

YÊU CẦU VÀ GIẢI PHÁP TRONG CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

Requirements and measures for industrial lighting

KS. Ngô Văn Quyền

Viện Nghiên cứu KHKT Bảo hộ lao động

(National Institute of Labour Protection)

ABSTRACT

Effective lighting system should create a visual environment and ensure visibility for every one for convenient moving, performing works with accuracy, effectiveness and safety not causing annoyance and eyes fatigue.

To have a good lighting installation, both quantity and quality of lighting should be considered equally. Ensuring sufficient illumination for every activity is necessary, but in many circumstance visibility and visual perception also depend on lighting distribution in space, colour of the surfaces and light sources as well as glare caused for eyes in the visual field.

Lighting requirements and measures for some type of works and activities are presented as orientation examples for reference.

I. MỞ ĐẦU

Chiếu sáng công nghiệp liên quan đến rất nhiều loại hình hoạt động thị giác trong sản xuất với mọi quy mô từ những cơ sở sản xuất nhỏ bé cho đến những tổ hợp sản xuất lớn, từ những công việc cực kỳ chính xác, yêu cầu tập trung thị giác cao độ đến những công việc chỉ cần nhìn bao quát chung quá trình sản xuất. Trong bất kỳ trường hợp nào cũng cần bảo đảm các chỉ tiêu định lượng và chất lượng chiếu sáng cho hoạt động thị giác cần thiết của người lao động. Chiếu sáng công nghiệp không chỉ đơn thuần là bảo đảm độ nhìn rõ để thực hiện công việc mà còn phải giúp cho công việc thực hiện dễ dàng trong điều kiện tiện nghi thoải mái. Nghĩa là chiếu sáng phải bảo đảm 3 yếu tố chủ yếu sau:

- Hoạt động thị giác hiệu quả, người lao động thực hiện công việc nhanh chóng, chính xác.
- Tiện nghi thị giác cho người lao động luôn cảm thấy thoải mái dễ chịu
- Bảo đảm an toàn, có thể phát hiện những nguy cơ nơi làm việc.
- Để thoả mãn những yêu cầu đó cần quan tâm tới tất cả các yêu cầu chung của môi trường ánh sáng sau đây.

II. CÁC YÊU CẦU CHUNG CỦA MÔI TRƯỜNG ÁNH SÁNG

- Bảo đảm độ rọi yêu cầu cho từng vị trí làm việc.
- Phân bố độ chói trong không gian chiếu sáng.
- Tránh gây chói lóa cho người làm việc.
- Tạo hướng ánh sáng thích hợp.
- Màu sắc ánh sáng phù hợp với công việc và màu sắc các bề mặt tại nơi làm việc.
- Giảm sự nhấp nháy ánh sáng của các loại bóng đèn.
- Bảo đảm mức độ chiếu sáng tự nhiên cần thiết.
- Duy trì các thông số ánh sáng trong suốt thời gian sử dụng.

III. YÊU CẦU ĐỘ SÁNG BẢO ĐẢM HOẠT ĐỘNG THỊ GIÁC VÀ HIỆU SUẤT LAO ĐỘNG

Bảo đảm đủ độ rọi tại mỗi vị trí làm việc là yêu cầu trước hết đối với hệ thống chiếu sáng công nghiệp, bởi lẽ độ rọi có ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng hoạt động thị giác của người lao động. Theo W.J. van Bommel [3], khi độ rọi tăng từ 100 lux lên 300 lux, khả năng hoạt động thị giác tăng lên 8%. Điều đó sẽ dẫn đến năng suất lao động và chất lượng sản phẩm tăng lên. Mức độ tăng năng suất lao động tùy thuộc từng loại công việc.

Bảng 1 cho biết kết quả tăng khả năng lao động thị giác và giảm số lượng phế phẩm sau khi tăng độ rọi chiếu sáng đối với một số loại công việc và ngành nghề.

Loại công việc	Mức độ rọi (lux)		Tăng khả năng hoạt động thị giác	Giảm lượng phế phẩm
	Trước	Sau		
Lắp ráp máy ghi hình	170	1000	7	-
Cắt, chặt da	350	1000	8	-
Lắp ráp cơ khí	100	1000	30	18
Lắp ráp hoàn chỉnh thiết bị	500	1500	28	-
Công nghiệp luyện kim	300	2000	16	29
Lắp ráp các sản phẩm siêu nhỏ	1000	4000	-	90
Công nghiệp dệt	250	1000	7	-

IV. YÊU CẦU CHẤT LƯỢNG CHIẾU SÁNG BẢO ĐẢM TIỆN NGHI VÀ AN TOÀN LAO ĐỘNG

Một vấn đề khá quan trọng trong chiếu sáng công nghiệp đó là liên quan giữa chiếu sáng với sức khỏe và an toàn lao động. Làm việc trong điều kiện chất lượng chiếu sáng kém hoặc không đủ ánh sáng, người lao động có thể cảm thấy mỏi mắt, đau đầu và ức chế, làm suy giảm khả năng lao động.

