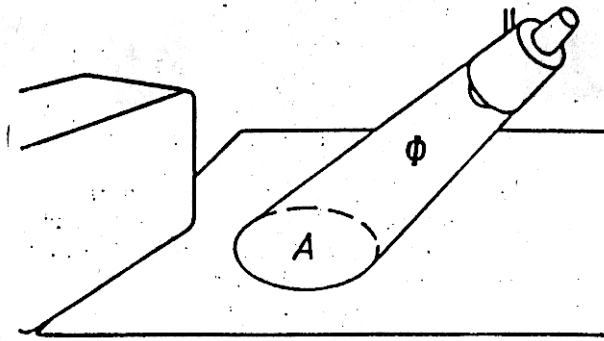
**3.2.3 Độ rọi (illuminance):** Mật độ của quang thông ( $\Phi$ ) tới một điểm. Trong thực tế giá trị độ rọi trung bình của một mặt phẳng cho trước được tính bằng quang thông đi tới chia cho diện tích (A) của bề mặt được chiếu sáng

Kí hiệu : E

$$E = \Phi/A$$

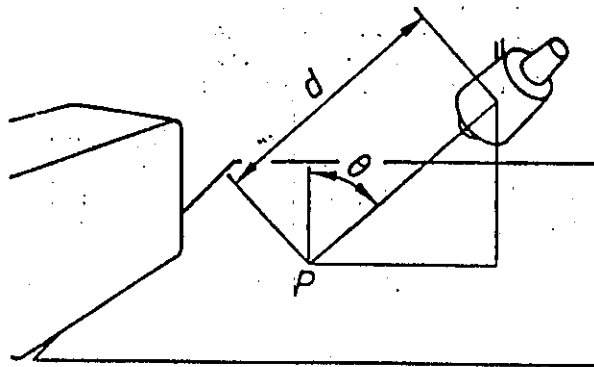
Đơn vị : lux(lx) (1 lx = 1 lm/m<sup>2</sup>).





Chú thích - Độ rọi tại điểm P cách nguồn sáng có cường độ  $I$  một khoảng  $d$  theo hướng tới điểm đó với góc tới  $\theta$  được tính theo công thức sau

$$E = \frac{I \times \cos^3 \theta}{d^2}$$



**3.2.4 Độ chói (luminance):** Đại lượng vật lý đo lường sự kích thích gây cảm giác chói được đo bằng cường độ **sáng ở hướng  $\epsilon$**  cho trước (thường theo hướng quan sát) trên đơn vị diện tích của bề mặt phát sáng, truyền quang hoặc phản xạ. Đó là cường độ ánh sáng phát ra hoặc phản xạ từ phân tố bề mặt theo hướng cho trước chia cho diện tích hình chiếu theo hướng đó của phân tố bề mặt.

Kí hiệu :  $L$

Đơn vị : candela trên mét vuông ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

Chú thích - Độ chói  $L$  tính bằng candela trên mét vuông, của một bề mặt mờ hoàn toàn được tính theo công thức sau

$$L = \frac{\rho \times E}{\pi}$$

## TCVN 7114: 2002

trong đó

E là độ rọi tính bằng lux.

$\rho$  là hệ số phản xạ của bề mặt xem xét.

**3.2.5 Hệ số phản xạ (reflectance):** Tỷ số giữa quang thông phản xạ từ một bề mặt  $\Phi_r$  với quang thông đi tới bề mặt đó  $\Phi_o$ .

Hệ số phản xạ phụ thuộc vào hướng của ánh sáng tới, ngoại trừ mặt phẳng mờ (matt) và sự phân bố quang phổ của ánh sáng.

Ký hiệu :  $\rho$

Công thức:  $\rho = \Phi_r/\Phi_o$

**3.2.6 Hiệu suất phát quang (luminous efficacy) (của nguồn sáng):** Thương số của tổng quang thông phát ra từ nguồn với tổng công suất cấp cho nguồn. (Nếu tính tới công suất tổn hao của thiết bị khởi động điều khiển phải sử dụng khái niệm hiệu suất của toàn mạch).

Đơn vị : lumen trên oát (lm/W)

**3.2.7 Nhiệt độ màu tương quan (correlated colour temperature) (của nguồn sáng):** Nhiệt độ của vật bức xạ toàn phần (vật đen) phát ra bức xạ có màu sắc gần với màu của nguồn sáng nhất.

Kí hiệu :  $T_c$

Đơn vị : kelvin (K)

**3.2.8 Sự thể hiện màu sắc (colour rendering):** Sự thể hiện màu của nguồn sáng là hiệu quả của nguồn sáng thể hiện màu của các vật thể so với màu sắc của chúng dưới ánh sáng của nguồn sáng chuẩn

**3.2.9 Chỉ số thể hiện màu sắc chung (general colour rendering index):** Trị số để xác định mức độ một vật thể được chiếu sáng bởi một nguồn có màu sắc mong muốn so với khi chiếu sáng bằng nguồn làm chuẩn.

Chỉ số thể hiện màu đặc trưng cho mức độ phù hợp màu sắc của 8 mẫu thử nghiệm được chiếu sáng bởi nguồn xem xét với màu sắc của chính những mẫu đó được chiếu bởi nguồn sáng làm chuẩn, mức độ phù hợp được xem xét với trạng thái thích nghi màu (xem xuất bản phẩm của CIE số 13.2 ).

Kí hiệu:  $R_a$

Chú thích -  $R_a$  đạt giá trị tối đa là 100 khi đặc trưng phân bố quang phổ của nguồn thử và nguồn làm chuẩn về cơ bản là đồng nhất.

### 3.3 Khu vực làm việc và hệ thống (interiors and systems)

**3.3.1 Hệ thống làm việc (work system):** Hệ thống làm việc bao gồm sự phối hợp giữa con người và thiết bị cùng hoạt động trong quá trình làm việc, để thực hiện nhiệm vụ trong không gian và môi trường lao động theo điều kiện do công việc đặt ra.

**3.3.2 Không gian làm việc (work space):** Thể tích xác định cho một hoặc nhiều người trong hệ thống làm việc để hoàn thành nhiệm vụ.

**3.3.3 Mặt phẳng làm việc (work plane):** Mặt phẳng nơi công việc được thực hiện thực sự.

**3.3.4 Mặt phẳng làm việc quy chiếu (reference work plane):** Mặt phẳng ngang qui chiếu để tính độ rọi trung bình cho mục đích thiết kế.

Chú thích - Trừ khi có chỉ dẫn khác, độ cao mặt phẳng làm việc được chọn là 0,85 m so với sàn nhà (ở Mỹ là 0,76 m; ở Anh là 0,7 m cho công việc văn phòng).

**3.3.5 Chiếu sáng chung (general lighting):** Chiếu sáng toàn bộ diện tích với độ rọi xấp xỉ bằng nhau.

**3.3.6 Chiếu sáng khu vực (localized lighting):** Chiếu sáng toàn bộ khu vực làm việc và đồng thời bảo đảm độ rọi cao hơn ở phần riêng biệt hoặc một số khu vực làm việc.

**3.3.7 Chiếu sáng cục bộ (local lighting):** Chiếu sáng cho công việc thị giác cụ thể để bổ sung cho hệ thống chiếu sáng chung và được điều khiển riêng biệt.

**3.3.8 Hệ số suy giảm hoặc duy trì ánh sáng (light loss or maintenance factor):** Tỷ số giữa độ rọi của hệ thống chiếu sáng tại một thời điểm đã định với độ rọi ban đầu khi lắp đặt hệ thống.

**3.3.9 Hệ số sử dụng (utilization factor/USA: coefficient of utilization) (Mỹ - Hệ số sử dụng):** Tỷ số giữa quang thông đi tới mặt phẳng làm việc với tổng quang thông của các bóng đèn trong hệ thống chiếu sáng.

## 4 Các thông số ảnh hưởng tới khả năng hoạt động thị giác

Bản chất của hệ thống thị giác của người lao động sẽ cơ bản quyết định hiệu quả thiết kế môi trường thị giác. Trong thực tế, hiệu quả của hệ thống thị giác được đo bằng khả năng hoạt động thị giác. Khả năng hoạt động thị giác là mối tương tác giữa hệ thống thị giác và đặc điểm của công việc nhìn thấy trong môi trường lao động và vì thế không thể xem xét một cách riêng rẽ. Do đó, hoạt động thị giác phải được xem xét trong mối quan hệ với các yếu tố có vai trò quyết định chính.

Thuật ngữ " khả năng hoạt động thị giác " được dùng để chỉ rõ về mặt định lượng cho một người "thực hiện" công việc như thế nào thông qua vận tốc, độ chính xác và xác suất khi phát hiện, nhận biết và phản ứng với các chi tiết trong trường nhìn. Khả năng hoạt động thị giác phụ thuộc cả vào bản chất

## **TCVN 7114: 2002**

nhiệm vụ (kích thước, hình dáng vị trí, màu sắc và độ phản xạ của chi tiết và nền xung quanh) cũng như nhận biết do ảnh hưởng của chiếu sáng.

Tuy nhiên, hoạt động thị giác bị ảnh hưởng bởi các thông số như chói lóa, chiếu sáng không đều, làm xao lãng thị giác, bản chất của nền xung quanh và thiết kế không gian làm việc nói chung.

Sự mệt mỏi có thể xuất hiện sau khi làm việc kéo dài trong điều kiện chiếu sáng tối (độ rọi thấp, chiếu sáng không đều, làm phân tán, chói lóa khó chịu) và có thể bao gồm:

- sự mệt mỏi hệ thần kinh trung ương do yêu cầu gắng sức để nhận biết những tín hiệu mập mờ, hoặc không rõ;
- sự mệt mỏi cơ toàn thân khi phải duy trì một tư thế không thích hợp để thay đổi khoảng cách nhìn hoặc tránh làm xao lãng hoặc phản xạ không mong muốn có thể xảy ra, ví dụ công việc vẽ phác thảo, thiết kế.

Sự căng thẳng cơ cục bộ (ví dụ cơ cổ) cũng có thể xuất hiện, ví dụ trong công việc cần phải sử dụng kính hiển vi.

### **4.1 Thành phần công việc thị giác**

Sự nhận biết thị giác có thể phụ thuộc vào các thành phần của các tác nhân kích thích sau:

- a) độ tương phản;
- b) kích thước, hình dáng và cấu trúc;
- c) sự chuyển động và thời gian cho phép;
- d) vị trí hình ảnh trong võng mạc;
- e) màu sắc;
- f) độ chói.

#### **4.1.1 Độ chói**

Trong điều kiện bình thường, việc tăng độ rọi giúp nâng cao hiệu quả hoạt động thị giác, ban đầu tăng rất nhanh nhưng dần dần đạt mức bão hòa, nếu khi đó tiếp tục tăng độ rọi sẽ không có hiệu quả.

Hiệu quả hoạt động thị giác khi công việc có kích thước nhỏ hoặc độ tương phản thấp có thể được nâng cao bằng cách bảo đảm độ chói cao (như tăng độ rọi) nhưng hiệu quả hoạt động thị giác nhanh đạt tới tối đa ở giá trị độ chói vừa phải khi chi tiết quan sát có kích thước lớn và độ tương phản cao.

#### **4.1.2 Độ tương phản**

Nhận biết đối tượng trong môi trường xung quanh chủ yếu phụ thuộc vào độ tương phản, độ chói hoặc màu sắc giữa đối tượng và nền quan sát. Trong điều kiện có thể, nên thiết kế công việc thị giác và chiếu sáng có độ tương phản tối ưu.

Trong khoảng giới hạn nhất định khi độ chói tăng thì độ nhạy cảm của mắt với độ tương phản cũng tăng. Tính nhạy cảm còn chịu ảnh hưởng do chênh lệch giữa hai mức độ chói hoặc màu sắc, nhưng sẽ giảm do sự thay đổi quá lớn về độ chói hoặc màu sắc trong trường nhìn xung quanh đối tượng quan sát. Ví dụ : Nếu một nguồn sáng chói nằm trong trường nhìn, sự chói lóa làm mờ sẽ làm giảm độ tương phản rõ rệt. Sự giảm nhạy cảm cũng có thể xảy ra khi rời mắt khỏi công việc, nhìn hướng tới khu vực chiếu sáng cao hơn gây biến đổi ngắn trong thích ứng của mắt (thích ứng ngắn).

Tương phản cũng có thể giảm do phản xạ mờ. Điều này xuất hiện khi độ chói cao phản xạ từ chi tiết quan sát tới mắt và vì vậy tạo nên màn mờ hoặc cản trở sự nhìn rõ vật. Đặc biệt, phản xạ của nguồn sáng từ các chi tiết có tính phản xạ gương hoặc bán phản xạ gương có thể dẫn đến giảm độ tương phản đáng kể. Có thể tránh được điều này bằng ánh sáng có đủ độ khuếch tán, ví dụ ánh sáng phản xạ từ trần hoặc tường hoặc ánh sáng hướng tới từ phía bên hoặc phía sau người lao động.

#### **4.1.3 Kích thước, hình dáng và cấu trúc**

Sự phân biệt kích thước, hình dáng và cấu trúc, là một quá trình tâm sinh lý phức tạp của sự nhận biết môi trường gồm tối thiểu ba chức năng: nhận biết độ tương phản, phân biệt chi tiết thị giác và nhận thức về chiều sâu và khoảng cách.

Thông thường, phân biệt chi tiết được biểu thị bằng định lượng và được đề cập tới qua thuật ngữ độ nhìn tinh. Độ nhìn tinh là một hàm phụ thuộc thị lực của mỗi người, đặc điểm môi trường và, đặc biệt phụ thuộc vào độ chói mà mắt nhận được.

Điều chỉnh kích thước là biện pháp quan trọng để tăng độ nhìn rõ. Ví dụ: hoạt động thị giác thường tăng lên nhờ khuếch đại chi tiết bằng cách đưa lại gần mắt hoặc dùng sự trợ giúp quang học.

Sự nhận biết chiều sâu, hình nổi và khoảng cách không chỉ phụ thuộc vào chức năng hoạt động của mắt như thị lực và chức năng trí tuệ như trí nhớ kích thước và hình dạng của đối tượng đã biết mà còn phụ thuộc vào sự giải thích, gợi ý văn cảnh như minh họa sự tạo ra ảo giác quang học. Nhận biết cấu trúc còn phụ thuộc vào kiểu bóng đổ và ánh sáng trên bề mặt.

