

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12235:2018

IES TM-28-14

Xuất bản lần 1

**DỰ ĐOÁN ĐỘ DUY TRÌ QUANG THÔNG DÀI HẠN
CỦA BÓNG ĐÈN LED VÀ ĐÈN ĐIỆN LED**

Projecting long-term luminous flux maintenance of led lamps and luminaires

HÀ NỘI - 2018

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	7
4 Mẫu và dữ liệu thử nghiệm	8
5 Dự đoán tuổi thọ duy trì quang thông	9
6 Báo cáo thử nghiệm	20
Phụ lục A (quy định) – Dòng điện điều khiển LED trong phương pháp ngoại suy kết hợp	21
Phụ lục B (tham khảo) – Nguồn gốc của công thức sử dụng trong phương pháp ngoại suy kết hợp	22
Phụ lục C (tham khảo) – Ví dụ về phương pháp ngoại suy kết hợp	24
Phụ lục D (quy định) – Mô hình thống kê	28
Thư mục tài liệu tham khảo	31

Lời nói đầu

TCVN 12235:2018 hoàn toàn tương đương với IES TM-28-14;

TCVN 12235:2018 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E11
Chiếu sáng biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề
nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này nhằm cung cấp hướng dẫn và các quy trình khuyến cáo cho việc lấy mẫu, thời gian thử nghiệm và các lần thử nghiệm, và phương pháp dự đoán độ duy trì quang thông dài hạn của bóng đèn LED và đèn điện LED. Việc dự đoán này nhằm giúp nhà chế tạo, người sử dụng, người biên soạn tiêu chuẩn và các tổ chức khác tránh được những gánh nặng không cần thiết liên quan đến thử nghiệm sản phẩm quá nhiều.

Phương pháp này xét đến tính cân bằng giữa thời gian thử nghiệm và công sức thử nghiệm cũng như đủ tính chính xác về thống kê. Phương pháp trực tiếp và kết hợp cho việc dự đoán độ duy trì quang thông dài hạn đưa đề xuất; phương pháp kết hợp cũng cho phép sử dụng dữ liệu thu được về độ duy trì quang thông cho cả bóng đèn và đèn điện được thử nghiệm cũng như cho nguồn sáng LED được sử dụng trong đó.

Thông thường, có sẵn các dữ liệu thử nghiệm của các nguồn sáng LED trong tối thiểu 6 000 h trước khi thiết kế các bóng đèn hoặc đèn điện sử dụng các nguồn sáng đó. Điều này sẽ cung cấp thông tin ban đầu cho việc dự đoán độ duy trì quang thông theo phương pháp kết hợp. Phương pháp này cũng tính đến sự góp phần từ các bộ phận khác của bóng đèn hoặc đèn điện, chứ không chỉ từ dữ liệu thử nghiệm nguồn sáng LED. Do đó, dự đoán độ duy trì quang thông của bóng đèn hoặc đèn điện có thể bắt đầu từ thời điểm 3 000 h thử nghiệm nếu chấp nhận phương pháp này.

Dự đoán độ duy trì quang thông dài hạn của bóng đèn LED và đèn điện LED

Projecting long-term luminous flux maintenance of LED lamps and luminaires

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các phương pháp khuyến cáo để dự đoán độ duy trì quang thông dài hạn của các bóng đèn LED và đèn điện LED sử dụng dữ liệu có được khi thử nghiệm các bóng đèn và đèn điện theo TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) cũng như các dữ liệu khi thử nghiệm nguồn sáng LED theo TCVN 10887:2015 (IES LM-80-08).

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 10887:2015 (IES LM-80-08), *Phương pháp đo độ duy trì quang thông của nguồn sáng LED*

TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11), *Dự đoán độ duy trì quang thông dài hạn của nguồn sáng LED*

TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14), *Phương pháp đo độ duy trì quang thông và màu của bóng đèn LED, nguồn sáng LED và đèn điện LED*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Thiết bị cần thử nghiệm (DUT)

Thiết bị cần thử nghiệm là bóng đèn LED hoặc đèn điện LED.

3.2

Bộ mẫu (sample set)

Một lượng bóng đèn LED hoặc đèn điện LED cần thử nghiệm trong điều kiện thử nghiệm cho trước.

4 Mẫu và dữ liệu thử nghiệm

4.1 Mẫu

4.1.1 Khuyến cáo về việc chọn mẫu

Người sử dụng các thông tin và phân tích từ tiêu chuẩn này nhìn chung sẽ giả thiết là dữ liệu là đại diện cho loạt sản xuất trừ khi có quy định khác. "Đại diện cho loạt sản xuất" có nghĩa là được tạo ra bằng cách sử dụng các vật liệu của loạt sản xuất, với các quy trình của loạt sản xuất và nhân viên lắp ráp của loạt sản xuất mặc dù không nhất thiết phải trong phương thức sản xuất đại trà (ví dụ các mẫu có thể được sản xuất từ lần chạy thử). Không phải tất cả các thử nghiệm đều phục vụ cho cùng một mục đích. Tiêu chuẩn này đưa ra phương pháp tiêu chuẩn thích hợp.

Nhà chế tạo có thể cần thử nghiệm ở giai đoạn thực nghiệm trong chương trình thiết kế sản phẩm hoặc thử nghiệm "đại diện cho loạt sản xuất" của sản phẩm. Các mẫu để thử nghiệm phải được chọn trên cơ sở được ghi thành tài liệu và nhất quán với mục đích thử nghiệm. Khi nào các mẫu không đại diện cho loạt sản xuất thì báo cáo thử nghiệm theo tiêu chuẩn này phải nêu những loại trừ.

4.1.2 Các khuyến cáo về cỡ mẫu

Số lượng mẫu tối thiểu cần thiết của DUT cụ thể được thử nghiệm ở các điều kiện làm việc và điều kiện môi trường quy định là 3 đối với phương pháp ngoại suy "trực tiếp" và 5 đối với phương pháp ngoại suy "kết hợp". Tổng thời gian dự đoán cho phép phụ thuộc vào số lượng mẫu sử dụng.