Sự phân bố độ chói trong trường nhìn có ảnh hưởng đến sự thích ứng của mắt và độ nhìn rõ các chi tiết trong khi làm việc. Do vậy, bảo đảm độ chói hài hòa trong

trường nhìn có thể nâng cao khả năng thị giác như: độ nhìn tinh, độ nhạy tương phản, tăng hiệu quả các hoạt động chức năng của mắt.

Độ chói phân bố không đều còn ảnh hưởng đến tiện nghi thị giác của người làm việc như sau:

- Độ chói quá cao sẽ gây chói loá khó chịu.
- Tương phản độ chói quá lớn sẽ gây mỏi mắt do thường xuyên phải thay đổi thích nghi thị giác.
- Độ chói quá thấp và tương phản độ chói nhỏ gây cảm giác nặng nề, ức chế.

Sự phân bố độ chói hài hoà còn bảo đảm cho mắt dễ dàng thích nghi khi phải di chuyển từ khu vực này sang khu vực khác.

Tương quan giữa thành phần có hướng và vô hướng của ánh sáng cũng là chỉ tiêu quan trọng của chất lượng chiếu sáng cho phép cảm nhận về không gian và nhìn nổi.

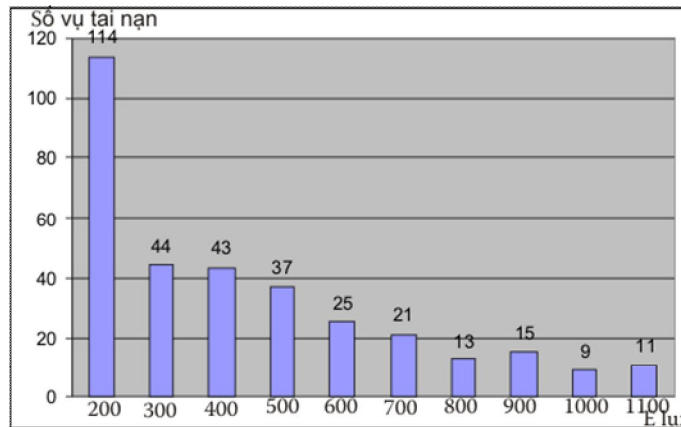
Màu sắc ánh sáng không phù hợp gây khó chịu, chỉ số màu thấp gây nhận biết sai lệch khi quan sát các vật có màu.

Các loại bóng đèn phóng điện trong đó có đèn huỳnh quang sử dụng chấn lưu sắt từ có hiện tượng nhấp nháy ánh sáng với tần số 100 Hz gây khó chịu cho người làm việc dưới ánh sáng này. Hiện tượng nhấp nháy còn gây ra hiệu ứng hoạt nghiệm (stroboscopic effect), gây cảm nhận sai lệch về chiều quay và vận tốc của các vật quay hoặc chuyển động có chu kỳ tại nơi làm việc, thậm chí còn cảm thấy vật đứng lại khi tần số quay trùng với tần số nhấp nháy ánh sáng. Tai nạn có thể xảy ra nếu vô tình chạm phải vật quay mà tưởng như đứng yên này. Các nguy cơ trên có thể loại bỏ nếu bố trí các đèn vào các pha khác nhau của mạng điện hoặc sử dụng chấn lưu điện tử.

Tương quan giữa độ rọi và mệt mỏi thị giác được các nhà khoa học tại trường Đại học Illmenau Cộng hòa Liên bang Đức nghiên cứu với các công việc trong ngành cơ khí cho thấy, tỷ lệ mệt mỏi thị giác giảm đi rõ rệt khi tăng độ rọi từ 100 Lux lên 600 lux. Mức độ giảm mệt mỏi khác nhau đối với mỗi loại công việc. Kết quả thể hiện trong bảng sau:

Loại công việc	Tỷ lệ mệt mỏi thị giác (%) tại các mức độ rọi khác nhau		
	100 lux	200 lux	600 lux
Khoan	77	33	33
Rũa	75	50	18
Đột dập	65	65	22
Cắt	90	72	12
Cưa	98	44	3

Các nhà khoa học Đức cũng nghiên cứu tương quan giữa độ rọi chiếu sáng và tai nạn lao động [4] qua phân tích 347 trường hợp tai nạn có liên quan đến chiếu sáng, thể hiện trên biểu đồ dưới đây.