Khi thiết kế chiếu sáng cho công việc cụ thể, đặc biệt để bảo đảm độ chói yêu cầu, cần chú ý đến hướng chiếu và độ khuếch tán ánh sáng không làm giảm độ tương phản cần thiết cho sự nhận biết cấu trúc và hình dáng đối tượng do ánh sáng khuếch tán quá mức. Một số bóng đổ thường giúp ích cho việc nhận biết (xem 5.8), nhưng một số bóng đổ sẽ làm cho sự nhận biết khó khăn hơn. Ví dụ, quá nhiều bóng đổ có thể gây nhầm lẫn và hiểu sai về kiểu bóng đổ.

#### **4.1.4 Màu sắc**

Màu sắc là đặc tính của ánh sáng góp phần đáng kể để gây ấn tượng chung của môi trường xung quanh cũng như cho nhận biết thị giác. Đặc biệt, màu sắc giúp ích cho việc nhận ra đối tượng trong không gian làm việc dễ dàng và nhanh chóng.

## **TCVN 7114: 2002**

Nhận biết màu sắc tăng khi độ rọi tăng, trong giới hạn nhất định. Nhận biết màu sắc thay đổi trên toàn võng mạc mắt. Màu sắc phân biệt được tốt nhất ở vùng trung tâm võng mạc.

Tính ổn định của màu sắc giải thích cách nhận biết màu sắc trong mối tương quan giữa màu nọ với màu kia. Màu sắc của cảnh vật được duy trì một mối quan hệ tương đối ổn định dưới ánh sáng có thành phần quang phổ gần giống như ánh sáng tự nhiên. Tuy nhiên, nếu thành phần quang phổ lệch quá nhiều so với ánh sáng tự nhiên thì màu cố định sẽ không giữ được, và màu xuất hiện của cảnh vật sẽ thay đổi. Màu sắc xuất hiện không chỉ phụ thuộc vào thành phần quang phổ của ánh sáng, mà còn phụ thuộc các đặc tính của bề mặt nghiên cứu khảo sát độ chói, độ tương phản màu và trạng thái thích nghi màu.

Mắt có thể tiếp nhận sự khác biệt rất nhỏ của màu sắc giữa hai bề mặt liền kề sát nhau ngay cả khi độ chói như nhau, nhưng so sánh với các màu sắc ghi nhớ được thì khó hơn. Các nguồn sáng khác nhau có thể tăng hoặc giảm khả năng phân biệt một số màu nhất định.

Tuy nhiên, ở một số người có thể mắc khuyết tật về nhìn màu và điều này có thể làm thay đổi màu sắc nhìn thấy và khả năng phân biệt màu, và có thể quan trọng đối với một số nghề nghiệp nào đó (xem 4.3).

### **4.1.5 Sự chuyển động và thời gian quan sát**

Sự nhận biết về chuyển động cần đến sự dịch chuyển tiêu ảnh trên võng mạc. Điểm vàng của mắt nhận biết chuyển động nhạy cảm hơn vùng ngoại vi. Vùng ngoại vi võng mạc tương đối nhạy cảm với chuyển động hơn với hình dáng, song nhãn cầu xoay hướng về phía mục tiêu chuyển động để đưa hình ảnh vào võng mạc để nhìn chi tiết rõ hơn.

Sự nhận biết chính xác về chuyển động phụ thuộc vào vận tốc, kích thước, hình dáng và độ tương phản. Sự nhận biết thị giác một đối tượng cũng phụ thuộc vào thời gian giành để quan sát. Chỉ cần nhìn thoáng qua cũng có thể đủ nếu đối tượng có kích thước lớn và độ tương phản cao. Ngược lại cần nhìn lâu và chăm chú nếu đối tượng nhỏ và độ tương phản thấp. Độ nhìn rõ một đối tượng đang chuyển động có thể tăng nếu để mắt dõi theo vật trên một quãng đường đủ dài. Nếu vận tốc chuyển động qua trường nhìn quá cao hoặc đường đi quá thất thường, hoặc cả hai, thì độ nhìn rõ giảm rất nhanh.

### **4.1.6 Vị trí tiêu ảnh trong võng mạc**

Độ nhìn tinh, khả năng của mắt phân biệt các chi tiết nhỏ, giảm nhanh khi hình ảnh của mục tiêu trên võng mạc dịch chuyển ra xa vùng trung tâm của võng mạc (điểm vàng). Với nhiệm vụ yêu cầu nhận biết các chi tiết, hệ thống thị giác thực hiện với hiệu quả tối đa khi mục tiêu nằm đúng hướng quan sát và tiêu ảnh rơi vào điểm vàng. Sự nhấp nháy dễ nhận thấy hơn ở ngoại vi võng mạc.

## **4.2 Đặc điểm chiếu sáng**

Tương quan giữa độ chói và định hướng ánh sáng với tính chất công việc, xem 4.1. Điều này chủ yếu để cập tới sự chói lóa và sự nhấp nháy.

### 4.2.1 Sự chói loá

Chói loá xảy ra nếu độ chói của đèn hoặc cửa sổ quá lớn so với độ chói chung ở trong phòng (chói loá trực tiếp) hoặc khi nguồn sáng chói như vậy được phản xạ từ bề mặt bóng hoặc bán mờ – (chói loá phản chiếu).

Chói loá có thể là một trong hai dạng, đôi khi xảy ra riêng rẽ nhưng thường diễn ra đồng thời. Dạng thứ nhất là chói loá mờ và làm giảm sự nhìn rõ chi tiết hoặc đối tượng không nhất thiết gây khó chịu. Dạng thứ hai là chói loá gây khó chịu và nguyên nhân gây ra sự khó chịu mà không ảnh hưởng đến sự nhìn rõ chi tiết hoặc đối tượng.

Trong nhiều loại khu vực làm việc, ví dụ văn phòng, nhưng không nhất thiết là các nhà công nghiệp, chói loá gây khó chịu là vấn đề cần quan tâm hơn là chói loá mờ. Giải pháp để hạn chế chói loá gây khó chịu do đèn và cửa sổ thường cũng sẽ hạn chế được chói loá mờ.

Chói loá cũng có thể xuất hiện do phản xạ từ bề mặt có độ phản xạ cao, đặc biệt nơi có nguồn sáng chói và mặt phẳng gương như kim loại đánh bóng. Khi ảnh làm chói mắt có thể gây nên sự khó chịu và phân tán sự chú ý của người lao động. Chói loá phản xạ có thể bao gồm cả chói loá mờ và chói loá gây khó chịu.

#### 4.2.1.1 Chói loá gây khó chịu

Chói loá gây khó chịu thường xảy ra gây cảm giác khó chịu, xu hướng khó chịu tăng theo thời gian và góp phần gây mệt mỏi.

Sự khó chịu càng nhiều khi độ chói của nguồn càng cao, góc khối bao nguồn chói càng lớn, số lượng nguồn chói trong trường nhìn càng lớn. Chói loá càng nhỏ khi góc tạo bởi tia tới từ nguồn và trực nhìn càng lớn, và độ chói của nền càng cao. Các thông số khác như đặc điểm của mắt mỗi người và mức độ tập trung thị giác vào công việc cũng ảnh hưởng của mức cảm giác khó chịu.

Thông thường, độ chói nền kiểm soát mức thích nghi chung của mắt. Khi nguồn lớn, ví dụ, trong trường hợp cửa sổ, phải tính tới ảnh hưởng độ chói của nguồn tới mức độ thích ứng của mắt.

Các thông số như độ chói của nguồn, diện tích nguồn sáng và độ chói xung quanh có ảnh hưởng tới độ chói loá. Nghiên cứu ở một số nước đã tìm ra mối tương quan giữa giá trị của các thông số này với đánh giá chủ quan về cảm giác chói loá.

#### 4.2.1.2 Chói loá mờ

Chói loá mờ thường xuất hiện khi nguồn sáng lớn có độ chói thấp (hoặc một nguồn nhỏ độ chói cao) nhìn thấy ở gần hướng quan sát. Ví dụ: khó đọc tín hiệu đặt ở phía trước, hoặc gần cửa sổ khi nhìn qua có thể thấy bầu trời.

#### **4.2.2 Sự nhấp nháy**

Dao động ánh sáng, hoặc từ nguồn hoặc từ một vùng được chiếu sáng trong trường nhìn mà mắt cảm nhận được nếu tần số dao động thấp. Hiện tượng nhấp nháy có thể gây khó chịu và tăng ảnh hưởng như bị nhiễu thị. Giữa các cá thể có sự khác nhau lớn về cảm giác nhấp nháy, cũng giống như cảm giác khó chịu.

Tần số nhấp nháy có thể tiếp nhận được phụ thuộc độ chói và diện tích của nguồn sáng hoặc phạm vi được chiếu sáng, vị trí tiêu ảnh trên võng mạc, hình dáng của đường cong biến thiên độ chói theo thời gian và biên độ của dao động. Dao động ánh sáng cũng có thể gây hiệu ứng "hoạt nghiệm", mà có thể gây cảm giác vật chuyển động giật hoặc nhận biết sai về vận tốc thực của vật chuyển động quay tròn (xem 5.9).

#### **4.3 Khả năng nhìn**

Quá trình nhìn là một hệ thống phức hợp theo nghĩa nhận biết đối tượng và phản ứng chung tới môi trường thị giác. Người khoẻ mạnh bình thường thì hệ thống thị giác tự điều chỉnh được trong phạm vi lớn và tự điều chỉnh để thông tin truyền đến được rõ nhất.

Tuy nhiên, stress có thể sinh ra do yêu cầu quá mức hoặc do mâu thuẫn liên quan với sự điều tiết, sự điều chỉnh đường kính con ngươi, hoặc vị trí nhãn cầu. Trong trường hợp nhìn gần, hai loại cơ chế được kết hợp có thể gây căng thẳng. Đó là duy trì hội tụ trục thị giác và điều tiết. Điều này cần được tính đến khi thiết kế nhiệm vụ và không gian làm việc.

Các đặc điểm của mắt khác nhau giữa các cá thể và thay đổi theo tuổi. Đồng thời chúng cũng phụ thuộc vào bệnh tật nào đó, như bệnh đái đường. Thay đổi quan trọng nhất đối với mắt tuổi già là phạm vi điều tiết giảm. Do vậy, sử dụng kính theo đơn kê chính xác sẽ giúp cho khả năng nhìn tốt hơn. Các thay đổi vật lý khác trong mắt lão hoá là

- Giảm sự truyền ánh sáng qua mắt là rất quan trọng trong điều kiện chiếu sáng rất yếu.
- Tăng tán xạ ánh sáng trong mắt, làm tăng nhạy cảm với chói loá hơn (đặc biệt chói loá mờ).

Việc bảo đảm đủ độ sáng và không chói loá đối với người lao động lớn tuổi thậm chí còn quan trọng hơn so với người trẻ tuổi, do đó cần chú trọng hơn tới vấn đề này.

#### **4.4 Không gian làm việc**

Các thông số như trường nhìn hạn chế, yêu cầu tư thế thích hợp, v.v.. không được đề cập tới bởi vì chúng không thuộc phạm vi và lĩnh vực áp dụng của tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, các thông số này sẽ được tính đến trong thực hành áp dụng chiếu sáng tốt như trình bày trong điều 6.



## 5 Chỉ tiêu chiếu sáng

Đặc điểm chiếu sáng môi trường thị giác ảnh hưởng tới cả hai chức năng sinh lý thị giác (hoạt động thị giác) và tâm lý thị giác (tiện nghi) và như vậy có thể góp phần hoàn thành công việc, an toàn, tiện nghi và thoải mái cho con người trong môi trường thị giác. Các chỉ tiêu phải được đáp ứng bằng chiếu sáng cho mục đích trên được đề cập đến trong điều này.

### 5.1 Yêu cầu chiếu sáng

Chiếu sáng khu vực làm việc bằng ánh sáng tự nhiên và ánh sáng điện cần đảm bảo điều kiện tối ưu để thực hiện công việc được giao và môi trường thị giác thích hợp khi rời mắt khỏi công việc để thư giãn hoặc thay đổi công việc. Có thể cần yêu cầu đặc biệt đối với những trường hợp cụ thể thương mại, công nghiệp, và một số áp dụng khác (ví dụ như bệnh viện).

Ảnh hưởng nhìn khu vực làm việc bị ảnh hưởng bởi các bề mặt sau:

- a) đối tượng nhìn chính: ví dụ, công việc, khuôn mặt người, và thiết bị;
- b) các bề mặt lớn trong khu vực làm việc: tường, trần, sàn, cửa sổ (vào ban đêm) và bề mặt thiết bị;
- c) nguồn ánh sáng: đèn và cửa sổ (vào ban ngày).

#### 5.1.1 Chiếu sáng và thiết kế công việc

Trong hệ thống công việc trường nhìn của một người có sự khác nhau phụ thuộc vào người đó tập trung vào công việc hay rời mắt để thư giãn. Chỉ tiêu cần thoải mái sẽ khác nhau cho cả hai tình huống. Vì vậy cần phân biệt giữa chiếu sáng làm việc và chiếu sáng môi trường. Hiệu quả của chiếu sáng làm việc được đánh giá cơ bản qua chỉ tiêu hoạt động thị giác, bị ảnh hưởng bởi các thông số đã đề cập ở điều 4. Chiếu sáng môi trường có thể tránh làm sao lãng, không thích ứng, gây khó chịu trong trường nhìn khi thực hiện công việc, cũng có thể đóng vai trò giúp đỡ hoạt động thị giác, mà kết quả lại tăng mức độ tiện nghi trong suốt quá trình làm việc.

Bổ trợ cho tương phản độ chói, nhiệm vụ thị giác thường bao gồm tương phản màu; điều đó có thể được sử dụng để tăng độ nhìn rõ, đặc biệt khi tương phản độ chói thấp.