4.2 Dữ liệu cần sử dụng

Tất cả các dữ liệu từ bộ mẫu ở nhiệt độ cho trước và dòng điện điều khiển của DUT phải được thu thập theo TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) đối với dự đoán tuổi thọ độ duy trì quang thông (xem thêm dữ liệu từ LM-84).

Giá trị dòng điện điều khiển trung bình và nhiệt độ để T_s (như xác định trong TCVN 10887:2015 (IES LM-80-08)) phải được người yêu cầu thử nghiệm cung cấp đối với gói LED hoặc môđun LED bên trong bóng đèn hoặc đèn điện, khi sử dụng phương pháp ngoại suy kết hợp.

Để sử dụng các quy trình liệt kê trong 5.1.7.1 và 5.2, phải có được nhiệt độ để LED, T_s , trong DUT (xem Phụ lục A của TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14)).

Dữ liệu thu được trong khoảng thời gian $a \pm 48$ h của từng điểm đo 1 000 h, ví dụ từ 952 h đến 1048 h, từ 1952 h đến 2 048 h, v.v. phải được chấp nhận là từng số đọc 1 000 h và phải được sử dụng để dự đoán độ duy trì quang thông với giá trị thời gian thực đã trải qua. Khoảng thời gian ± 48 h cũng được áp dụng cho các khoảng thời gian khác nhỏ hơn 1 000 h. Các giá trị thời gian thực trải qua phải được sử dụng trong tính toán dự đoán.

Các điểm thu thập dữ liệu được sử dụng trong tính toán dự đoán phải phân bố theo thời gian (trong khoảng thời gian ± 48 h). Không có hai khoảng thời gian thu thập dữ liệu liên tiếp nào sau 1 000 h ban

đầu lâu hơn 96 h. Ví dụ dữ liệu có thể được sử dụng trong tính toán dự đoán được thu thập cứ sau 1 000 h (± 48 h), cứ sau 500 h (± 48 h), v.v. nhưng không phải cứ mỗi 1 000 h và thỉnh thoảng ở 500 h, vì điều này sẽ đưa ra một trọng số thống kê quá mức cho các điểm dữ liệu nào đó.

4.2.1 Dữ liệu để ngoại suy trực tiếp

Dữ liệu LM-84 phải được thu thập ban đầu và tối thiểu cứ sau 1 000 h làm việc (với dung sai ± 48 h) sau đó, trong khoảng thời gian thử nghiệm nhưng không nhỏ hơn 6 000 h thời gian làm việc tổng. Không sử dụng dữ liệu được thu thập ở các khoảng thời gian lớn hơn 1 000 h.

4.2.2 Dữ liệu để ngoại suy kết hợp

Dữ liệu LM-84 được lấy ở tối thiểu 3 000 h nhưng nhỏ hơn 6 000 h. Dữ liệu LM-84 phải được thu thập ban đầu ở 1 000 h (với dung sai ± 48 h) thời gian làm việc và tối thiểu mỗi 500 h (với dung sai ± 48 h) thời gian làm việc sau đó, cho đến 6 000 h làm việc hoặc cho đến khi kết thúc thử nghiệm, chọn thời điểm nào xảy ra trước. Dữ liệu độ duy trì quang thông của các gói LED hoặc module LED cần để ngoại suy kết hợp phải được thu thập theo TCVN 10887:2015 (IES LM-80-08) (sau đây gọi là "dữ liệu LM-80") và được xử lý theo TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11).

5 Dự đoán độ duy trì quang thông

5.1 Quy trình dự đoán Phương pháp 1 – ngoại suy trực tiếp dữ liệu LM-84

Phương pháp này được khuyến cáo cho tất cả các trường hợp có tối thiểu 6 000 h dữ liệu LM-84. Phương pháp này sử dụng đường cong phù hợp với các dữ liệu thu thập được, để ngoại suy giá trị độ duy trì quang thông theo các điểm thời gian khi quang thông giảm đến mức tối thiểu chấp nhận được (ví dụ 70 % quang thông ban đầu). Điểm thời gian đó chính là tuổi thọ duy trì quang thông. Đường cong phù hợp với các dữ liệu thu thập này cũng có thể được sử dụng để xác định mức quang thông ở các điểm thời gian cho trước (ví dụ 25 000 h, 35 000 h).

Phương pháp này được áp dụng riêng rẽ cho từng bộ dữ liệu thử nghiệm DUT thu thập được ở từng điều kiện hoạt động (ví dụ dòng điện điều khiển) và điều kiện môi trường (ví dụ nhiệt độ môi trường) quy định trong TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14).

5.1.1 Chuẩn hóa

Chuẩn hóa tất cả các dữ liệu về giá trị 1 (100 %) ở 0 h đối với từng DUT được thử nghiệm.

5.1.2 Lấy trung bình

Lấy trung bình các dữ liệu đo được đã được chuẩn hóa của tất cả các mẫu trong cùng bộ dữ liệu xác định trong 5.1 đối với từng điều kiện thử nghiệm ở từng điểm đo.

5.1.3 Dữ liệu sử dụng cho đường cong

Đối với tập dữ liệu của khoảng thời gian thử nghiệm, D , từ 6 000 h đến 10 000 h, dữ liệu sử dụng cho đường cong phải là dữ liệu của 5 000 h cuối cùng. Dữ liệu trước 1 000 h không được sử dụng để dựng đường cong.

Đối với các bộ dữ liệu của khoảng thời gian thử nghiệm lớn hơn 10 000 h, dữ liệu của 50 % cuối cùng của khoảng thời gian thử nghiệm phải được sử dụng để dựng đường cong. Nói cách khác, phải sử dụng tất cả các điểm dữ liệu từ $D/2$ đến D . Ví dụ, nếu khoảng thời gian thử nghiệm là 13 000 h thì sử dụng tất cả các điểm dữ liệu từ 6 500 h đến 13 000 h. Nếu không có điểm dữ liệu ở $D/2$ thì sử dụng điểm thời gian nhỏ hơn tiếp theo. Ví dụ đối với D là 13 000 h, dữ liệu được lấy sau mỗi 1 000 h, sử dụng tất cả các dữ liệu từ 6 000 h đến 13 000 h.