Kết quả phân tích đã rút ra một số kết luận như sau:

- Phần lớn tai nạn lao động đã xảy ra ở những nơi làm việc có độ chiếu sáng thấp. Đặc biệt ở những chỗ làm việc có độ rọi đo được từ 50 đến 200 Lux. Ở những nơi có độ rọi cao hơn, số tai nạn giảm đi rõ rệt.
- Tại những nơi làm việc có độ rọi chiếu sáng thấp thì tỷ lệ tai nạn lao động do di chuyển cao hơn so với nơi có mức độ rọi cao.
- Các tai nạn lao động xảy ra tại khu vực làm việc có độ rọi thấp dưới 200 Lux chủ yếu là tai nạn do trượt ngã, vấp, bong gân, trẹo mắt cá, bầm dập, bị vật nhọn đâm.

Cần phải nhấn mạnh rằng không chỉ độ rọi mà chất lượng chiếu sáng cũng góp phần không nhỏ vào nguyên nhân gây tai nạn lao động. Như đã phân tích trong phần trên, chiếu sáng không đều có thể ảnh hưởng đến thích nghi thị giác và giảm độ nhìn rõ, chói lóa cũng có thể là nguyên nhân dẫn đến tai nạn và hiện tượng nhấp nháy ánh sáng cũng không thể coi nhẹ như đã nêu trên.

V. YÊU CẦU VÀ GIẢI PHÁP CHIẾU SÁNG CHO MỘT SỐ NGÀNH CÔNG NGHIỆP

Trên đây là những nguyên tắc cơ bản cần quan tâm trong chiếu sáng công nghiệp. Tuy nhiên trong những tình huống cụ thể cần có những giải pháp chiếu sáng phù hợp với mỗi loại công việc và điều kiện thực tế. Dưới đây là một số ví dụ về yêu cầu và giải pháp chiếu sáng cho một số loại hình công việc phổ biến trong các ngành công nghiệp hiện nay.

5.1. Công nghiệp cơ khí chế tạo máy

Yêu cầu hoạt động thị giác đối với các công việc trong ngành sản xuất này rất đa dạng từ các công việc có yêu cầu đơn giản như rèn dập, lắp ráp thô đến các công việc có yêu cầu cao hơn như hàn hoặc chế tạo các chi tiết nhỏ.

Đối với các công việc rèn, dập hoặc lắp ráp các chi tiết lớn, yêu cầu độ rọi 200 lux là đủ. Tại các phân xưởng cao nên chiếu sáng bằng các đèn sử dụng bóng phóng điện cường độ cao. Tuy nhiên, nếu thường xuyên sử dụng các vật liệu hoặc sản phẩm bằng kim loại có độ bóng cao cần tránh gây chói loá phản xạ thì sử dụng đèn huỳnh quang sẽ phù hợp hơn.

Đối với công việc trên máy tiện, sản phẩm phải được chiếu sáng từ phía người thao tác. Do vậy các đèn phải bố trí sao cho không tạo nên bóng đậm từ thân máy làm giảm độ nhìn rõ, ngoài ra phải bố trí đèn cục bộ điều chỉnh được hướng chiếu để tăng khả năng phân biệt rõ các chi tiết gia công.

Khi làm việc trên các máy gia công chính xác với các chi tiết phân biệt nhỏ hơn 0,1 mm, yêu cầu bảo đảm độ rọi trung bình 500 lux. Các chi tiết kim loại gia công thường có độ bóng cao dễ gây chói loá phản xạ. Để hạn chế điều này hệ thống chiếu sáng phải sử dụng đèn huỳnh quang, trần và tường nhà sơn màu sáng.

Trên dây chuyền lắp ráp, giải pháp tốt nhất là chiếu sáng theo khu vực bố trí các đèn thành dãy liên tục song song với băng truyền bảo đảm độ sáng cao và đồng đều tại khu vực làm việc kể cả trên các mặt nghiêng. Đôi khi cần bổ sung đèn chiếu sáng cục bộ. Đồng thời phải chú ý tránh chói loá phản xạ do các bề mặt kim loại bóng gây nên.

Tại các phân xưởng sản xuất linh kiện, các bộ phận rất nhỏ được chế tạo, phân loại trên các máy móc chính xác hoặc công nghệ siêu vi. Chi tiết siêu nhỏ yêu cầu những phép đo chính xác. Để đáp ứng yêu cầu cao về thị giác, chiếu sáng cần bảo đảm độ rọi trung bình tối thiểu là 1000 lux. Đối với những thao tác khó còn cần chiếu sáng bổ sung bằng đèn cục bộ.