#### 5.1.2 Chiếu sáng môi trường

Tương quan giữa độ chói và màu sắc của bề mặt trong môi trường phải phù hợp với chức năng của căn phòng, nhìn thoải mái và không chói lóa

Trong các mục tiêu chiếu sáng cần đạt được bằng việc chiếu sáng môi trường phù hợp bao gồm các yêu cầu sau (không xếp theo thứ tự ưu tiên):

- a) tạo cho không gian có độ chói thích hợp rõ ràng xác định chúng;
- b) tạo điều kiện đi lại an toàn và thuận tiện trong khu vực làm việc;

## TCVN 7114: 2002

- c) giúp tập trung vào khu vực làm việc;
- d) đảm bảo độ chói xung quanh thấp hơn vùng làm việc;
- e) đạt được dáng vẻ tự nhiên của gương mặt và giảm nhẹ các bóng đổ quá đậm do cân bằng hợp lý tương quan giữa ánh sáng có hướng và khuếch tán của ánh sáng;
- f) thể hiện sắc thái tự nhiên của người và màu sắc đồ vật trong phòng ở mức chấp nhận được do sử dụng nguồn sáng có chất lượng thể hiện màu tốt;
- g) tạo nên sự đa dạng dễ chịu của độ chói và màu sắc trong môi trường lao động góp phần thoải mái cho con người và giảm stress công việc. Một giải pháp khả dĩ là tạo độ chói nhỏ trong môi trường thị giác nhưng độ chói không được nhỏ ở hướng nhìn trực tiếp tới công việc thị giác;
- h) khuyến khích việc giữ sạch, đặc biệt là sàn nhà và máy móc trong phân xưởng sản xuất bằng cách chọn màu sáng.

Có thể gặp mâu thuẫn giữa một vài yếu tố nào đó và cần tìm giải pháp thoả hiệp hợp lý song không được bỏ qua các yêu cầu về an toàn và thoải mái cho người lao động.

### 5.2 Độ rọi

Bảng 1 đưa ra mức độ rọi cho các khu vực, công việc hoặc hoạt động khác nhau. Các giá trị liên quan tới yêu cầu thị giác, kinh nghiệm thực tế và cần tính tới hiệu quả sử dụng năng lượng. Các mức độ rọi này bảo đảm thoả mãn cho hoạt động thị giác và góp phần tạo sự thoải mái cho người sử dụng.

Với mỗi loại khu vực, công việc hoặc hoạt động có ba mức độ rọi được đưa ra

Giá trị cao hơn trong dãy có thể áp dụng trong các trường hợp sau:

- khi độ phản xạ hoặc độ tương phản của đối tượng quan sát thấp một cách khác thường;
- khi những sai sót trong thực hiện nhiệm vụ gây tổn thất lớn;
- khi hoạt động thị giác có yêu cầu nghiêm ngặt.
- khi độ chính xác hoặc năng suất cao là rất quan trọng;
- khi khả năng nhìn của người lao động cần thiết phải tăng độ rọi.

Giá trị thấp hơn có thể được sử dụng:

- khi độ phản xạ hoặc độ tương phản cao một cách khác thường;
- khi tốc độ hoặc độ chính xác không quan trọng, và
- khi nhiệm vụ chỉ thỉnh thoảng thực hiện.

**Bảng 1 - Các mức độ rọi đặc trưng cho các khu vực, công việc hoặc các hoạt động khác nhau**

Các mức độ rọi lx			Loại khu vực, công việc hoặc hoạt động
20	30	50	Khu vực đi lại và khu vực làm việc ngoài nhà
50	100	150	Vùng đi lại, định hướng đơn giản hoặc quan sát chung
100	150	200	Phòng không sử dụng để làm việc thường xuyên
200	300	500	Công việc đòi hỏi thị giác đơn giản
300	500	750	Công việc đòi hỏi thị giác trung bình
500	750	1000	Công việc đòi hỏi thị giác cao
750	1000	1500	Công việc đòi hỏi thị giác phức tạp
1000	1500	2000	Công việc đòi hỏi thị giác đặc biệt
Hơn 2000			Thực hiện công việc thị giác rất chính xác

Nhiều phòng làm việc tối lờ mờ khi độ rọi dưới 200 lx, và vì lý do này mà độ rọi tối thiểu khuyến nghị áp dụng cho công việc kéo dài ở không gian làm việc cố định là 200 lx, không phụ thuộc điều kiện nhìn dễ dàng khi làm việc.

Hệ thống chiếu sáng có thể kết hợp chiếu sáng chung với chiếu sáng cục bộ để đạt được độ rọi cao trong công việc. Ví dụ, có thể áp dụng cho công việc có chi tiết chính xác, hoặc cần yêu cầu đặc biệt, như chiếu sáng định hướng. Cả hai trường hợp này cần bổ sung chiếu sáng cục bộ.

Các nước khác nhau đã đưa ra các mức độ rọi khuyến nghị cho nhiều loại phòng và công việc trong tiêu chuẩn chiếu sáng khu vực làm việc của mình. Phụ lục B đưa ra ví dụ về khuyến nghị quốc gia khả thi được xây dựng trên cơ sở sử dụng bảng 1.

Khuyến nghị này không nhằm thay thế bất cứ khuyến nghị quốc gia nào đang được áp dụng.

### 5.3 Độ chói của các bề mặt trong khu vực làm việc

Độ chói của một bề mặt được chiếu sáng bởi nguồn phụ thuộc vào độ rọi và tính chất phản xạ của bề mặt đó.

Phân bố độ chói trên các mặt phẳng trong khu vực làm việc cần được xem xét bổ sung vào thiết kế tính toán dựa vào độ rọi. Cần chú ý tới những tương quan độ chói sau:

- chỗ làm việc và các bề mặt liền kề, như mặt bàn và mặt bàn máy (tỉ lệ độ chói);
- trần, tường và sàn (độ phản xạ);
- đèn và cửa sổ (giới hạn độ chói).

Độ chói khu vực liền kề xung quanh chỗ làm việc nếu có thể, cần thấp hơn độ chói trên mặt chi tiết làm việc nhưng không dưới 1/3 của giá trị đó. Khi độ phản xạ của công việc chưa biết trước thì độ phản xạ của mặt phẳng làm việc sẽ phải lấy giữa 0,3 và 0,5.

## **TCVN 7114: 2002**

Bên trong khu vực làm việc, phản xạ khuếch tán của trần (hoặc mặt dưới mái nhà) càng cao càng tốt, đặc biệt nếu đèn lắp chìm được sử dụng để giảm nguy cơ chói loá trực tiếp, chói loá phản xạ và phản xạ mờ. Độ phản xạ của tường tốt nhất là nằm giữa 0,3 và 0,7.

### **5.4 Hạn chế chói loá**

Chói loá gây khó chịu và chói loá mờ gây ra do hệ thống thiết bị chiếu sáng hoặc cửa sổ có thể hạn chế qua các thông số được mô tả trong 4.2.1.1.

#### **5.4.1 Phương pháp hạn chế chói loá**

Một số nước đưa ra các phương pháp thiết kế để đảm bảo hệ thống chiếu sáng không gây ra cảm giác chói loá đến mức độ khó chịu. Điều đó được mô tả trong xuất bản phẩm của CIE số 55.

Trong hệ thống chỉ số chói loá được sử dụng ở Anh và một số nước khác, và trong hệ thống xác suất tiện nghi thị giác (VCP) được sử dụng ở Bắc Mỹ, trong một chừng mực nào đó có thể tính trước được mức độ chói loá có thể xảy ra trong tình huống định trước (hệ thống đánh giá).

Hệ đường cong độ chói được sử dụng ở các nước Trung Âu chỉ đơn thuần bảo đảm là độ chói loá sẽ không vượt quá giới hạn trên đã chọn nhưng không cho biết thiết kế sẽ bảo đảm chói loá thấp hơn giới hạn trên là bao nhiêu (Hệ thống hạn chế).

Trong xuất bản phẩm của CIE số 29/2, có một phương pháp được đưa ra làm ví dụ. Phương pháp này được mô tả trong phụ lục A. Đây là hệ thống bảo vệ chói loá có thể sử dụng để lựa chọn đèn thích hợp cho chiếu sáng chung trong khu vực làm việc và để kiểm tra hạn chế chói loá của hệ thống thiết bị chiếu sáng hiện hành. Cần thận trọng khi áp dụng hệ thống đánh giá chói loá này cho tình huống công nghiệp, đặc biệt những nơi bản chất của công việc vận hành không hạn chế ở một vị trí.

Ví dụ này về phương pháp nêu trên không nhằm thay thế bất kỳ hệ thống bảo vệ chói loá nào của quốc gia hiện đang được áp dụng.

#### **5.4.2 Chói loá từ cửa sổ**

Một số hướng dẫn chung có thể áp dụng để giảm chói loá từ cửa sổ:

- a) ánh sáng mặt trời chiếu qua cửa sổ có thể là nguồn chính gây chói loá, cho dù là chiếu trực tiếp hoặc phản xạ. Cần bảo đảm có một vài loại rèm để che mỗi khi bị chói loá.
- b) mức độ khó chịu do chói loá từ cửa sổ phụ thuộc chủ yếu vào độ chói của bầu trời nhìn thấy qua cửa sổ, và chỉ phụ thuộc ở mức độ rất nhỏ vào kích thước của chúng trừ khi kích thước cửa rất nhỏ hoặc ở cách xa người quan sát.
- c) ngoại trừ những ngày rất u ám, người ở trong phòng nhìn thẳng ra bầu trời qua cửa sổ không được che chắn có thể thấy hơi khó chịu. Trừ phi người ở vị trí bình thường có thể tránh thấy cửa sổ ở tầm nhìn bình thường, tất cả cửa sổ cần bảo đảm được che bằng hình thức nào đó (thí dụ rèm,

mành hoặc mái hắt) để giảm bớt độ chói nhìn thấy của bầu trời vào những ngày nắng chói chang, bất kể có ánh nắng chiếu qua hay không.

d) các biện pháp khác để giảm chói loá từ cửa sổ, mà không giảm lượng ánh sáng tự nhiên vào nhà, bao gồm lựa chọn hình dáng và độ phản xạ của các mặt liền kề xung quanh cửa và khung cửa sổ để tăng độ chói ở liền kề xung quanh cửa kính.

e) chói loá mờ có thể tránh được bằng cách đảm bảo độ chói của bầu trời qua cửa sổ không gần với hướng nhìn khi làm việc.

### 5.5 Chói loá phản xạ và phản xạ mờ

Có nhiều cách giải quyết vấn đề chói loá phản xạ và phản xạ màn mờ đã được nêu ở 4.2.1. Phương pháp hiệu quả nhất là bố trí người lao động hoặc nguồn chói ban đầu (đèn) sao cho tia phản xạ từ nguồn hướng đi nơi khác thay vì chiếu thẳng vào mắt người lao động. Một phương pháp bổ xung là giảm độ bóng của vật liệu sử dụng.

Phản xạ từ các bề mặt liền kề gây khó chịu và mất tập trung có thể phòng ngừa bằng cách tránh sử dụng mặt bàn được đánh nhãn bóng và các bề mặt tương tự.

Phản xạ màn mờ thực sự làm giảm độ tương phản. Ví dụ nét bút chì trở nên khó nhìn thấy khi bắt ánh sáng, do thêm lóng lánh làm chúng chuyển từ màu đen thành màu xám nhạt. Các ấn phẩm có thể bị ảnh hưởng tương tự. Chỉnh lại tương quan vị trí một lần nữa để hướng các tia phản xạ ra xa mắt là biện pháp tốt nhất để phòng ngừa. Nếu điều này không thể thực hiện thì có thể giảm thiểu ảnh hưởng bằng cách tăng độ rọi làm việc nhờ chiếu sáng cục bộ có góc chiếu sao cho nó không góp thêm phần phản xạ mờ.

Các giải pháp khác là sử dụng đèn có diện tích bề mặt lớn và độ chói thấp, hoặc đèn giảm độ chói ở hướng tới hạn. Tăng độ chói của toàn bộ trần nhà bằng cách sử dụng vật liệu phản xạ cao trên trần, tường và sàn, tốt hơn kết hợp với loại đèn có một phần ánh sáng hắt lên trần, cũng góp phần làm giảm chói loá phản xạ và phản xạ mờ. Để lượng hoá hiệu quả này người ta đã dùng hệ số thể hiện tương phản (CRF) (xem xuất bản phẩm của CIE số 19/2).

### 5.6 Ánh sáng tự nhiên

Sự phát triển của ánh sáng điện không thể loại trừ ánh sáng tự nhiên được dùng phổ biến trong các toà nhà ở bất cứ nơi nào thực hiện được. Ánh sáng tự nhiên được ưa dùng nhiều hơn trong công sở, nhà ở, trường học, phòng bệnh nhân trong bệnh viện so với ở nhà máy và cửa hàng. Trong điều kiện khí hậu nhất định việc sử dụng ánh sáng tự nhiên từ cửa mái có thể tiết kiệm đáng kể năng lượng sử dụng cho chiếu sáng các phòng rộng và nhà máy. Việc này cần được tính toán để cân đối với sự gia tăng và tổn hao nhiệt qua cửa kính (xem xuất bản phẩm của CIE số 16).

## **TCVN 7114: 2002**

### **5.6.1 Chỉ tiêu**

Các cửa sổ có thể bảo đảm

- Giao tiếp thị giác với bên ngoài;
- Độ rọi hữu ích trên vùng làm việc trong khu vực làm việc.

Chiếu sáng tự nhiên bằng cửa mái có thể cung cấp thông tin về điều kiện bầu trời và thời tiết, nhưng không thể bảo đảm giao tiếp thị giác giống như cửa sổ.

Ánh nắng mặt trời trực tiếp luôn là mong muốn với nhiều loại công trình cũng như các ngôi nhà ở thuộc vùng khí hậu ôn đới, nhưng phải tránh ở nơi làm việc. Ánh sáng tự nhiên mang năng lượng mặt trời chiếu vào khu vực làm việc làm tăng nhiệt độ mà có thể phải làm mát căn phòng vào mùa nóng, mặt khác, sự gia tăng nhiệt có thể giảm chi phí sưởi ấm vào mùa lạnh. Tuy nhiên, mất nhiệt qua cửa sổ vào mùa lạnh có thể giảm phần tiết kiệm được và có thể làm tăng chi phí sưởi ấm.

Kích thước và hình dáng tối ưu của cửa sổ và / hoặc cửa mái phải được xác định cho từng công trình tùy theo điều kiện địa phương cần tính toán cân nhắc đến các yêu cầu về kiến trúc, chiếu sáng, thị giác, nhiệt và âm học. Tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí là rất quan trọng nhưng phải đạt được điều đó mà không bỏ qua yêu cầu tiện nghi cho con người.

Chói loá từ cửa sổ được đề cập ở 5.4.2.