5.1.4 Đường cong

Dựng đường cong theo mô hình bình phương tối thiểu theo hàm mũ thông qua các giá trị được lấy trung bình như quy định trong 5.1.3 đối với công thức sau:

$$\Phi(t) = B \times \exp(-\alpha \times t) \quad (1)$$

trong đó

t là thời gian làm việc, tính bằng giờ

$\Phi(t)$ là quang thông chuẩn hóa được lấy trung bình tại thời điểm t

B bằng số ban đầu được dự đoán suy ra từ đường cong bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-84

α là hằng số tốc độ suy giảm suy ra từ đường cong bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-84

Sử dụng các công thức dưới đây để dự đoán tuổi thọ duy trì quang thông.

$$L_{70} = \frac{\ln\left(\frac{B}{0,7}\right)}{\alpha} \quad (2)$$

hoặc

$$L_{50} = \frac{\ln\left(\frac{B}{0,5}\right)}{\alpha} \quad (3)$$

Đối với các mức duy trì quang thông bất kỳ, sử dụng dạng công thức chung như sau :

$$L_p = \frac{\ln\left(100 \times \frac{B}{p}\right)}{\alpha} \quad (4)$$

trong đó

L_p là tuổi thọ duy trì quang thông, tính bằng giờ, p là phần trăm quang thông ban đầu được duy trì.

Khi $\alpha > 0$ thì đường cong hàm số mũ suy giảm về không và L_p dương.

Khi $\alpha < 0$ thì đường cong hàm số mũ tăng theo thời gian và L_p âm.

Bất cứ khi nào đạt được giá trị L_p bằng thực nghiệm trong thời gian thử nghiệm theo TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14), giá trị ghi lại được phải đạt được bằng cách nội suy tuyến tính giữa hai điểm thử nghiệm gần nhất và ưu tiên giá trị bất kỳ được dự đoán bởi các công thức trên.

5.1.5 Điều chỉnh các kết quả

Đối với cỡ mẫu cho trước bất kỳ với tối thiểu là 3 bóng đèn hoặc đèn điện, các giá trị quang thông không được dự đoán quá x lần tổng thời gian thực hiện thử nghiệm (tính bằng giờ) của dữ liệu đo được, trong đó x là hệ số nhân. Các giá trị x đối với các cỡ mẫu khác nhau được liệt kê trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1 – Các giá trị của hệ số nhân x đối với các cỡ mẫu khác nhau sử dụng phương pháp ngoại suy trực tiếp

Cỡ mẫu	Hệ số nhân x
3	3
4	4
5 – 6	5
7 – 9	5,5
≥ 10	6

Khi tuổi thọ duy trì quang thông tính được (ví dụ L_{70}) là dương và nhỏ hơn hoặc bằng x lần khoảng thời gian thử nghiệm tổng thì giá trị tuổi thọ duy trì quang thông tính được chính là giá trị tuổi thọ duy trì quang thông ghi lại được.

Khi tuổi thọ duy trì quang thông tính được (ví dụ L_{70}) là dương và lớn hơn hoặc bằng x lần khoảng thời gian thử nghiệm tổng thì giá trị tuổi thọ duy trì quang thông ghi lại được phải được giới hạn ở x lần thời gian thử nghiệm tổng.

Khi tuổi thọ duy trì quang thông tính được (ví dụ L_{70}) là âm thì giá trị tuổi thọ duy trì quang thông ghi lại được sẽ là x lần khoảng thời gian thử nghiệm tổng, và dự đoán bất kỳ của quang thông được chuẩn hóa ở các thời gian làm việc cụ thể vượt quá khoảng thời gian thử nghiệm phải được ghi lại là quang thông được chuẩn hóa ở điểm đo cuối cùng.

5.1.6 Ký hiệu đối với tuổi thọ duy trì quang thông

Tuổi thọ duy trì quang thông được dự đoán trong phương pháp này phải được biểu diễn bằng cách sử dụng ký hiệu sau:

$$L_p (Dk)$$

trong đó p là phần trăm của quang thông ban đầu được duy trì, và D là tổng thời gian của thử nghiệm, tính bằng giờ, chia cho 1 000 và được làm tròn về số nguyên gần nhất. Ví dụ

$L_{70}(6k)$ đối với dữ liệu thử nghiệm 6 000 h;

$L_{70}(10k)$ đối với dữ liệu thử nghiệm 10 000 h.

Nếu giá trị L_p tính được được giảm theo quy luật x lần (xem 5.1.5), giá trị tuổi thọ duy trì quang thông phải được biểu diễn bằng ký hiệu ">". Ví dụ

$L_{70}(6k) > 36\,000$ h (ở $T_a = 25$ °C).

Nếu giá trị L_p đạt được từ thực nghiệm trong thử nghiệm theo TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) thì tuổi thọ duy trì quang thông phải được biểu diễn với giá trị D bằng giá trị L_p , tính bằng giờ, chia cho 1 000 và làm tròn đến số nguyên gần nhất. Ví dụ

$L_{70}(4k) = 4\,400$ h (ở $T_a = 25$ °C).

5.1.7 Nội suy dữ liệu nhiệt độ môi trường đối với ngoại suy trực tiếp

Khi nhiệt độ môi trường của DUT thực tế, T_1 , khác với nhiệt độ sử dụng cho các thử nghiệm của TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) (ví dụ 25 °C và 45 °C), cần sử dụng các quy trình dưới đây để dự đoán tuổi thọ duy trì quang thông của DUT ứng với nhiệt độ để thực tế với điều kiện làm việc tương tự hoặc thấp hơn (ví dụ dòng điện điều khiển).

5.1.7.1 Chọn nhiệt độ để T_a

Các nhiệt độ để LED thực tế, $T_{a,1}$, được sử dụng cho nội suy tuổi thọ duy trì quang thông từ nhiệt độ để thực tế phải có nhiệt độ thấp hơn gần nhất, $T_{a,1}$, và nhiệt độ cao hơn gần nhất, $T_{a,2}$, so với nhiệt độ để thực tế cần nội suy $T_{a,1}$.

5.1.7.2 Chuyển tất cả các nhiệt độ sang độ kelvin

Công thức dưới đây phải được sử dụng để chuyển các nhiệt độ sang đơn vị độ kelvin:

$$T [K] = T [°C] + 273,15 \quad (5)$$

Chỉ được sử dụng các giá trị nhiệt độ theo đơn vị độ kelvin trong các tính toán tiếp theo thể hiện trong các điều dưới đây.