Tại khu vực kiểm tra giám sát chất lượng sản phẩm không chỉ yêu cầu độ sáng cao khi đo đạc kiểm tra các chi tiết sản phẩm với độ rọi 750 đến 1000 lux. Hơn nữa cần quan tâm đến tương quan giữa thành phần ánh sáng trực tiếp và gián tiếp để bảo đảm sự quan sát, phân biệt rõ ràng các chi tiết nổi và tránh phản xạ gây chói, cản trở việc quan sát. Một yêu cầu quan trọng nữa đối với khu vực này là cần bảo đảm độ nhìn rõ các thang vạch và chỉ số hiển thị trên máy đo. Để góp phần nâng cao chất lượng chiếu sáng cho khu vực này cần bảo đảm các bề mặt trong phòng được sáng sủa, đặc biệt là trần nhà.

Về hệ thống chiếu sáng trong các phân xưởng cao dưới 6 m nên sử dụng các đèn lắp bóng huỳnh quang. Tại các phân xưởng cao từ 6 m trở lên nên sử dụng các đèn lắp bóng phóng điện cường độ cao HID như bóng metal halide hoặc nơi làm công việc thô có thể dùng đèn Natri cao áp có nhiệt độ màu cao. Các đèn phải có chỉ số IP cao để giảm số lần cần bảo dưỡng.

5.2. Công nghiệp điện và điện tử

Các hoạt động và công việc thực hiện trong các nhà máy sản xuất chế tạo và xưởng sửa chữa thiết bị điện và điện tử rất đa dạng. Từ công việc có yêu cầu thị

giác thấp với các sản phẩm lớn, độ tương phản cao như sản xuất dây cáp điện hoặc mạ điện đến mức yêu cầu thị giác cao nhất khi kiểm tra chi tiết các linh kiện nhỏ và vi mạch.

Tại các xưởng sản xuất đồ điện, công việc cần làm có những chi tiết từ nhỏ cho đến lớn nên yêu cầu thị giác tương ứng cũng khác nhau. Do vậy, nên chiếu sáng nơi làm việc với hình thức chiếu sáng tại chỗ và khu vực xung quanh riêng biệt. Độ rọi trung bình tùy từng công việc cần từ 300 đến 500 lux, cho tới 1000 lux với công việc chính xác và 1500 lux với công việc kiểm tra và hiệu chỉnh.

Tại các khu vực có các thiết bị lớn hoạt động cần chú ý bảo đảm đủ độ rọi mặt đứng bằng cách sử dụng các đèn chiếu nghiêng hoặc các đèn có phân bố ánh sáng rộng, tốt nhất là các đèn phân bố ánh sáng không đối xứng. Tại các vị trí kiểm tra và những nơi có yêu cầu thị giác cao cần chiếu sáng bổ sung bằng đèn cục bộ.

Tại các xưởng sản xuất radio, vô tuyến, nói chung yêu cầu chiếu sáng cũng tương tự như sản xuất đồ điện. Song do các hoạt động thị giác phức tạp hơn nên độ rọi trung bình yêu cầu không nhỏ hơn 500 lux. Đối với các công việc yêu cầu độ chính xác cao như hàn các mạch điện trong radio và vô tuyến cần chiếu sáng bổ sung bằng các đèn cục bộ để tăng độ rọi vị trí hàn.

Với những công việc có yêu cầu thị giác phức tạp với các chi tiết nhỏ và tương phản thấp như lắp ráp bo mạch radio, vô tuyến, quấn các cuộn dây sợi nhỏ, lắp ráp các chi tiết tinh xảo, độ rọi trung bình cần đạt tối thiểu là 750 Lux. Để bảo đảm chất lượng chiếu sáng là tăng thành phần phản xạ bởi các bề mặt tường và trần sáng. Như vậy hệ thống chiếu sáng phải có chiếu sáng chung và chiếu sáng cho từng khu vực làm việc riêng với các dãy đèn treo thấp. Tại những nơi có yêu cầu thị giác rất cao cần chiếu sáng bổ sung bằng các đèn cục bộ để tăng độ rọi đến 1500 Lux và bảo đảm điều kiện nhìn nổi tốt.

Tại các vị trí kiểm tra bằng mắt các mối hàn trong bản mạch in phải tạo ánh sáng tán xạ và độ đồng đều cao bằng việc sử dụng các đèn có bề mặt rộng được chụp kính mờ.