### **5.6.2 Yêu cầu giao tiếp thị giác với bên ngoài**

Khi tính toán diện tích cửa sổ tối thiểu cho khu vực làm việc sử dụng thường xuyên cần phải tính đến nhu cầu giao tiếp thị giác với bên ngoài.

Kết quả nghiên cứu cho thấy chiều rộng của các cửa sổ trong nhà ở và một số phòng làm việc ít nhất phải bằng 55 % chiều rộng tường có cửa sổ. Tầm quan sát xung quanh ở tầng một như vậy thích hợp hơn cho nhân viên văn phòng.

Tuy nhiên, ở các phòng làm việc như văn phòng lớn có thể thoả mãn nhu cầu nhìn ra ngoài nếu diện tích cửa kính chiếm 20 % - 30 % diện tích tường có cửa sổ như nhìn từ bên trong; sự thoả mãn giảm rõ rệt nếu diện tích dưới 20 %. Tỷ lệ của chiều rộng cửa sổ với chiều rộng mảng tường xen giữa phải nằm trong khoảng 1,5/1 và 3/1. Phân chia đứng giữa các cửa kính càng ít càng tốt cho dù các cửa sổ phải đặt cách đều nhau dọc theo chu vi. Các cửa sổ cho một khoảng rộng rãi nhìn ra bầu trời có khuynh hướng gây nên sự khó chịu và thoả mãn thấp hơn. Để đạt được điều kiện hợp lý cho giao tiếp với bên ngoài trong các công sở và những môi trường tương tự, bộ cửa sổ phải cao không quá 0,9 m so với sàn.

### **5.6.3 Yêu cầu về độ sáng**

Kích thước cửa sổ đáp ứng các yêu cầu ở 5.6.2 sẽ đảm bảo đủ sáng trong khu vực làm việc về ban ngày. Điều này sẽ áp dụng với căn phòng có chiều sâu xấp xỉ 2 tới 3 lần khoảng cách từ mép trên cửa sổ tới bề mặt cửa. Điều này chỉ có thể áp dụng cho cửa lắp kính trong suốt và những nơi cửa sổ không bị che khuất đáng kể.

Ánh sáng điện bổ xung kết hợp hài hoà với ánh sáng tự nhiên sẽ cải thiện phân bố độ sáng ở các phòng sâu và tránh cảm giác tối tăm ở phần khu vực làm việc cách xa cửa sổ.

#### 5.6.4 Chiếu sáng bằng ánh sáng tự nhiên

Mức ánh sáng tự nhiên trong phòng thay đổi theo thời gian trong ngày và phụ thuộc rất nhiều vào trạng thái bầu trời, sự che khuất bầu trời và hướng của cửa sổ hoặc sự lắp kính cửa trời, cũng như vị trí địa lý. Vì mức ánh sáng tự nhiên luôn luôn thay đổi nên vai trò chủ yếu của tính toán chiếu sáng tự nhiên là dự đoán khoảng thời gian trung bình trong ngày/tháng/năm khi độ rọi quy định trên mặt phẳng làm việc được bảo đảm đủ hoặc vượt bởi chiếu sáng tự nhiên. Với phần thời gian còn lại phải sử dụng thêm ánh sáng điện. Khoảng thời gian sử dụng ánh sáng tự nhiên so với giờ làm việc hàng ngày là cơ sở cho việc dự đoán khả năng tiết kiệm năng lượng và chi phí do sử dụng ánh sáng tự nhiên.

Việc tính toán có tính đến hướng này, phải dựa trên phân bố độ chói trung bình bầu trời của địa phương đã biết.

#### 5.6.5 Ánh sáng tự nhiên và ánh sáng điện

Ánh sáng điện bổ sung hoặc thay thế ánh sáng tự nhiên khi chỉ riêng ánh sáng tự nhiên không thể đảm bảo đủ độ rọi trên mặt phẳng làm việc. Độ rọi ánh sáng điện phải được thiết kế ở điều kiện ánh sáng tự nhiên yếu nhất, có nghĩa là hoàn toàn không có ánh sáng. Phải bố trí thiết bị đóng ngắt mạch và/hoặc điều chỉnh ánh sáng tự động hoặc bằng tay để có thể sử dụng ánh sáng điện ở mọi khu vực vào bất kỳ thời gian nào khi ánh sáng tự nhiên giảm thấp hơn mức yêu cầu.

Trong một số loại nhà, có thể có những căn phòng cần được chiếu sáng hoàn toàn bằng ánh sáng điện. Đặc biệt, trong trường hợp này phải chú ý đến độ chói của mặt tường, sàn và trần. **Bởi vì một căn phòng có tường tối và độ rọi thẳng đứng thấp sẽ thấy tối tăm ngay cả khi mặt phẳng làm việc được chiếu sáng đầy đủ.**

### 5.7 Màu của nguồn sáng

Chất lượng màu của bóng đèn điện trắng - nhạt được đặc trưng bởi hai thuộc tính:

- a) màu của ánh sáng;
- b) khả năng thể hiện màu có ảnh hưởng đến sự hiện màu của vật thể được chiếu sáng bằng đèn điện.

Cả màu ánh sáng và đặc tính thể hiện màu của nguồn sáng được xác định bởi hợp thành quang phổ của ánh sáng phát ra. Tuy nhiên, hợp thành quang phổ hoàn toàn khác nhau, có thể tạo màu ánh sáng tương tự nhưng lại rất khác nhau về tính thể hiện màu. Vì vậy, không thể rút ra kết luận về đặc tính thể hiện màu của đèn điện từ màu ánh sáng phát ra.

#### 5.7.1 Màu ánh sáng

"Màu ánh sáng" của bóng đèn là màu nhìn thấy của ánh sáng phát ra. Có thể mô tả qua nhiệt độ màu tương quan.

## TCVN 7114: 2002

Bóng đèn sử dụng thông thường cho chiếu sáng khu vực làm việc có thể chia thành ba nhóm tùy theo nhiệt độ màu tương quan của chúng (xem bảng 2).

**Bảng 2 - Nhóm màu ánh sáng bóng đèn**

Nhóm màu <sup>1)</sup>	Màu ánh sáng	Nhiệt độ màu tương quan K
1	Ấm	Dưới 3300
2	Trung bình	3300 đến 5300
3	Lạnh	Trên 5300

1) Nhóm 1: thích hợp cho nhà ở  
Nhóm 2: Sử dụng phổ biến nhất trong các nhà sản xuất  
Nhóm 3: Chỉ được dùng cho mức chiếu sáng cao, cho công việc nhiệm vụ đặc biệt (chẳng hạn việc so sánh, chọn màu) hoặc ở vùng khí hậu ấm

Hiển thị màu sắc của đối tượng phụ thuộc vào sự phân bố quang phổ của ánh sáng chiếu sáng, sự thích ứng màu của người quan sát, và đặc trưng phổ phản xạ của bề mặt vật thể.

### 5.7.2 Thể hiện màu

Để biểu thị khách quan tính chất thể hiện màu của nguồn sáng chỉ số thể hiện màu chung  $R_a$  đã được đưa ra. Chỉ số có giá trị 100 nếu nguồn thử cho cùng hiệu quả hệt như nguồn sáng chuẩn. Con số này càng giảm khi tính chất thể hiện màu của bóng đèn thử càng khác xa với nguồn sáng chuẩn.

Để giản tiện cho việc quy định chỉ số thể hiện màu của bóng đèn sử dụng cho chiếu sáng khu vực làm việc, các nhóm thể hiện màu đã được đưa ra như chỉ dẫn trong Bảng 3.

**Bảng 3 - Nhóm hiện màu của bóng đèn**

Nhóm hiện màu	Khoảng giá trị của chỉ số thể hiện màu	Màu ánh sáng	Ví dụ áp dụng	
			Thích hợp	Chấp nhận
1A	$R_a > 90$	Ấm trung bình lạnh	Phân biệt màu, khám bệnh	
1B	$80 < R_a < 90$	Ấm trung bình	Văn phòng, bệnh viện	
		Trung bình lạnh	In; sơn; dệt; ngành sản xuất công nghiệp có yêu cầu cao	
2	$60 < R_a < 80$	Ấm trung bình lạnh	Sản xuất công nghiệp	Văn phòng
3	$40 < R_a < 60$		Công nghiệp thô	Sản xuất công nghiệp
4	$20 < R_a < 40$			Công nghiệp thô



### 5.8 Hiệu quả định hướng

Hiệu quả định hướng của ánh sáng ở mức độ làm cho dễ nhận biết các chi tiết hơn. Ánh sáng hướng theo góc thấp chiếu qua bề mặt sẽ làm rõ các lỗi trên bề mặt cũng như hiện rõ cấu trúc bề mặt. Điều này có thể đặc biệt quan trọng cho công việc kiểm tra.

Ngoài ra, ấn tượng chung về không gian khu vực làm việc nổi bật khi những đường nét kiến trúc, con người và vật thể trong đó được chiếu sáng sao cho hình dáng và cấu trúc bộc lộ rõ ràng và hấp dẫn. Điều này đạt được khi ánh sáng được chiếu từ một nguồn xác định. Tuy nhiên, sự chiếu sáng không được định hướng quá mức để không tạo ra bóng tối đậm, mà cũng không được quá khuếch tán, nếu không hiệu quả nghệ thuật bị mất hoàn toàn.

### 5.9 Hiện tượng nhấp nháy và hiệu ứng hoạt nghiệm

Quang thông của tất cả các bóng đèn sử dụng nguồn điện xoay chiều đều dao động có chu kỳ, dao động ít ở bóng đèn dây tóc và huỳnh quang và rõ ràng hơn ở bóng đèn phóng điện. Dao động ánh sáng có thể gây hiện tượng nhấp nháy hoặc hiệu ứng hoạt nghiệm hoặc cả hai.

Các đèn sử dụng điện áp tần số 50 (60) Hz có ánh sáng dao động theo chu kỳ với tần số 100 (120) Hz. Dao động này rất nhanh và hiếm khi có thể nhận thấy được bằng mắt. Tuy nhiên một số đèn huỳnh quang cũng có ánh sáng dao động với tần số 50 (60) Hz, xuất hiện chủ yếu gần điện cực ở phần cuối của bóng đèn và một số người nhận thấy giống như hiện tượng nhấp nháy. Điều này có thể tránh được bằng cách che kín phần cuối đèn huỳnh quang. Nhấp nháy thường tăng khi đèn huỳnh quang bị lão hoá và có thể khắc phục bằng cách thay thế định kỳ.

Hiện tượng nhấp nháy ở đèn thuỷ ngân cao áp, đèn halôgen kim loại và bóng đèn natri có vỏ trong suốt dễ nhận thấy hơn là với lớp phủ huỳnh quang ở vỏ ngoài bóng đèn.

Nhấp nháy do dao động điện áp bất thường (không theo chu kỳ) có thể dễ nhận rõ nhưng không đáng lo ngại.

Hiệu ứng hoạt nghiệm xảy ra trên các máy móc chuyển động quay và các vật chuyển động khác gây khó chịu nếu công việc yêu cầu chú ý đặc biệt. Có thể nguy hiểm khi hiệu ứng hoạt nghiệm này xuất hiện ở các bộ phận quay của máy móc bởi có thể gây nên cảm giác vận tốc bị giảm, máy ngừng quay hoặc đảo chiều quay có thể là yếu tố nguy cơ tiềm ẩn. Điều này có thể tránh bằng cách dùng đèn nung sáng để chiếu sáng các bộ phận quay của máy móc. Tuy nhiên, hiệu ứng hoạt nghiệm có thể được dùng có chủ ý cho mục đích kiểm tra.

Hiệu ứng hoạt nghiệm có thể làm giảm bằng cách phân chia các đèn giữa 3 pha hoặc, trong trường hợp của đèn huỳnh quang, bằng cách sử dụng mạch chậm pha. Hiện tượng nhấp nháy và hiệu ứng hoạt nghiệm có thể giảm một cách hiệu quả nhất bằng cách sử dụng đèn ở điện áp có tần số cao

**5.10 Hiệu suất chiếu sáng điện**

Chi phí toàn bộ cho hệ thống thiết bị chiếu sáng phụ thuộc vào chi phí đầu tư và chi phí vận hành sử dụng. Chi phí vận hành được xác định bởi các yếu tố sau

- a) Độ rọi yêu cầu;
- b) Hiệu suất của bóng đèn và tỷ lệ hiệu suất ánh sáng của đèn;
- c) Hệ số hiệu dụng của hệ thống chiếu sáng;
- d) Chi phí cho bảo quản;
- e) Thời gian sử dụng;
- f) Sử dụng liên tục hay không liên tục.

Khi lựa chọn trang bị chiếu sáng để bảo đảm hiệu quả kinh tế nhất không những cần quan tâm tới chi phí ban đầu mà còn phải chú ý tới chi phí vận hành sử dụng trong khoảng thời gian nhất định. Điều này có thể phải chấp nhận đầu tư cao hơn để đạt được tổng chi phí thấp hơn.

Các giá trị độ rọi trong bảng 1 dựa trên tương quan giữa hoạt động thị giác và độ chói bề mặt làm việc, trên kinh nghiệm thực tế và tính toán kinh tế.

Trong tình huống cụ thể năng lượng tiêu thụ và phần cơ bản của chi phí vận hành giảm cân xứng với sự tăng hiệu suất bóng đèn và hệ số hiệu dụng của đèn.

Hệ số hiệu dụng có tính đến tỷ lệ hiệu suất ánh sáng của đèn, phân bố cường độ sáng và cách bố trí đèn cũng như tính chất của khu vực làm việc như kích thước và độ phản xạ của các bề mặt trong phòng. Hệ số hiệu dụng càng lớn thì tiêu thụ năng lượng và chi phí vận hành chiếu sáng càng thấp.

Sự bảo dưỡng thích hợp cũng là thông số quan trọng cần được chú ý trong kinh tế chiếu sáng. Hệ thống chiếu sáng được bảo dưỡng càng tốt bằng cách thay thế đúng định kỳ các bóng đèn, lau sạch thường xuyên trang thiết bị và các bề mặt trong phòng, thì sự chênh lệch sẽ càng nhỏ giữa độ rọi ban đầu khi lắp đặt và độ rọi khuyến nghị.