5.1.7.3 Sử dụng phương trình Arrhenius để tính tuổi thọ duy trì quang thông nội suy

Phương trình Arrhenius thể hiện dưới đây phải được sử dụng để tính hằng số tốc độ suy giảm thực tế α :

$$\alpha_i = A \exp\left(\frac{-E_a}{k_B T_{s,i}}\right) \quad (6)$$

trong đó

A là hệ số trước số mũ;

E_a là năng lượng kích hoạt, tính bằng eV;

$T_{s,i}$ là nhiệt độ để thực tế, tính bằng độ K;

k_B là hằng số Boltzmann ($8,6173 \times 10^{-5}$ eV/K).

Các bước tính toán trung gian dưới đây cần được thực hiện để tìm hằng số tốc độ suy giảm ở nhiệt độ để thực tế $T_{s,1}$ từ $T_{s,1}$ đến $T_{s,2}$.

Bước 1: Có được α_1 và α_2 đối với hai nhiệt độ $T_{s,1}$ đến $T_{s,2}$, được tính theo đường cong thực hiện trong 5.1.4. Tính tỷ số E_a/k_B như sau:

$$\frac{E_a}{k_B} = \frac{\ln \alpha_1 - \ln \alpha_2}{\frac{1}{T_{s,2}} - \frac{1}{T_{s,1}}} \quad (7)$$

Bước 2: Sử dụng tỷ số trên, lắp $T_{s,1}$ vào để tính hệ số trước số mũ A:

$$A = \alpha_i \exp\left(\frac{E_a}{k_B T_{s,1}}\right) \quad (8)$$

Bước 2 ở trên cũng có thể được sử dụng thay α_2 và $T_{s,2}$ cho α_1 và $T_{s,1}$.

Bước 3: Tính B_0 , trong đó

$$B_0 = \sqrt{B_1 \cdot B_2} \quad (9)$$

trong đó

B_1 là hằng số ban đầu dự đoán với nhiệt độ T_s thấp hơn;

B_2 là hằng số ban đầu dự đoán với nhiệt độ T_s cao hơn.

Bước 4: Sử dụng kết quả B_0 ở trên, tính tuổi thọ duy trì quang thông L_p đối với nhiệt độ để thực tế $T_{s,i}$ như sau:

$$L_p = \frac{\ln\left(100 \cdot \frac{B_0}{P}\right)}{\alpha_i} \quad (10)$$

Kết quả có được từ các bước tính toán trên cũng như tham số sử dụng trong các phép tính được ghi lại trong Bảng 3.

Bước 5: Tính quang thông phát ra thực tế $\Phi(t)$ tại thời điểm t đối với T_{e1} như sau:

$$\Phi(t) = B_0 \cdot \exp(-\alpha_1 \cdot t) \quad (11)$$

5.1.7.4 Khả năng áp dụng của phương trình Arrhenius

Phương trình Arrhenius chỉ có thể được sử dụng nếu cả hai hằng số tốc độ suy giảm α_1 và α_2 đều có giá trị dương. Trong các trường hợp khi một hoặc cả hai giá trị α đều âm (tức là quang thông tăng theo thời gian) thì dự đoán bảo toàn phải được sử dụng như quy định dưới đây.

Nếu chỉ một giá trị α dương thì các dự đoán độ duy trì quang thông tương ứng và các giá trị L_p phải được sử dụng cho T_1 .

Nếu không có giá trị nào của α dương thì tuổi thọ duy trì quang thông, L_{70} , sẽ là x lần tổng thời gian thử nghiệm của dữ liệu đo được theo Bảng 1, và dự đoán bất kỳ về quang thông đầu ra đã chuẩn hóa ở các thời gian làm việc cụ thể vượt quá khoảng thời gian thử nghiệm, phải bằng với quang thông chuẩn hóa thấp hơn ở điểm đo cuối cùng giữa T_1 và T_2 .

5.1.7.5 Giới hạn đối với ngoại suy

Không được thực hiện việc ngoại suy giá trị L_p bất kỳ quá nhiệt độ làm việc được sử dụng trong thử nghiệm TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14). Ví dụ, nếu nhiệt độ thử nghiệm trong TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) cao nhất là 45 °C thì không được ngoại suy L_p ở nhiệt độ 55 °C.

Nếu nhiệt độ làm việc thực tế thấp hơn nhiệt độ thấp nhất được sử dụng trong thử nghiệm của TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) thì giá trị L_p ghi lại được phải sử dụng nhiệt độ thấp nhất trong thử nghiệm của TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14). Ví dụ, nếu nhiệt độ thấp nhất trong thử nghiệm của TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) là 25 °C thì L_p ở 15 °C phải sử dụng giá trị L_p ở 25 °C.

Đối với nội suy giữa các nhiệt độ để với các khoảng thời gian thử nghiệm có độ dài không bằng nhau, trong các trường hợp khi nhiệt độ cao hơn có thời gian thử nghiệm ngắn hơn thì dự đoán không được vượt quá x lần khoảng thời gian thử nghiệm ở nhiệt độ cao hơn, trong đó x được quy định trong Bảng 1, 5.1.5. Trong các trường hợp khi nhiệt độ thấp hơn có thời gian thử nghiệm ngắn hơn, việc dự đoán không được vượt quá x lần khoảng thời gian thử nghiệm ở nhiệt độ cao hơn, trong đó x được quy định trong Bảng 1, 5.1.5.

5.2 Quy trình dự đoán Phương pháp 2, ngoại suy kết hợp dữ liệu LM-84 và dữ liệu LM-80

Phương pháp này chỉ được khuyến cáo cho các trường hợp có tối thiểu 3 000 h nhưng ít hơn 6 000 h dữ liệu LM-84 đối với các bóng đèn hoặc đèn điện được thử nghiệm và tối thiểu 6 000 h dữ liệu LM-80 đối với các gói LED hoặc module LED được sử dụng trong DUT, với điều kiện dữ liệu LM-80 đáp ứng các yêu cầu sau:

Dữ liệu LM-80 được sử dụng trong phương pháp này phải chứa tối thiểu một tập dữ liệu có được ở T_s tương tự hoặc cao hơn, khi được so sánh với giá trị T_s của DUT trong 4.2 và ở dòng điện điều khiển

tương tự hoặc cao hơn, khi được so sánh với dòng điện điều khiển trong 4.2 đối với gói LED hoặc mô đun LED sử dụng trong các DUT.