Hệ thống chiếu sáng, về nguyên tắc chung thường bố trí các dãy đèn huỳnh quang liên tục là giải pháp phù hợp. Tuy nhiên với các phân xưởng cao từ 6 m trở lên nên dùng các đèn lắp bóng phóng điện cường độ cao. Cần tránh hiệu ứng hoạt nghiệm (stroboscopic effect), đặc biệt tại vị trí quấn dây, nên sử dụng các balát điện tử. Tại các phân xưởng có bụi bẩn các đèn phải kín, có chỉ số bảo vệ IP54 hoặc IP65. Tại các khu vực mạ phải sử dụng các đèn được thiết kế chống ăn mòn và dùng trong môi trường có độ ẩm cao.

5.3. Công nghiệp chế biến thực phẩm

Vệ sinh sạch sẽ là yêu cầu quan trọng hàng đầu trong công nghiệp chế biến thực phẩm. Trong các nhà máy sản xuất thức ăn và đồ uống, chế biến và đóng gói,

phòng làm việc sáng sủa, gọn gàng còn tạo hình ảnh ấn tượng gây dựng niềm tin cho người tiêu dùng.

Chiếu sáng theo khu vực làm việc là giải pháp phù hợp cho nhiều xí nghiệp chế biến thực phẩm. Nhiều khâu sản xuất và thao tác chỉ yêu cầu thị giác ở mức thấp. Đó là các quy trình sản xuất được tự động hoá và chỉ yêu cầu giám sát trong những khoảng thời gian nhất định. Tuy nhiên tại đây cần bảo đảm độ rọi mặt đứng ở mức cao phục vụ cho hoạt động theo dõi giám sát.

Tại những khu vực có các thao tác chế biến cần thường xuyên thay đổi vị trí thì mọi nơi làm việc cần được chiếu sáng như nhau và các đèn phải được che chắn chống gây chói loá ở mọi hướng quan sát. Nên sử dụng hệ thống chiếu sáng chung đều là phù hợp nhất. Tại các vị trí có yêu cầu cao về thị giác như trang trí sản phẩm, kiểm tra chất lượng cần chiếu sáng bổ sung bằng đèn cục bộ.

Tại các khu vực có các thao tác đơn giản như rửa, nấu, sấy, ủ men, đóng hộp, độ rọi trung bình chỉ cần trên 200 Lux. Đối với các khâu cắt, nghiền, xay, phân loại và đóng gói cần độ rọi 300 Lux. Với các khu vực công việc đặc thù như làm bánh kem, bơ sữa và các thực phẩm cao cấp cần độ rọi 500 Lux. Công việc so màu cần độ rọi tới 1000 Lux bảo đảm bằng các đèn chiếu sáng bổ sung, nguồn sáng phải có chỉ số màu Ra lớn hơn 90. Nói chung, các đèn chiếu sáng tại khu vực chế biến thực phẩm phải có chỉ số màu Ra bằng hoặc lớn hơn 80.

Hệ thống chiếu sáng nên bố trí song song các dãy đèn liên tục sử dụng bóng huỳnh quang. Vị trí làm việc cần bố trí sao cho ánh sáng đi tới từ phía trên và hai bên tránh gây sấp bóng. Các đèn phải dùng loại chống bụi, ẩm, tại một số khu vực thậm chí cần sử dụng đèn chống nổ.

VI. KẾT LUẬN

Như vậy, chiếu sáng công nghiệp cần bảo đảm đầy đủ các yêu cầu về số lượng và chất lượng ánh sáng, cần quan tâm đến tính chất công việc và khả năng thị giác của người lao động. Trên cơ sở đó sẽ nâng cao được hiệu quả sản xuất qua việc tăng năng suất lao động và chất lượng sản phẩm. Đương nhiên hiệu quả chiếu sáng không thể tách rời vấn đề hiệu quả sử dụng điện năng, tiết kiệm điện nhưng phải bảo đảm chất lượng ánh sáng và tiện nghi thị giác mới là chiếu sáng có hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tạp chí An toàn-sức khỏe và môi trường lao động số 1/2005 – *Vi sự tinh nhanh của đôi mắt người lao động tương lai.*
- [2]. Tạp chí An toàn-sức khỏe và môi trường lao động số 1/2007 - *Vấn đề tiết kiệm điện năng trong chiếu sáng và bảo vệ sức khỏe thị giác.*
- [3]. W.J. van Bommel, *Chiếu sáng công nghiệp và năng suất lao động*, Tạp chí Kỹ thuật ánh sáng (tiếng Nga), số 3, 2003.

[4]. Licht.wissen, *Industry and trade*, Frankfurt am Main, Germany.