Cho phép sử dụng linh hoạt chiếu sáng, có thể áp dụng chiếu sáng khu vực, hoặc chiếu sáng cục bộ bổ xung cho chiếu sáng chung. Chiếu sáng cục bộ cũng phải được sử dụng nếu độ rọi ánh sáng cao hơn chỉ đòi hỏi ở những chỗ nhất định. Điều khiển bằng thiết bị đóng ngắt điện hoặc tăng giảm ánh sáng, cho phép tắt bớt một số đèn khi cần hoặc điều chỉnh cho phù hợp với mức ánh sáng tự nhiên để, giảm tiêu thụ năng lượng và chi phí vận hành.

**6 Vận hành hệ thống chiếu sáng**

**6.1 Bảo quản**

Mức độ rọi từ hệ thống trang bị chiếu sáng trong nhà giảm dần trong quá trình sử dụng do

- Tích lũy bụi trên đèn và các bề mặt khác;
- Quang thông suy giảm do bóng đèn già.

Bởi vậy, bảo quản tốt hệ thống chiếu sáng, sẽ giảm hư hỏng thiết bị và khu vực làm việc, tăng độ an toàn, duy trì hiệu quả chiếu sáng trong giới hạn thiết kế, giúp giảm thiểu tải điện và chi phí cơ bản. Bảo quản bao gồm thay mới các bóng đèn đã kém sáng hoặc hư hỏng và thiết bị điều khiển, lau sạch đèn và các bề mặt trong phòng vào những khoảng thời gian thích hợp. Do vậy, cần tạo điều kiện tiếp cận các đèn dễ dàng để thuận tiện cho việc bảo quản.

Số lần lau đèn tối ưu cho một hệ thống chiếu sáng phụ thuộc vào loại đèn, mức độ tích lũy bụi, giá chi phí lau đèn. Có thể kinh tế hơn nếu kết hợp lau đèn với thay thế bóng đèn.

Trong một hệ thống chiếu sáng lớn thay thế toàn bộ các bóng đèn ở thời gian quy định có thể thích hợp hơn là thay từng bóng mỗi khi hư hỏng. Đây gọi là thay thế theo nhóm. Thay thế riêng từng cái thường rất đắt, có thể còn khó thực hiện ở những khu vực bận rộn trong toà nhà, và có thể gây ra sự khác biệt rõ rệt về màu sắc và độ chói của đèn.

Thiết kế hệ thống chiếu sáng cần tính đến sự suy giảm quang thông bằng cách bảo đảm độ rọi ban đầu cao hơn so với yêu cầu. Điều này được thực hiện bằng việc đưa vào hệ số suy giảm ánh sáng phù hợp hoặc hệ số duy trì trong tính toán chiếu sáng, giá trị của các thông số này phụ thuộc vào điều kiện bụi bẩn, thời hạn bảo dưỡng theo thoả thuận giữa nhà thiết kế và người sử dụng, và loại đèn lựa chọn.

## 6.2 Đo ánh sáng

Các số liệu đo tại hiện trường ở hệ thống chiếu sáng có thể được sử dụng để kiểm tra theo quy định kỹ thuật hoặc hướng dẫn thực tế. Chúng có thể so sánh với các kết quả đo đạc, khảo sát trước đó để xem xét việc bảo quản, sửa chữa hoặc thay thế.

Khảo sát so sánh có thể cũng hữu ích khi thiết kế một hệ thống chiếu sáng thiết thực cả trên quan điểm chất lượng chiếu sáng và tiết kiệm chi phí.

### 6.2.1 Thiết bị đo

Để đo được chính xác, máy đo độ rọi phải có tế bào quang điện chỉnh cosin để tính hiệu quả của ánh sáng chiếu xiên góc, và phải chỉnh màu phù hợp với chuẩn đo ánh sáng của CIE [V( t)].

Máy đo độ chói phải được hiệu chỉnh màu. Góc mở  $1^\circ$  là phù hợp cho mọi trường hợp. Góc mở nhỏ hơn cần cho các phép đo đặc biệt, ví dụ công việc thị giác với chi tiết nhỏ.

### 6.2.2 Xác định độ rọi trung bình

Độ rọi phải được đo tại mặt phẳng làm việc thích hợp. Tại các phòng chưa đặt thiết bị, đồ đạc, độ cao mặt phẳng làm việc chưa được biết, phép đo phải thực hiện ở độ cao 0,85 m so với mặt sàn (đối với công việc văn phòng; tiêu chuẩn Mỹ quy định là 0,76 m còn theo tiêu chuẩn Anh là 0,7 m). Tại khu vực lưu thông độ cao mặt phẳng đo phải không lớn hơn 0,2 m.

## **TCVN 7114: 2002**

Trong khi đo, ánh sáng tới phải không ảnh hưởng bởi người tiến hành đo hoặc đối tượng di dời (xấp bóng, phản xạ).

Thông thường, đo độ rọi trung bình trên mặt phẳng ngang được thực hiện trong phòng trống hoặc các phòng hoặc khu vực không có đồ đạc cao hơn mặt phẳng đo. Điều này không áp dụng cho khu vực kho tàng hoặc khu vực bị che khuất bởi đồ đạc hoặc máy móc là những bộ phận vốn có của khu vực đó, ví dụ: thư viện.

Nếu đo để kiểm tra hệ thống chiếu sáng mới cần thận trọng để phép đo được thực hiện trong điều kiện thích hợp (sử dụng điện áp danh định, nhiệt độ môi trường, lựa chọn bóng đèn,...) hoặc số đo của máy đo độ rọi phải được hiệu chỉnh có tính đến các điều kiện này.

Diện tích sàn của căn phòng hoặc khu vực đo được chia thành các ô hình chữ nhật tương đương về kích thước và hình dạng, kích thước được chọn tùy thuộc kích thước và chiều cao của căn phòng và khoảng cách giữa các đèn,.. Tỷ lệ chiều dài và chiều rộng hình chữ nhật phải không lớn hơn 2:1. Độ rọi được đo tại điểm giữa của hình chữ nhật và độ rọi trung bình được tính từ tất cả số đọc. Thông thường khoảng cách giữa các điểm đo trong phòng có chiều cao bình thường được lấy xấp xỉ bằng 1 m đến 2 m; trong công nghiệp có nhà xưởng cao với khoảng cách bố trí đèn rộng, khoảng cách giữa các điểm đo có thể lớn hơn và bằng 5 m. Xác định vị trí các điểm đo phải liên quan với vị trí của các đèn sao cho số liệu đo được không phải chỉ là giá trị cực đại hoặc cực tiểu.

### **6.2.3 Đo độ rọi ở không gian làm việc**

Việc đo phải được tiến hành tại đúng vị trí có công việc đang được thực hiện. Điều này phải được thực hiện khi người lao động đang ở vị trí làm việc bình thường và với bóng bình thường của họ. Đầu thu của máy đo ánh sáng phải đặt ở mặt phẳng làm việc thích hợp (ngang, thẳng đứng hoặc nghiêng). Phải chú ý không gây cản trở cho công việc đang được thực hiện hoặc che khuất ánh sáng chiếu tới. Trong khi đo độ rọi chiếu sáng không cho phép sửa đổi hệ thống chiếu sáng.

Nơi mà diện tích làm việc nhỏ, phải đo ít nhất một lần tại trung tâm của khu vực. Để đo chi tiết hơn, diện tích không gian làm việc được chia thành các ô thích hợp.

Độ đồng đều của độ rọi có thể xem xét trên hai vùng: tại chỗ làm việc và khu vực lân cận, và trong toàn bộ khu vực làm việc. Tại chỗ, nơi làm việc và khu vực liền kề, độ đồng đều của độ rọi là quan trọng. Để kiểm tra độ đồng đều cần đo tại một số điểm trên toàn khu vực làm việc.

### **6.2.4 Đo độ chói**

Khảo sát độ chói phải được tiến hành trong các điều kiện làm việc thực tế từ các điểm làm việc đại diện. Máy đo độ chói phải được đặt ngang tầm mắt người lao động và hướng về phía nguồn sáng, ánh sáng phản xạ hoặc bề mặt cần quan tâm.

Không gian làm việc sử dụng cả thời gian ban ngày và ban đêm sẽ phải đo trong cả hai điều kiện.

Trong hầu hết các trường hợp, đặc điểm độ chói trong phòng được xác định chủ yếu bởi độ chói các mặt phẳng sau:

- a) công việc thị giác;
- b) khu vực liền kề xung quanh của công việc;
- c) nền quan sát chung;
- d) mặt phẳng thẳng đứng đối diện người quan sát;
- e) trần nhà;
- f) các đèn và cửa sổ;
- g) tại các điểm làm việc cần phải tránh phản xạ mờ, cũng cần phải đo những độ chói có thể làm tăng ánh sáng phản xạ.

**Phụ lục A**  
(tham khảo)

**Phương pháp lựa chọn đèn để hạn chế chói loá**

Phương pháp trình bày sau đây dựa trên hệ thống bảo vệ chống chói của CIE (xuất bản phẩm của CIE số 29/2)

**A.0 Khái quát**

Khi các đèn chiếu sáng được bố trí theo một sơ đồ thông thường thì có thể áp dụng hệ thống bảo vệ chói loá của CIE để lựa chọn các đèn thích hợp cho chiếu sáng chung trong phòng làm việc. Phương pháp này bao gồm sử dụng hệ đường cong độ chói kết hợp với hệ góc che chắn cho các đèn có các bộ phận phát sáng và bóng đèn nhìn thấy được quá phạm vi góc nhìn tới hạn.

**A.1 Hệ đường cong độ chói**

Trong khu vực làm việc được chiếu sáng bằng các đèn treo trên trần bố trí theo cách thông thường có thể hạn chế chói loá gây khó chịu bằng cách áp dụng hệ đường cong giới hạn độ chói của các đèn trong phạm vi góc tới hạn  $\gamma$  từ  $45^\circ$  đến  $85^\circ$  so với trục đường thẳng kẻ từ tâm đèn.

Phạm vi góc tới hạn mà giới hạn độ chói của các đèn cần bảo đảm bao gồm các góc nằm giữa  $45^\circ$  và góc  $\gamma$  giữa đường thẳng đứng kẻ từ tâm đèn với đường thẳng kẻ từ mắt người quan sát đến đèn ở vị trí xa nhất (xem hình A.1). Vì những lý do thực tế góc  $\gamma$  có giá trị cực đại cần tính tới là  $85^\circ$

Chói loá trực tiếp được hạn chế đến mức chấp nhận được nếu độ chói trung bình của đèn (cường độ sáng ở hướng quan sát chia cho diện tích hình chiếu của mặt phát sáng theo hướng đó) không vượt giá trị các đường cong giới hạn trong hình A.2 và A.3 trong phạm vi góc  $\gamma$  thích hợp. Các hình này cho các đường cong hạn chế độ chói theo một thang các mức hệ số chói loá tương ứng với các cấp chất lượng từ A đến E cho các giá trị độ chói khác nhau. Thang mức hệ số chói loá G được nói tới trong hình A.2 và A.3 bao gồm các điểm chủ yếu sau: 0 = không chói loá, 2 = hơi chói loá, 4 = chói loá nghiêm trọng, 6 = chói loá không chịu được.

Việc lựa chọn hình A.2 hay hình A.3 phụ thuộc vào loại đèn, hướng bố trí đèn và hướng quan sát, và được chỉ rõ trong tiêu đề của các hình vẽ.

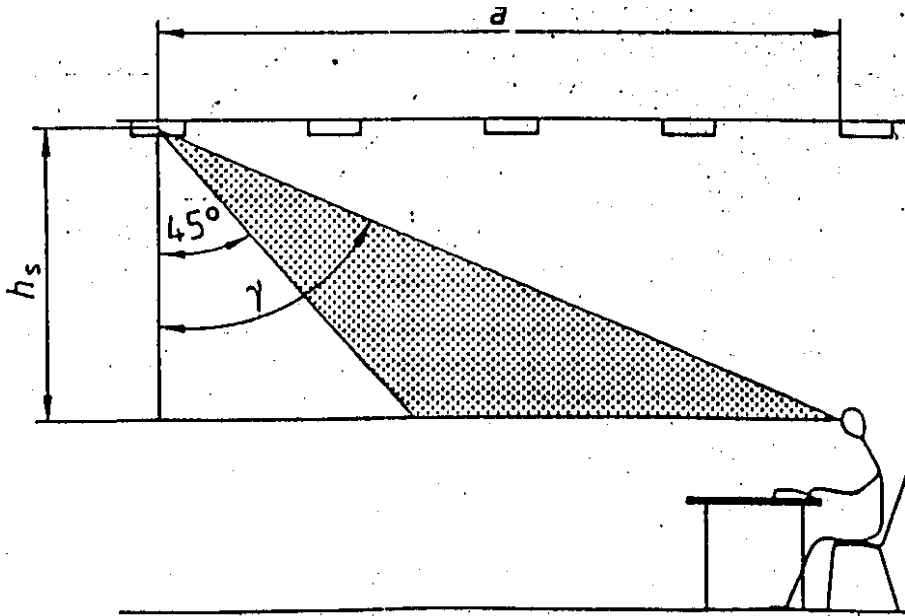
Để hạn chế chói loá, kiểu loại đèn cần được xác định theo các chỉ tiêu sau :

- 1a) các đèn có mặt bên phát sáng.
- 1b) các đèn không có mặt bên phát sáng.