Phương pháp này sử dụng dự đoán từ tập dữ liệu LM-80, dựa trên TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11) và được hiệu chỉnh đối với suy giảm quang thông bổ sung trong bóng đèn và đèn điện nếu được thực hiện trong dữ liệu LM-84, như mô tả thêm dưới đây.

5.2.1 Chuẩn hóa

Chuẩn hóa tất cả các dữ liệu LM-84-14 thu thập được về giá trị 1 (100 %) ở 0 h đối với từng DUT được thử nghiệm.

5.2.2 Lấy trung bình

Lấy trung bình các dữ liệu LM-84-14 đo được đã được chuẩn hóa của tất cả các mẫu trong cùng bộ dữ liệu xác định trong 4.2.2 đối với từng điều kiện thử nghiệm ở từng điểm đo.

5.2.3 Chọn tập dữ liệu LM-80

Từ dữ liệu LM-80 sẵn có, chọn tập dữ liệu có được ở cùng Ts hoặc Ts cao hơn gần nhất, khi được so sánh với giá trị Ts thực tế của DUT có được theo Phụ lục A của TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14), và ở dòng điện điều khiển tương tự hoặc cao hơn gần nhất, khi được so sánh với giá trị dòng điện điều khiển đối với các gói LED hoặc mô đun LED trong DUT cho trong Phụ lục A.

5.2.4 Đường cong của tập dữ liệu LM-80

Dùng đường cong theo mô hình bình phương tối thiểu phù hợp với tập dữ liệu LM-80, như mô tả trong TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11) và Phụ lục A của TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11).

5.2.5 Tính toán giá trị $\Delta\alpha$

Sử dụng các bước dưới đây để tính $\Delta\alpha$:

Bước 1: Lấy các điểm dữ liệu độ duy trì quang thông theo TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) đã được chuẩn hóa và lấy trung bình đối với điều kiện thử nghiệm quan tâm.

Bước 2: Loại bỏ dữ liệu bất kỳ có được trước 1 000 h.

Bước 3: Tìm các điểm dữ liệu độ duy trì quang thông đối với các thời gian thử nghiệm như nhau (trong phạm vi ± 48 h) từ tập dữ liệu LM-80 được chọn như mô tả trong 5.2.3 ở trên. Nếu không có sẵn các thời gian thử nghiệm như nhau trong dữ liệu LM-80 thì lấy các giá trị ứng với các thời gian thử nghiệm như nhau bằng cách nội suy tuyến tính hai điểm dữ liệu LM-80 gần nhất.

Bước 4: Tính tỷ số đối với từng điểm dữ liệu trong Bước 3 chỉ cho giá trị trong Bước 1 ứng với thời gian thử nghiệm tương tự (trong phạm vi ± 48 h).

Bước 5: Tính logarit tự nhiên đối với từng tỷ số đạt được trong Bước 4.

Bước 6: Dụng đường cong theo mô hình bình phương tối thiểu theo công thức:

$$\ln [r(t)] = \Delta\alpha \cdot t + b \quad (12)$$

trong đó

$r(t)$ là tập tỷ số thu được đối với các thời gian khác nhau trong Bước 4 ở trên,

t là thời gian làm việc, tính bằng giờ

$\Delta\alpha$ là độ dốc

b là giao điểm với trục tung

Công thức trên được lấy từ Phụ lục B. Ý nghĩa vật lý của $\Delta\alpha$ là hiệu số giữa các hằng số tốc độ suy giảm quang thông hàm số mũ quan sát được giữa dữ liệu LM-84 và dữ liệu LM-80.

Nếu $\Delta\alpha = 0$, dữ liệu LM-84 cần xét cho thấy tốc độ suy giảm quang thông tương tự (tức là độ duy trì quang thông tương tự) so với dữ liệu LM-80 được chọn.

Nếu $\Delta\alpha < 0$, dữ liệu TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) cần xét cho thấy tốc độ suy giảm quang thông chậm hơn (tức là độ duy trì quang thông tốt hơn) so với dữ liệu LM-80 (dây LED/môđun LED) được chọn. Trong trường hợp này, đặt $\Delta\alpha = 0$ và sử dụng b như thu được ở trên đối với đoạn tiếp theo. Điều này giống với việc giả thiết tốc độ suy giảm quang thông của dữ liệu bóng đèn/đèn điện tương tự với dữ liệu dây LED/môđun LED. Điều này nhằm cung cấp dự đoán bảo toàn dựa trên dữ liệu LM-84 ngắn hạn mà có thể chưa bắt đầu bộc lộ sự suy giảm quang thông đến phạm vi đầy đủ.

Nếu $\Delta\alpha > 0$, dữ liệu LM-84 cần xét cho thấy tốc độ suy giảm quang thông nhanh hơn (tức là độ duy trì quang thông kém hơn) so với dữ liệu LM-80. Trong trường hợp này, dữ liệu LM-80 cần được hiệu chỉnh đối với sự suy giảm quang thông bổ sung quan sát được trong DUT, như mô tả trong 5.2.6 dưới đây.