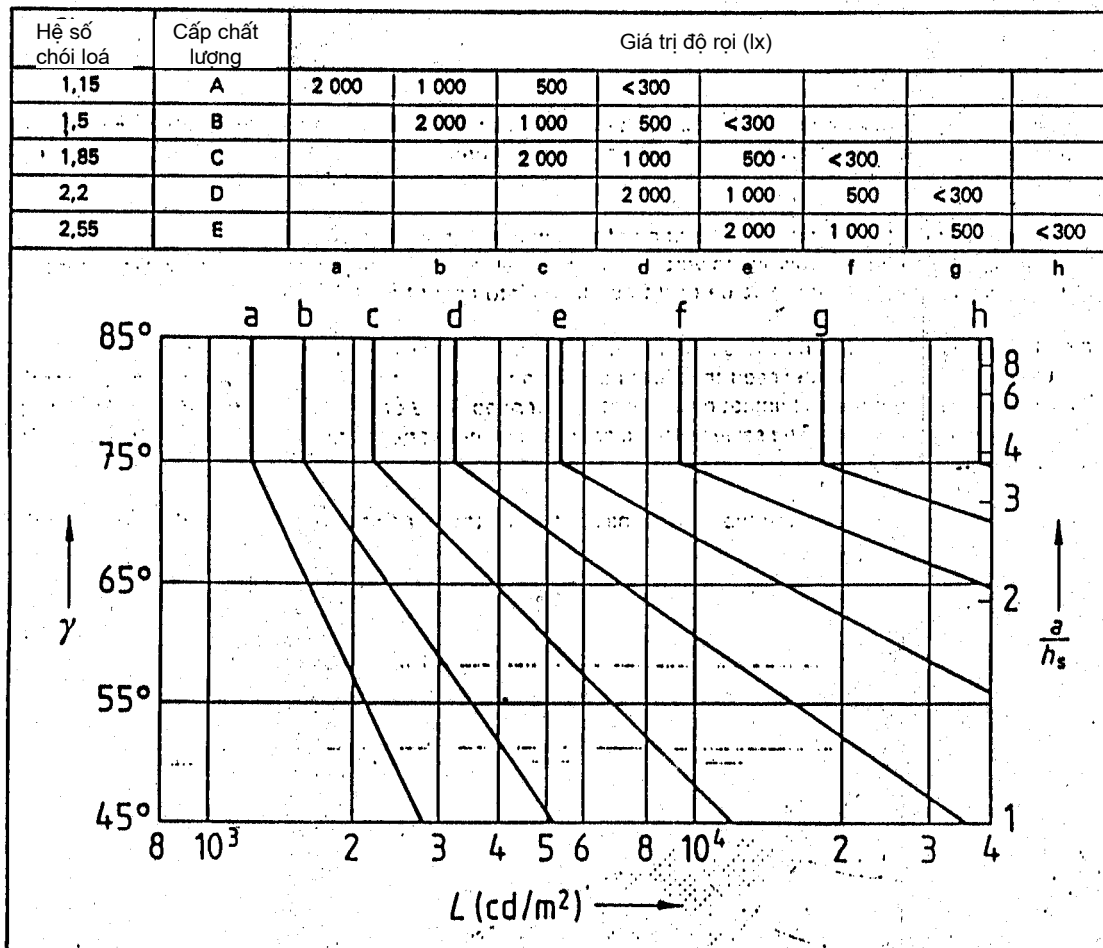
Chú thích 1 - Một đèn có mặt bên phát sáng với độ cao không quá 30 mm được coi là đèn không có mặt bên phát sáng.

- 2a) Đèn loại dài
- 2b) Đèn không phải loại dài.

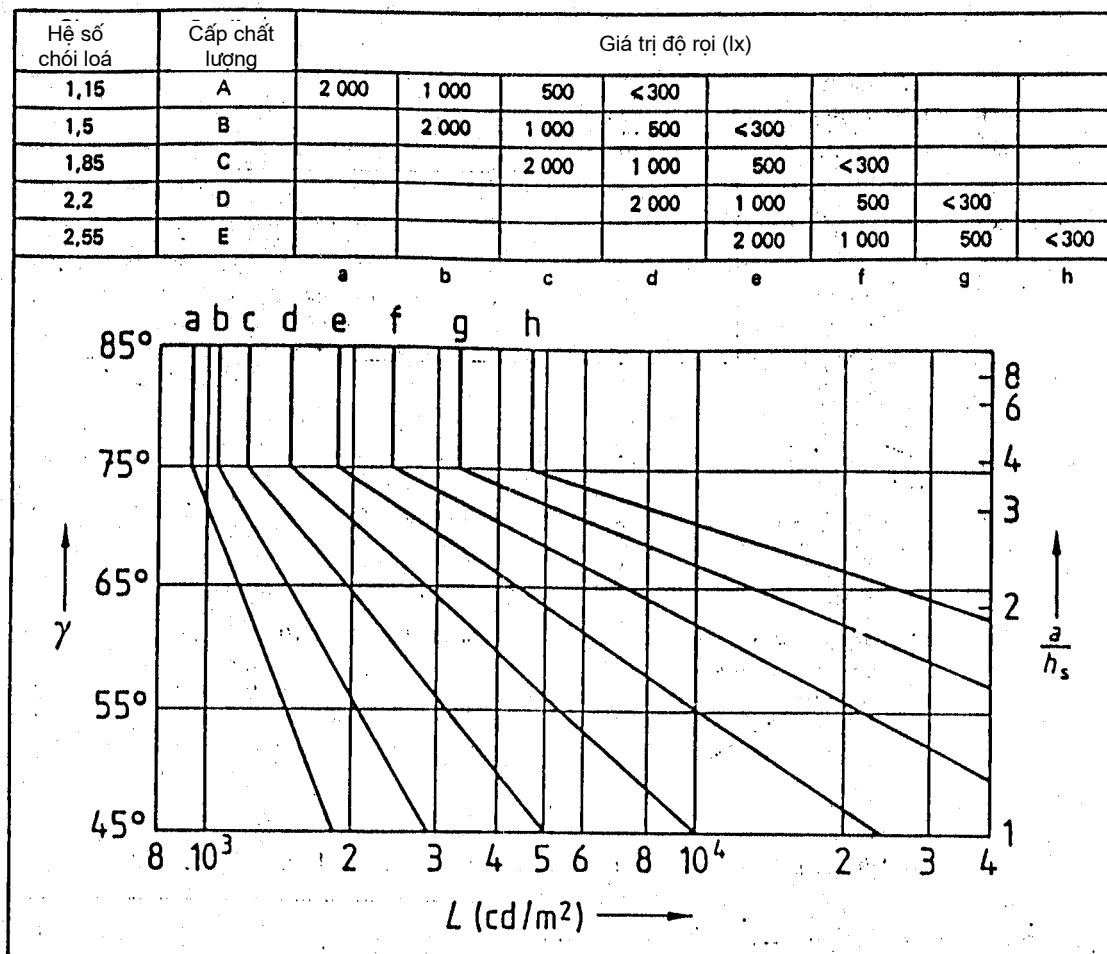
Chú thích 2 - Một đèn được gọi là dài khi tỉ lệ giữa chiều dài và chiều rộng của mặt phát sáng d không nhỏ hơn 2:1.



Hình A.1 - Góc giới hạn độ chói của các đèn cần bảo đảm



Hình A.2 - Đường hạn chế độ chói cho tất cả các đèn không có mặt bên phát sáng và các đèn dài có mặt bên phát sáng khi nhìn từ cuối đèn (theo chiều dọc)

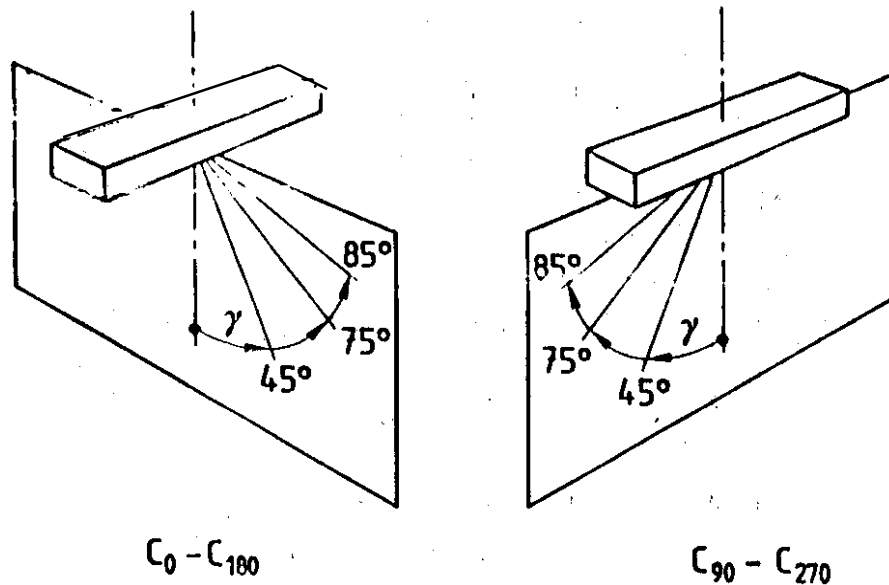


Hình A.3 - Đường hạn chế độ chói cho tất cả các đèn có mặt bên phát sáng ngoại trừ các đèn dài có mặt bên phát sáng khi nhìn theo chiều dọc đèn

### A.1.1 Hướng của đèn

Khi sử dụng các hình A.2 và A.3 cần phải xem xét phân bố độ chói của đèn trong các mặt phẳng chính vuông góc với nhau tức là mặt phẳng  $C_0 - C_{180}$  và  $C_{90} - C_{270}$  (xem hình A.4).





**Hình A.4 - Các mặt phẳng C và  $\gamma$  để kiểm tra phân bố độ chói của đèn**

Khi các đèn treo theo chiều có mặt phẳng  $C_0 - C_{180}$  song song với chiều dài phòng thì phân bố độ chói của đèn trong mặt phẳng trên phải được dùng để kiểm tra hạn chế chói loá theo hướng dọc phòng và phân bố độ chói của đèn trong mặt phẳng  $C_{90} - C_{270}$  dùng để kiểm tra hạn chế chói loá theo hướng ngang phòng (theo chiều rộng).

Khi các đèn treo theo chiều có mặt phẳng  $C_{90} - C_{270}$  song song với chiều dài phòng thì mặt phẳng phải được dùng để kiểm tra hạn chế chói loá theo hướng dọc phòng còn phân bố độ chói trong mặt phẳng  $C_0 - C_{180}$  được dùng để kiểm tra hạn chế chói loá ở hướng ngang phòng.

Đối với đèn dài mặt phẳng  $C_{90} - C_{270}$  song song với trục dọc bóng đèn khi mặt phẳng này song song với hướng nhìn thì gọi là hướng nhìn theo chiều dọc (hướng nhìn dọc đèn), khi mặt phẳng  $C_{90} - C_{270}$  vuông góc với hướng nhìn thì gọi là hướng nhìn ngang đèn.

#### **A.1.2 Tỷ lệ $a/h_1$**

Thay vì sử dụng các góc tới hạn  $\gamma$  thích hợp, có thể sử dụng tỷ lệ tới hạn của  $a/h_1$  với các giá trị được ghi ở cạnh bên phải của hình A.2 và A.3 :  $a$  là khoảng cách theo chiều ngang và  $h_1$  là khoảng cách theo chiều thẳng đứng tính từ đèn xa nhất đến mắt người quan sát (xem hình A.1).

#### **A.1.3 Đường cong độ chói**

Phân bố độ chói của đèn trong mặt phẳng  $C_0 - C_{180}$  và mặt phẳng  $C_{90} - C_{270}$  cần xét tới phải là giá trị ban đầu, tức là quang thông ban đầu được sử dụng trong tính toán. Độ chói trung bình của đèn ở một

## **TCVN 7114: 2002**

hướng có thể tính bằng tỷ số giữa cường độ sáng ở hướng đó với diện tích mặt phát sáng nhìn thấy từ hướng này.

### **A.1.4 Cấp chất lượng**

Đối với các hoạt động và / hoặc các loại phòng khác nhau thì tầm quan trọng và mức độ yêu cầu hạn chế chói loá có khác nhau. Vì vậy, đưa ra 5 cấp chất lượng.

Cấp A : chất lượng rất cao, hoạt động thị giác rất chính xác.

Cấp B : chất lượng cao, công việc có yêu cầu thị giác cao.

Cấp C : chất lượng trung bình, công việc có yêu cầu thị giác trung bình.

Cấp D : chất lượng thấp, công việc có yêu cầu thị giác và mức độ tập trung thấp.

Cấp E : chất lượng rất thấp, các phòng làm việc người lao động không làm việc tại một vị trí nhất định và công việc có yêu cầu thị giác thấp.

Một ví dụ hướng dẫn về cấp chất lượng phù hợp được giới thiệu trong bảng B.1 cùng với ví dụ về các mức độ rọi khuyến nghị. Giá trị độ rọi khuyến nghị từ 300 lux trở lên là một thông số kết hợp với cấp chất lượng để lựa chọn đường cong hạn chế độ chói thích hợp.

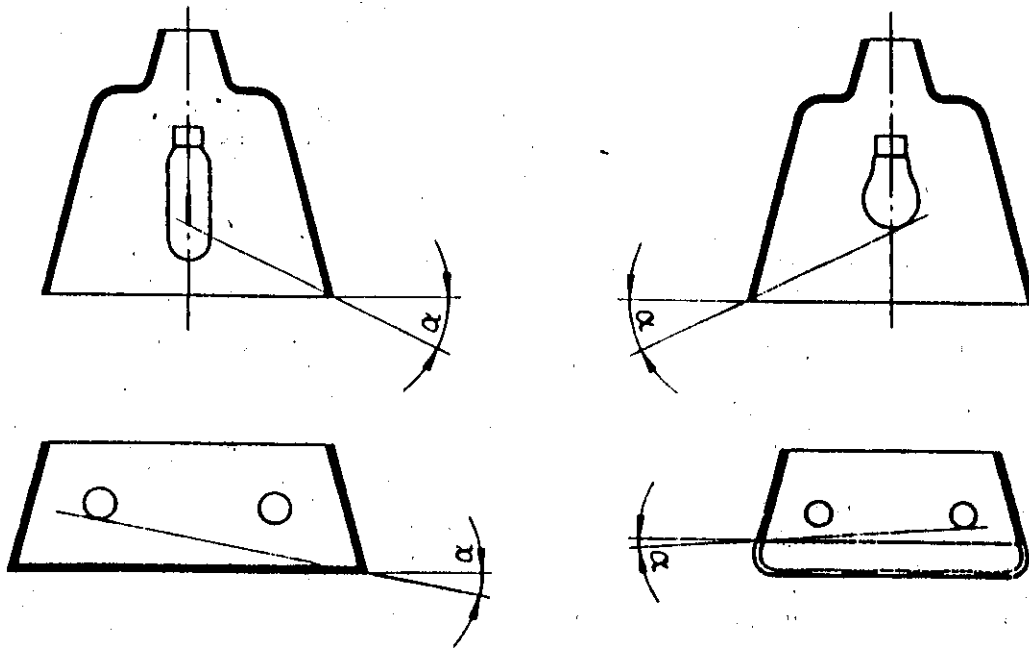
### **A.1.5 Điều kiện áp dụng hệ đường cong độ chói**

Các đường cong hạn chế độ chói được áp dụng nếu hội nhập đủ ba điều kiện sau :

- a) Chiếu sáng chung
- b) Hướng nhìn chủ yếu theo phương ngang hoặc nhìn xuống.
- c) Độ phản xạ của trần ít nhất là 0,5, của tường và thiết bị là 0,25.

### **A.1.6 Góc che chắn**

Đối với các đèn có tấm phản xạ khuếch tán mà có thể nhìn thấy bóng đèn hoặc các phần phát sáng từ hướng nhìn có góc hợp với phương thẳng đứng bằng hoặc lớn hơn  $45^{\circ}$ , không phải chỉ hạn chế độ chói trung bình theo các đường cong giới hạn chói loá trung bình A.2 và A.3 mà ngoài ra các bóng đèn phải được che chắn thích hợp, mức độ che chắn phụ thuộc vào độ chói bóng đèn và cấp chất lượng được lựa chọn. Góc che chắn cần thiết (xem hình A.5) được giới thiệu trong bảng A.1. Nếu góc che chắn nhỏ hơn giá trị ghi trong bảng thì phải sử dụng độ chói bóng đèn như trình bày trong hình A.3 để kiểm tra hạn chế chói loá. Đối với đèn dùng bóng huỳnh quang chỉ cần xem xét góc che chắn ở mặt phẳng  $C_0 - C_{180}$ .



Hình A.5 - Góc che chắn đối với các loại đèn có thể nhìn thấy bóng hoặc các phần phát sáng (hoặc ảnh phản xạ) từ các hướng góc tới hạn

Bảng A.1 - Góc che chắn bổ sung tối thiểu đối với các đèn có bóng và các bộ phận phát sáng nhìn thấy từ các hướng góc tới hạn

Khoảng độ chói trung bình của các đèn cd/m <sup>2</sup>	Chất lượng hạn chế chói loá		Kiểu bóng đèn
	A,B,C	D,E	
$L \leq 20 \times 10^3$	20°	10°	Bóng đèn huỳnh quang
$20 \times 10^3 < L \leq 500 \times 10^3$	30°	20°	Đèn phóng điện áp suất cao có vỏ bóng huỳnh quang hoặc tán xạ ánh sáng.
$500 \times 10^3 < L$	30°	30°	Đèn phóng điện áp suất cao có vỏ bóng trong suốt. Đèn nung sáng bóng trong suốt

**A.2 Hạn chế chói loá đối với các trần phát sáng**

Đối với các trần phát sáng sẽ phù hợp với yêu cầu hạn chế chói loá nếu độ chói của trần không vượt quá 500cd/m<sup>2</sup> ở hướng hợp với phương thẳng đứng một góc bằng hoặc lớn hơn 45°.

**A.3 Tương quan giữa đường cong độ chói với các hệ thống quốc gia khác**

Hệ đường cong độ chói cho kết quả trong giới hạn quy định ở A.1.6 tương ứng với các hệ thống đánh giá khác được trình bày trong bảng A.2. Cần chú ý rằng mỗi đường cong hạn chế độ chói (được ký hiệu bằng chữ cái) tương ứng với một chỉ số chói loá (GI) hoặc chỉ tiêu xác suất tiện nghi thị giác (VCP) cho mọi giá trị độ rọi nhưng nó lại tương ứng với nhiều hệ số chói loá và cấp chất lượng chiếu sáng trong hệ thống đường cong độ chói tùy theo độ rọi trên mặt phẳng làm việc.

**Bảng A.2 - Mức độ tương đương gần đúng giữa các cấp chất lượng hạn chế chói loá trong hệ thống đánh giá của các quốc gia**

Hệ đường cong độ chói	Ký hiệu đường	a	b	c	d	e	f	g	h
Hệ thống chỉ số chói loá	GI	15,5	17,0	18,5	20,0	21,5	23	24,5	26,0
Hệ thống xác suất tiện nghi thị giác	VCP			75%	65%	55%	45%		

**A.4 Hướng dẫn sử dụng hệ đường cong độ chói và ví dụ minh hoạ**

Để sử dụng hình A.2 và A.3 cần phải

- a) Chọn đúng hình phù hợp trên cơ sở xem xét loại đèn và hướng bố trí đèn. Nếu không có hướng quan sát cố định thì sử dụng :
  - Hình A.2 đối với các đèn không có mặt bên phát sáng, trường hợp đặc biệt là đèn lắp chìm.
  - Hình A.3 đối với các đèn có mặt bên phát sáng theo chỉ dẫn trong A.1.
- b) Chọn đường hạn chế độ chói tương ứng với cấp chất lượng và mức độ rọi yêu cầu.
- c) So sánh độ chói của đèn xác định cho quang thông ban đầu của bóng đèn (lấy từ catalô của nhà chế tạo), với đường cong hạn chế chói loá đã chọn.

Hệ thống chiếu sáng sẽ không gây chói loá nếu độ chói của đèn nhỏ hơn giá trị của đường hạn chế độ chói ở hướng đang xét. Điều này luôn luôn được thoả mãn nếu đường cong độ chói trung bình của đèn nằm hoàn toàn về phía trái đường giới hạn. Nếu nó nằm hoàn toàn về bên phải thì đèn không phù hợp với yêu cầu hạn chế chói loá.

Nếu đường cong độ chói trung bình cắt đường giới hạn thì phải bảo đảm chắc chắn rằng độ chói của đèn luôn nhỏ hơn độ chói giới hạn theo mọi hướng quan sát trong phòng.

#### A.4.1 Xác định yêu cầu chói loá trực tiếp của một đèn hình chữ nhật trong một phòng

Ví dụ 1: Đèn lắp chìm (recessed)

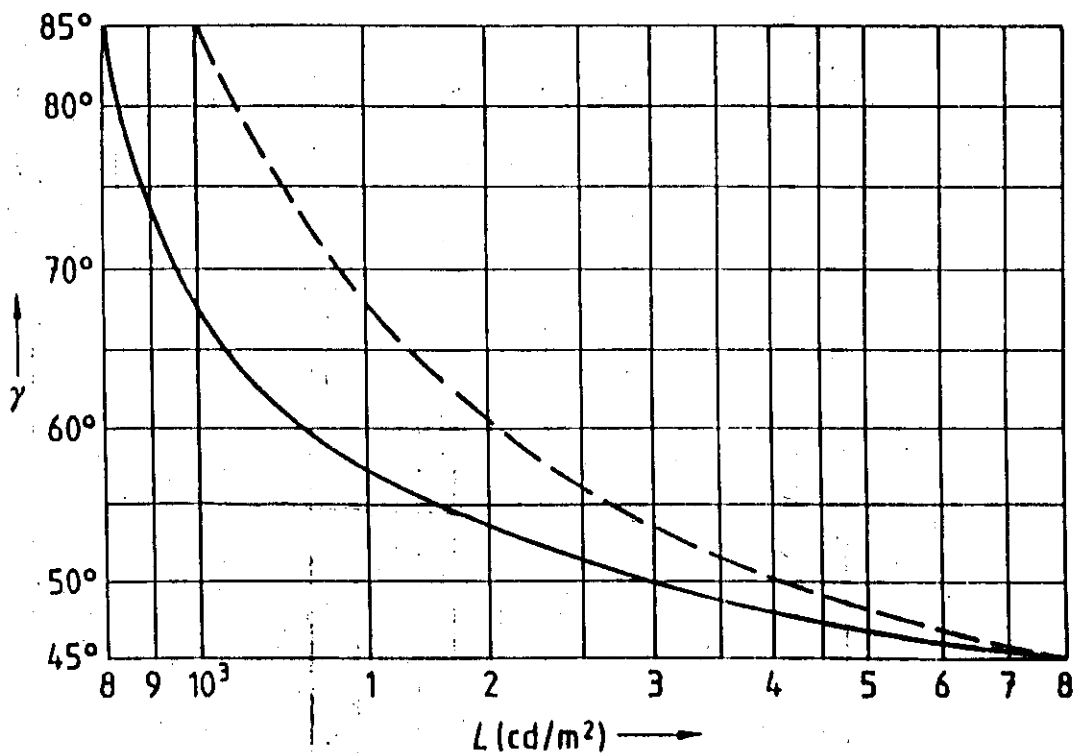
a) Các điều kiện thiết kế:

1/ Đèn lắp chìm với chụp khuếch tán, kiểu lăng kính bố trí song song với hướng nhìn của người lao động trong văn phòng;

2/  $E = 600 \text{ lux}$ ;

3/  $h_s = 1,80 \text{ m}$  ( xem hình A.1);

4/ Đường cong độ chói do nhà sản xuất cung cấp (xem hình A.6).



----- Mặt phẳng vuông góc với trục của đèn huỳnh quang  
 ————— Mặt phẳng song song với trục của đèn huỳnh quang

Hình A.6 - Đường cong độ chói cho ví dụ 1 và 2

**TCVN 7114: 2002**

b) Sử dụng hình A.2

Vì đèn không có mặt bên phát sáng nên cần sử dụng hình A.2.

Vì đèn được bố trí song song với hướng nhìn chính, đường cong độ chói trong mặt phẳng song song với trục của đèn huỳnh quang được đưa vào hình A.2 (xem hình A.7).

Đường cong độ chói của của đèn nằm hoàn toàn về phía bên trái của đường cong giới hạn C.

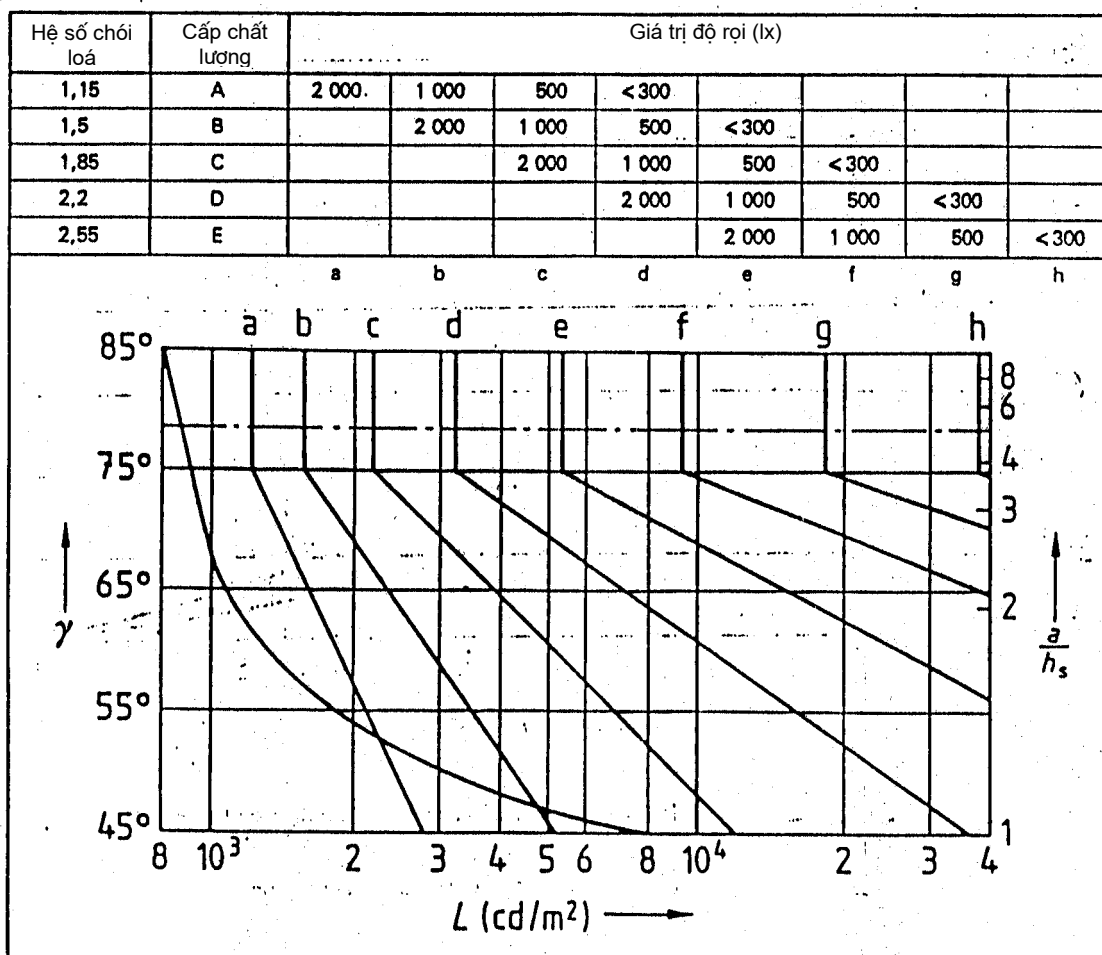
Do vậy, đèn trong ví dụ này áp dụng được cho độ rọi làm việc ở các mức:

500 lx - Cấp chất lượng A

1000 lx - Cấp chất lượng B

2000 lx - Cấp chất lượng C

Cho mọi kích thước của phòng



Hình A.7 - Sử dụng cho hình A.2

Ví dụ 2: Đèn treo có mặt bên phát sáng.