5.2.6 Dự đoán

Thực hiện dự đoán theo hàm số mũ sử dụng công thức dưới đây (xem Phụ lục B đối với nguồn gốc của công thức và Phụ lục C về ví dụ tính toán):

$$\Phi(t) = B \cdot \frac{\exp[-(\alpha + \Delta\alpha) \cdot t]}{\exp(b)} \quad (13)$$

trong đó

t là thời gian làm việc, tính bằng giờ

$\Phi(t)$ là quang thông chuẩn hóa được lấy trung bình tại thời điểm t

B hằng số ban đầu được dự đoán suy ra từ đường cong bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-80 theo TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11)

α là hằng số tốc độ suy giảm suy ra từ đường cong bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-80 theo TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11)

$\Delta\alpha$ là độ dốc như mô tả trong 5.2.5

b là giao điểm với trục tung như mô tả trong 5.2.5

Sử dụng các công thức dưới đây để dự đoán tuổi thọ duy trì quang thông.

$$L_{70} = \frac{\ln\left(\frac{B}{0,7}\right) - b}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (14)$$

hoặc

$$L_{50} = \frac{\ln\left(\frac{B}{0,5}\right) - b}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (15)$$

Đối với các mức duy trì quang thông bất kỳ, sử dụng dạng công thức chung như sau :

$$L_p = \frac{\ln\left(100 \times \frac{B}{p}\right) - b}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (16)$$

trong đó

L_p là tuổi thọ duy trì quang thông, tính bằng giờ, p là phần trăm quang thông ban đầu được duy trì.

Khi $(\alpha + \Delta\alpha) > 0$ thì đường cong hàm số mũ suy giảm về không và L_p dương.

Khi $(\alpha + \Delta\alpha) < 0$ thì đường cong hàm số mũ tăng theo thời gian và L_p âm.

Bất cứ khi nào đạt được giá trị L_p bằng thực nghiệm trong thời gian thử nghiệm theo TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14), giá trị ghi lại được phải đạt được bằng cách nội suy tuyến tính giữa hai điểm thử nghiệm gần nhất và ưu tiên giá trị bất kỳ được dự đoán bởi các công thức trên.

5.2.7 Điều chỉnh các kết quả

Đối với cỡ mẫu cho trước bất kỳ với tối thiểu là 5 DUT, các giá trị quang thông không được dự đoán quá x lần tổng thời gian thực hiện thử nghiệm (tính bằng giờ) của dữ liệu LM-84 đo được. Các giá trị x đối với các cỡ mẫu khác nhau được liệt kê trong Bảng 2 dưới đây.

Khi tuổi thọ duy trì quang thông tính được (ví dụ L_{70}) là dương và nhỏ hơn hoặc bằng x lần khoảng thời gian thử nghiệm tổng thì giá trị tuổi thọ duy trì quang thông tính được chính là giá trị tuổi thọ duy trì quang thông ghi lại được.

Khi tuổi thọ duy trì quang thông tính được (ví dụ L_{70}) là dương và lớn hơn hoặc bằng x lần khoảng thời gian thử nghiệm tổng thì giá trị tuổi thọ duy trì quang thông ghi lại được phải được giới hạn ở x lần thời gian thử nghiệm.

Khi tuổi thọ duy trì quang thông tính được (ví dụ L_{70}) là âm thì giá trị tuổi thọ duy trì quang thông ghi lại được sẽ là x lần khoảng thời gian thử nghiệm tổng, và dự đoán bất kỳ của quang thông được chuẩn hóa ở các thời gian làm việc cụ thể vượt quá khoảng thời gian thử nghiệm phải được ghi lại là quang thông được chuẩn hóa ở điểm đo cuối cùng.

Bảng 2 – Các giá trị của hệ số nhân x đối với các cỡ mẫu khác nhau sử dụng phương pháp ngoại suy kết hợp

Cỡ mẫu	Hệ số nhân x
5	1,5
6	2
7	2,5
8	3
9	2,5
10	4
11	4,5
12	5
13 – 14	5,5
≥ 15	6

5.2.8 Ký hiệu đối với tuổi thọ duy trì quang thông dự đoán

Tuổi thọ duy trì quang thông được dự đoán trong phương pháp này phải được biểu diễn bằng cách sử dụng ký hiệu sau:

$$L_p (D_{lamp} k, D_{LED} k)$$

trong đó p là phần trăm của quang thông ban đầu được duy trì, và D_{lamp} là tổng thời gian của thử nghiệm DUT và D_{LED} là tổng thời gian của dữ liệu LM-80 (đối với gói LED hoặc môđun LED), cả hai đều tính bằng giờ, chia cho 1 000 và được làm tròn về số nguyên gần nhất. Ví dụ

$L_{70}(3k, 6k)$ đối với dữ liệu thử nghiệm DUT 3 000 h và dữ liệu LM-80 6 000 h;

Nếu giá trị L_p tính được được giảm theo quy luật x lần, giá trị tuổi thọ duy trì quang thông phải được biểu diễn bằng ký hiệu ">". Ví dụ

$L_{70}(3k, 6k) > 18\ 000$ h (ở $T_s = 25$ °C).

Bảng 3 – Thông tin cần có trong báo cáo ở từng điều kiện thử nghiệm

Mô tả nguồn sáng LED được thử nghiệm (nhà chế tạo, model, số catalo, v.v.)	
Cỡ mẫu	
Số lượng hỏng	
Dòng điện điều khiển DUT được sử dụng trong thử nghiệm	mA
Thời gian thử nghiệm	h
Khoảng thời gian thử nghiệm được sử dụng để dự đoán	...h đến ...h
Nhiệt độ để được thử nghiệm	°C
Tiêu chí nếu các mẫu không đại diện cho loạt sản xuất	(nếu các loại trừ bất kỳ)
Đối với các trường hợp khi giá trị độ duy trì quang thông trung bình trên thực tế bị vượt qua:	
L_p cần quan tâm ($p < 100$)	$L_{\underline{\quad}}$
Thời gian thử nghiệm được nội suy ở L_p	h
Đối với các trường hợp khi có tối thiểu 6 000 h dữ liệu thử nghiệm:	
Dữ liệu thử nghiệm α	
Dữ liệu thử nghiệm B	
$L_{70}(DK)$ ghi lại	h
Đối với các trường hợp khi có ít hơn 6 000 h nhưng nhiều hơn 3 000 h dữ liệu thử nghiệm:	
Dữ liệu thử nghiệm α của LM-80	
Dữ liệu thử nghiệm B của LM-80	
$L_{70}(DK)$ ghi lại theo dữ liệu LM-80	h
Giá trị $\Delta\alpha$	
$L_{70}(DK)$ ghi lại	h

6 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo dự đoán tuổi thọ duy trì quang thông phải có các thông tin sau được thể hiện trong Bảng 3. Các giá trị L_{70} tính được và ghi lại phải được làm tròn đến 3 chữ số có nghĩa. Tất cả các giá trị α và B phải được làm tròn đến 4 chữ số có nghĩa.