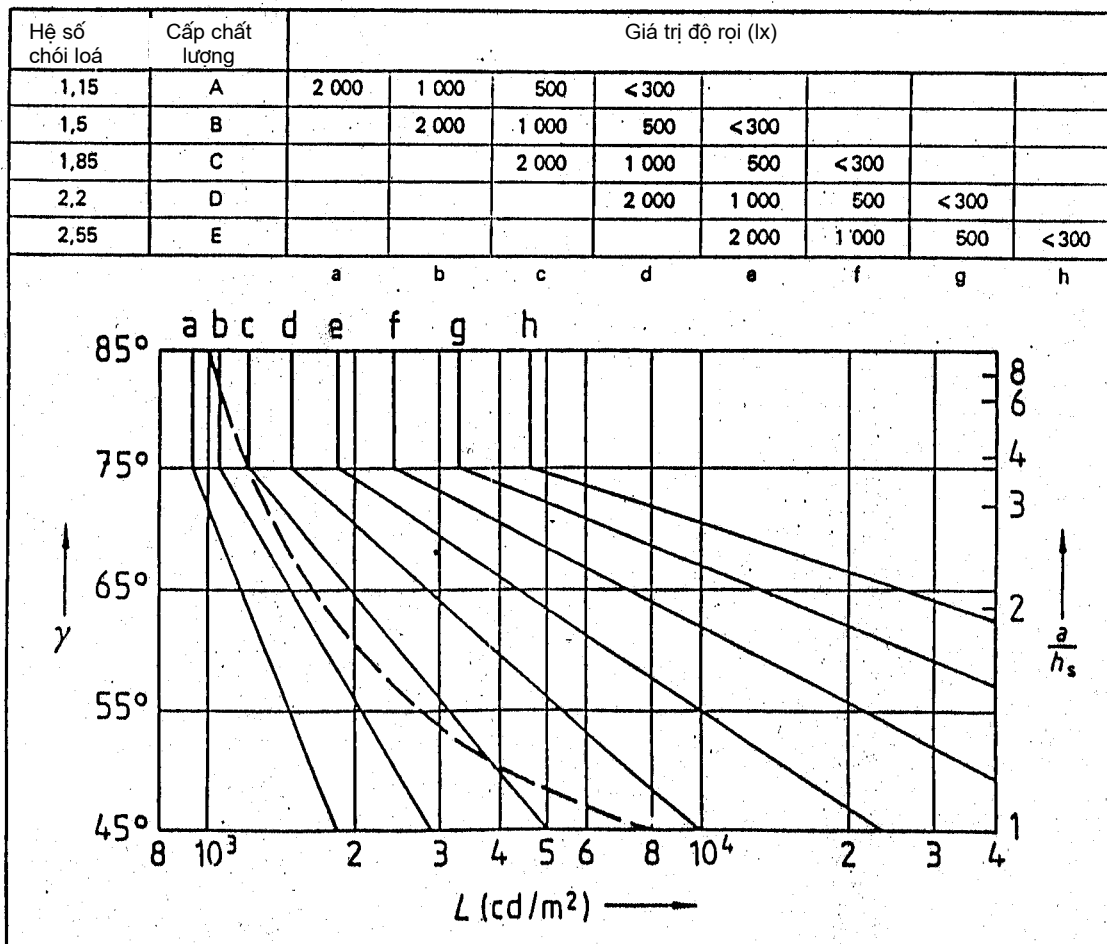
Với một đèn dài có mặt bên phát sáng và hướng nhìn của người quan sát song song với trục dọc hình A.3 sẽ được sử dụng. Tuy nhiên nếu hướng của đèn không được biết thì trong trường hợp xấu nhất hướng nhìn của người quan sát có thể cắt ngang đèn. Vì lý do này hình A.3 được sử dụng.

Hình A.8 cho thấy hình A.3 với đường cong độ chói của đèn trong mặt phẳng cắt ngang trục đèn huỳnh quang.

Vì vậy, đèn chiếu sáng được áp dụng cho cấp chất lượng tương ứng với đường cong giới hạn, tuân theo các yêu cầu sau:

- $d$  cho phòng có chiều dài không lớn hơn  $a = 2 h_s$ ;
- $e$  cho phòng có chiều dài không lớn hơn  $a = 3 h_s$ ;
- $f$  cho phòng có chiều dài bất kỳ

Điều này có nghĩa là đèn chiếu sáng được phép sử dụng, ví dụ, cho cấp chất lượng B/300 lx với  $a = 3 h_s$



Hình A.8 - Sử dụng hình A.3

**Phụ lục B**

(tham khảo)

**Độ rọi khuyến nghị và cấp chất lượng giới hạn chói loá**

**B.0 Giới thiệu**

Phụ lục này giới thiệu trong B.3, một thí dụ về các mức độ rọi hướng dẫn mà một nước có thể đưa ra trên cơ sở bảng 1 (xem 5.2) cho những áp dụng cụ thể. Đó chỉ là một ví dụ bởi các hoạt động trong không gian làm việc và tên gọi không gian làm việc có khác nhau ở mỗi nước. Các cấp chất lượng giới hạn chói loá (xem phụ lục A) với giá trị độ rọi khuyến nghị cũng được hướng dẫn áp dụng.

**B.1 Độ rọi**

Giá trị ghi trong bảng B.1 là độ rọi làm việc cho các nhiệm vụ khác nhau. Độ rọi chỗ làm là độ rọi trung bình đạt được từ đầu đến cuối chu kỳ bảo dưỡng của hệ thống tính trung bình trên diện tích thích hợp. Chúng được quy định cho toàn bộ khu vực làm việc, hoặc vùng của một khu vực làm việc, và thường trên mặt phẳng làm việc nằm ngang ở độ cao 0,85 m so với sàn. Khi khu vực làm việc ở những vị trí khác nhau thì độ rọi khuyến nghị được quy định cho những điểm này.

Chỉ tiêu lựa chọn mức độ rọi áp dụng được đề cập ở 5.2

Trong ví dụ này giá trị trung bình của độ rọi tại không gian làm việc không bao giờ được thấp hơn 0,8 của độ rọi làm việc lựa chọn, không phụ thuộc thời gian vận hành sử dụng. Độ rọi tại bất kỳ không gian làm việc nào ở bất kỳ thời gian nào phải không được thấp hơn 0,6 của độ rọi làm việc lựa chọn; nếu thấp hơn 0,6, cần phải tiến hành bảo dưỡng

**B.2 Cấp chất lượng hạn chế chói loá**

Cấp chất lượng giới hạn chói loá theo phương pháp đường cong độ chói miêu tả ở phụ lục A. Giá trị độ rọi làm việc khuyến nghị từ 300 lux trở lên là một thông số, kết hợp với cấp chất lượng, để lựa chọn đường cong giới hạn độ chói thích hợp.



## B.3 Các mức độ rọi (thí dụ)

Bảng B.1 - Hướng dẫn về độ rọi và cấp chất lượng giới hạn chói loá

Loại phòng, nhiệm vụ hoặc hoạt động	Dải độ rọi làm việc, (xem B.1) lx	Cấp chất lượng về giới hạn chói loá (xem B.2)
<b>Các khu vực chung trong công trình</b>		
Vùng lưu thông, hành lang	50 - 100 - 150	D - E
Cầu thang, thang máy	100 - 150 - 200	C - D
Phòng để áo khoác ngoài, nhà vệ sinh	100 - 150 - 200	C - D
<b>Nhà kho và buồng kho</b>	<b>100 - 150 - 200</b>	<b>D - E</b>
<b>Nhà xưởng lắp ráp</b>		
Công việc thô, lắp ráp máy nặng	200 - 300 - 500	C - D
Công việc vừa, lắp ráp đầu máy, thân xe cộ	300 - 500 - 750	B - C
Công việc chính xác, lắp ráp máy văn phòng và điện tử	500 - 750 - 1000	A - B
Công việc rất chính xác, lắp ráp dụng cụ	1000-1500- 2000	A - B
<b>Các công việc hoá chất</b>		
Các quá trình tự động	50 - 100 - 150	D - E
Máy móc sản xuất khi cần can thiệp	100- 150 - 200	C - D
Khu vực chung thuộc gian máy	200- 300 - 500	C - D
Phòng kiểm nghiệm, phòng thí nghiệm	300- 500 - 750	C - D
Bào chế dược phẩm	300 - 500 - 750	C - D
Kiểm tra	500- 750 - 1000	A - B
So màu	750-1000- 1500	A - B
Sản xuất cao su	300 - 500 - 750	C - D
<b>Công nghiệp may mặc</b>		
May	500- 750 - 1000	A - B
Kiểm tra	750-1000- 1500	A - B
Là	300 - 500 - 750	A - B
<b>Công nghiệp điện</b>		
Sản xuất cáp	200 - 300 - 500	B - C
Lắp ráp mạng điện thoại	300 - 500 - 750	A - B
Lắp ráp cuộn dây	500- 750 - 1000	A - B
Lắp ráp máy thu thanh và thu hình	750-1000- 1500	A - B
Lắp ráp các phần siêu chính xác, bảng linh kiện điện tử	1000-1500- 2000	A - B
<b>Công nghiệp thực phẩm</b>		
Các vùng làm việc chung chung	200 - 300 - 500	C - D
Các quá trình tự động	150- 200 - 300	D - E
Trang trí bằng tay, kiểm tra	300 - 500 - 750	A - B
<b>Công nghiệp đúc</b>		
Xưởng đúc	150- 200 - 300	D - E
Đúc thô, đúc phần lõi	200 - 300 - 500	C - D
Đúc chính xác, làm lõi, kiểm tra	300 - 500 - 750	A - B
<b>Công nghiệp thuỷ tinh gốm sứ</b>		
Lò nấu thuỷ tinh	100 - 150 - 200	D - E
Phòng trộn, tạo thành đồ gốm, khuôn đúc, lò nung	200 - 300 - 500	C - D
Hoàn thiện, vẽ lên men, tráng men	300 - 500 - 750	B - C
Vẽ màu, trang trí	500 - 750 - 1000	A - B
Mài kính, thấu kính và đồ thuỷ tinh pha lê, công việc chính xác	750 -1000 -1500	A - B
<b>Công nghiệp gang thép</b>		
Máy móc sản xuất không yêu cầu làm bằng tay xen vào	50 - 100 - 150	D - E
Máy móc sản xuất yêu cầu phụ động xen vào	100 - 150 - 200	D - E
Chỗ làm việc thường xuyên trên máy móc sản xuất	200 - 300 - 500	D - E
Sàn điều khiển và kiểm tra	300 - 500 - 750	A - B
<b>Công nghiệp da</b>		
khu vực làm việc chung	200 - 300 - 500	B - C
Dập, cắt, may, sản xuất giấy	500- 750 - 1000	A - B
Phân loại, so sánh, kiểm tra	750-1000 - 1500	A - B

Bảng B.1 (tiếp theo)

<b>Xưởng chế tạo và lắp ráp máy</b>		
Công việc thông thường	150 - 200 - 300	D - E
Làm việc thô, bằng máy, hàn	200 - 300 - 500	C - D
Làm bằng máy, có máy tự động thông thường	300 - 500 - 750	B - C
Công việc chính xác, bằng máy, máy tự động chính xác, kiểm tra và thử nghiệm	500- 750 - 1000	A - B
Công việc rất chính xác, đo đạc và kiểm tra các chi tiết chính xác và phức tạp	1000-1500-2000	A - B
<b>Sơn và phun màu</b>		
Nhúng và phun sơn thô	200 - 300 - 500	D - E
Sơn thông thường, phun sơn và hoàn thiện	500- 750 - 1000	A - B
Sơn tinh, phun sơn và hoàn thiện	750-1000- 1500	A - B
<b>Công nghiệp giấy</b>		
Làm giấy và bì	200 - 300 - 500	C - D
Làm tự động	150 - 200 - 300	D - E
Kiểm tra, phân loại	300 - 500 - 750	A - B
<b>In ấn và đóng sách</b>		
Phòng máy in	300 - 500 - 750	C - D
Phòng biên soạn đọc thử	500- 750 -1000	A - B
Thử chính xác, sửa lại, khắc axit	750-1000 - 1500	A - B
Chế bản màu và in	1000-1500-2000	A - B
Khắc thép và đồng	1500-2000-3000	A - B
Đóng sách	300 - 500 - 750	A - B
Xén sách, dập nổi	500- 750 - 1000	A - B
<b>Công nghiệp dệt</b>		
Dỡ bông, chải (củi), kéo sợi	200 - 300 - 500	D - E
Xe sợi, cuộn, đánh ống, chải, nhuộm	300 - 300 - 750	C - D
Đậu sợi, dệt	500- 750 - 1000	A - B
May, gỡ nút chỉ, kiểm tra	750-1000 - 1500	A - B
<b>Phân xưởng mộc và xí nghiệp đồ gỗ</b>		
Xưởng cưa	150 - 200 - 300	D - E
Làm trên bàn mộc	200 - 300 - 500	C - D
So, chọn gỗ	300 - 500 - 750	B - C
Hoàn thiện, kiểm tra	500 -750 - 1000	A - B
<b>Văn phòng, công sở</b>		
Các phòng chung, đánh máy, vi tính	300 - 500 - 750	A - B
Phòng kế hoạch chuyên sâu	500 - 750 - 1000	A - B
Phòng đồ hoạ	500 - 750 - 1000	A - B
Phòng họp	300 - 500 - 1000	A - B
<b>Bệnh viện</b>		
Các khu vực:		
+ Chiếu sáng chung	50 - 100 - 150	A - B
+ Phòng khám	200 - 300- 500	A - B
+ Phòng hội chẩn, chẩn đoán	150 - 200 - 300	A - B
+ Trục đêm	3 - 5 - 10	A - B
Các phòng khám:		
+ Chiếu sáng chung	300-5 00- 750	A - B
+ Khám khu trú	750 - 1000 - 1500	A-B
Điều trị tích cực		
+ Phòng bệnh	30 - 50 - 100	A-B
+ Nơi quan sát	200 - 300 - 500	A-B
+ Nơi làm của y tá trực	200 - 300 - 500	A-B
Phòng phẫu thuật:		
+ Chiếu sáng chung	500 - 750 -1000	A-B
+ Chiếu sáng tại chỗ	10.000 - 30.000 - 100.000	A-B
Phẫu thuật tử thi		
+ Chiếu sáng chung	500-750-1000	A-B

Bảng B.1 (kết thúc)

+ Chiếu sáng tại chỗ	5000-10.000-15.000	A-B
Phòng xét nghiệm và dược:		
+ Chiếu sáng chung	300-500-750	A-B
+ Chiếu sáng tại chỗ	500-750-1000	A-B
Phòng tư vấn		
+ Chiếu sáng chung	300-500-750	A-B
+ Chiếu sáng cục bộ	500-750-1000	A-B
<b>Các cửa hàng</b>		
Chiếu sáng chung ở các cửa hàng:		
+ Các trung tâm buôn bán lớn	500 - 750	B-C
+ Các cửa hàng nhỏ	300 - 500	B-C
Siêu thị	500 - 750	B-C
<b>Trường học</b>		
Lớp học:		
+ Chiếu sáng chung	300 - 500 - 750	
+ Trên mặt bằg	300 - 500 - 750	A-B
+ Phòng phác thảo	300 - 500 - 750	A-B
Giảng đường:	500 - 750 - 1000	A-B
+ Chiếu sáng chung	300 - 500 - 750	A-B
+ Trên mặt bằg	500 - 750 -1000	A-B
+ Phòng trưng bày	500 - 750 - 1000	A-B
+ Phòng thí nghiệm	300 - 500 - 750	A-B
+ Phòng trưng bày nghệ thuật	300 - 500 - 750	A-B
+ Xưởng thực nghiệm	300 - 500 - 750	B-C
+ Đại sảnh	150 - 200 - 300	C-D