Khi sử dụng nội suy giữa các tập dữ liệu thử nghiệm ở các nhiệt độ khác nhau, thông tin bổ sung dưới đây phải được đưa ra, như thể hiện trên Bảng 4.

Bảng 4 – Thông tin cần đưa vào báo cáo đối với nội suy (xem 5.1.7.1 đối với nhiệt độ để)

$T_{s,1}$ (°C)	
$T_{s,1}$ (K)	
α_1	
B_1	
$T_{s,2}$ (°C)	
$T_{s,2}$ (K)	
α_2	
B_2	

E_d/k_B	
A	
B_0	
$T_{s,1}$ (°C)	
$T_{s,1}$ (K)	
α_1	
$L_{70}(D, k)$ ghi lại	

Phụ lục A

(quy định)

Dòng điện điều khiển LED trong phương pháp ngoại suy kết hợp

Dòng điện điều khiển LED, I_c , là quan trọng trong việc đánh giá đúng tính năng đối với phương pháp ngoại suy kết hợp. Quang thông, hiệu suất sáng, màu, độ suy giảm quang thông và các tham số khác của LED được xác định từ dòng điện điều khiển thực. Các phương pháp trong tài liệu này dựa trên dòng điện điều khiển LED chính xác đóng vai trò như một trong các yếu tố quan trọng; các dòng điện không chính xác có thể rút ngắn hoặc kéo dài đáng kể dự đoán độ suy giảm và giới hạn độ tin cậy của tính năng thực tế.

TCVN 10887:2015 (IES LM-80-08) đòi hỏi việc điều chỉnh chính xác dòng điện để đảm bảo các kết quả nhất quán và giảm thiểu sự sai lệch bất kỳ của dòng điện lên các phép đo được ghi lại. Dòng điện được điều chỉnh là dòng điện tại nguồn sáng và trong hầu hết các trường hợp có thể được đơn giản chuyển thành I_c của LED. I_c thực sự của LED trong bóng đèn và đèn điện là kết quả của thiết kế hệ thống kể cả việc sử dụng các cấu trúc liên kết thiết bị song song, nối tiếp hoặc ma trận, sử dụng các thiết bị phụ trợ (điện trở, diốt, v.v.) cũng như các bộ điều khiển, nguồn lắp trên bảng mạch, tích hợp hoặc từ xa.

Có nhiều kỹ thuật xác định dòng điện điều khiển LED được sử dụng trong các phương pháp của tiêu chuẩn này. Giá trị chính xác nhất có thể thu được bằng cách đo dòng điện ở từng LED (hoặc mẫu đại diện) và lấy trung bình; tuy nhiên, vì dòng điện phải được đo nối tiếp với LED nên điều này gần như là không thể. Do đó nên kết hợp đo và tính để có được giá trị trung bình ước lượng tốt nhất.

Bước đầu tiên là đo dòng điện tổng của hệ thống ở đầu ra của thành phần điện tử điều khiển bất kỳ (nguồn hoặc bộ điều khiển). Đối với các hệ thống có nhiều gói LED, mô đun LED, hoặc bảng mạch LED, bước tiếp theo là đo dòng điện đầu vào của dây hoặc dòng điện vào bảng mạch đối với từng dây hoặc bảng mạch trong bóng đèn/đèn điện. Đối với các hệ thống chỉ có một dây LED hoặc một bảng mạch LED, dòng điện tổng của hệ thống cần được sử dụng cho dòng điện vào bảng mạch. Đối với mỗi dây hoặc bảng mạch, tính từng dòng điện điều khiển LED thông qua phân tích mạch điện của bảng mạch. Sử dụng từng dòng điện của dây hoặc bảng mạch tính được, tính dòng điện điều khiển trung bình của LED trong hệ thống.

Cần thực hiện kiểm tra cẩn thận bằng cách thực hiện phân tích toàn bộ hệ thống bằng cách thay dòng điện điều khiển LED trung bình đối với từng LED trong hệ thống và tính dòng điện tổng cần thiết. Giá trị này cần tương đương với dòng điện tổng đo được của hệ thống.

Phụ lục B

(tham khảo)

Nguồn gốc của công thức sử dụng trong phương pháp ngoại suy kết hợp

Mối quan hệ giữa độ duy trì quang thông của bóng đèn (hoặc đèn điện) và độ duy trì quang thông của các gói LED (hoặc mô đun LED) được sử dụng trong nó có thể biểu diễn như sau:

$$\Phi(t)_{LM-84} = \Phi(t)_{LM-80} \times C(t) \quad (B1)$$

trong đó

$\Phi(t)_{LM-84}$ là độ duy trì quang thông của bóng đèn (hoặc đèn điện) được đo theo LM-84;

$\Phi(t)_{LM-80}$ là độ duy trì quang thông của gói LED (hoặc mô đun LED) được sử dụng cho bóng đèn (hoặc đèn điện) được đo theo LM-80;

$C(t)$ là hàm hiệu chỉnh giữ dữ liệu LM-84 và dữ liệu LM-80 theo thời gian làm việc.

Cách tiếp cận sử dụng dưới đây xác định theo thực nghiệm hàm hiệu chỉnh $C(t)$ từ dữ liệu LM-84 và dữ liệu LM-80 ngắn hạn sẵn có (nhỏ hơn 6 000 h), và sau đó được sử dụng lên dữ liệu LM-80 dài hạn (6 000 h hoặc nhiều hơn) để ngoại suy độ duy trì quang thông của bóng đèn (hoặc đèn điện).

Theo cách tiếp cận sử dụng trong tiêu chuẩn này và TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11), độ duy trì quang thông xấp xỉ bằng độ suy giảm theo hàm số mũ:

$$\Phi(t)_{LM-84} = B_{LM-84} \times \exp(-\alpha_{LM-84} \times t) \quad (B2)$$

và

$$\Phi(t)_{LM-80} = B_{LM-80} \times \exp(-\alpha_{LM-80} \times t) \quad (B3)$$

Sau khi giải $C(t)$ và thay hai phương trình trên vào phương trình (B1) ta có

$$\begin{aligned} C(t) &= \frac{\Phi(t)_{LM-84}}{\Phi(t)_{LM-80}} = \frac{B_{LM-84} \times \exp(-\alpha_{LM-84} \times t)}{B_{LM-80} \times \exp(-\alpha_{LM-80} \times t)} \\ &= \frac{B_{LM-84}}{B_{LM-80} \times \exp(-\Delta\alpha \times t)} \end{aligned} \quad (B4)$$

trong đó

$$\Delta\alpha = \alpha_{LM-84} - \alpha_{LM-80} \quad (B5)$$

Sau khi lấy loga tự nhiên và thay dấu ở cả hai phía, công thức tính $C(t)$ sẽ thành:

$$\ln[r(t)] = \Delta\alpha \times t + b \quad (B6)$$

trong đó

t là thời gian làm việc, tính bằng giờ;

$$r(t) = \frac{\Phi(t)_{LM-80}}{\Phi(t)_{LM-84}}$$

$$b = \ln\left(\frac{B_{LM-80}}{B_{LM-84}}\right)$$

Công thức này được sử dụng trong 5.2.5 để xác định $C(t)$ theo thực nghiệm bằng đường thẳng tuyến tính theo bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-80 và dữ liệu LM-84 "ngắn hạn".

Sau đó dữ liệu LM-84 "ngắn hạn" có thể được ngoại suy bằng cách sử dụng $C(t)$ lên dữ liệu LM-80 "dài hạn", theo công thức đầu tiên nêu trên:

$$\Phi(t)_{LM-84} = \Phi(t)_{LM-80} \times \exp(-\Delta\alpha \times t - b) \quad (B7)$$

hoặc (sau khi thay xấp xỉ TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11) đối với $\Phi(t)_{LM-80}$):

$$\Phi(t) = B \cdot \frac{\exp[-(\alpha + \Delta\alpha) \cdot t]}{\exp(b)} \quad (B8)$$

trong đó

$\Phi(t)$ là dự đoán đối với dữ liệu bóng đèn (đèn điện)

α là hằng số tốc độ suy giảm suy ra từ đường cong bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-80 theo TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11)

B hằng số ban đầu được dự đoán suy ra từ đường cong bình phương tối thiểu của dữ liệu LM-80 theo TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11)

Bằng cách lấy loga tự nhiên trên cả hai phía và sắp xếp lại công thức trên, ta có thể giải được L_{70} , L_{50} hoặc L_p như sau:

$$L_{70} = \frac{\ln\left(\frac{B}{0,7}\right) - b}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (B9)$$

$$L_{50} = \frac{\ln\left(\frac{B}{0,5}\right) - b}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (B10)$$

$$L_p = \frac{\ln\left(100 \times \frac{B}{p}\right) - b}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (B11)$$

Phụ lục C
(tham khảo)

Ví dụ về phương pháp ngoại suy kết hợp

**Bảng C.1 – Dữ liệu thử nghiệm 4 500 h theo LM-84-14
ở nhiệt độ T_s bằng 36,5 °C, dòng điện điều khiển danh nghĩa 165 mA**

Mẫu số	0	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500
1	1,000	1,018	1,045	1,038	1,063	1,054	1,056	1,047	1,044	1,038
2	1,000	1,026	1,035	1,042	1,061	1,052	1,050	1,059	1,053	1,050
3	1,000	1,026	1,034	1,042	1,060	1,043	1,042	1,050	1,044	1,033
4	1,000	1,026	1,044	1,051	1,070	1,053	1,054	1,057	1,057	1,051
5	1,000	1,018	1,036	1,046	1,071	1,054	1,063	1,046	1,046	1,037
6	1,000	1,027	1,045	1,051	1,071	1,063	1,068	1,051	1,051	1,043
7	1,000	1,028	1,046	1,044	1,073	1,055	1,053	1,044	1,050	1,035
8	1,000	1,033	1,074	1,048	1,058	1,050	1,054	1,046	1,046	1,030
9	1,000	1,027	1,044	1,043	1,062	1,053	1,066	1,060	1,063	1,060
10	1,000	1,025	1,042	1,042	1,059	1,051	1,058	1,031	1,025	1,017
Trung bình	1,0000	1,0254	1,0445	1,0447	1,0648	1,0528	1,0564	1,0648	1,0648	1,0394

**Bảng C.2 – Dữ liệu thử nghiệm 6 000 h theo LM-80
ở nhiệt độ T_a bằng 45 °C, dòng điện điều khiển danh nghĩa 350 mA**

Mẫu số	0	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000
1	1,000	0,972	1,014	1,013	0,992	0,978	0,967
2	1,000	1,006	0,999	0,992	0,976	0,974	0,971
3	1,000	0,991	1,004	1,005	0,990	0,978	0,966
4	1,000	1,015	1,012	1,006	0,989	0,987	0,983
5	1,000	1,009	1,003	0,996	0,965	0,963	0,958
6	1,000	1,011	1,008	1,002	0,985	0,978	0,977
7	1,000	1,007	0,995	0,988	0,973	0,976	0,972
8	1,000	1,001	1,008	0,998	0,961	0,977	0,970
9	1,000	1,006	0,998	0,991	0,978	0,979	0,978
10	1,000	1,008	1,023	1,019	1,006	0,992	0,977
Trung bình	1,0000	1,0026	1,0064	1,0010	0,9815	0,9782	0,9719
Ln(trung bình)	0	0,002597	0,006380	0,001 000	-0,018673	-0,022041	-0,028502

**Bảng C.3 – Thiết lập phương pháp kết hợp đối với dữ liệu thử nghiệm 4 500 h theo LM-84
ở nhiệt độ T_a bằng 36,5 °C và dữ liệu thử nghiệm 6 000 h theo LM-80 ở nhiệt độ T_a bằng 45 °C**

Thời gian, h	LM-84	LM-80	$r(t)$	$\ln[r(t)]$
1 000	1,0445	1,0026	0,9599	-0,04094
1 500	1,0447	1,0045	0,9615	-0,03924
2 000	1,0648	1,0064	0,9452	-0,05641
2 500	1,0528	1,0037	0,9534	-0,04776
3 000	1,0564	1,0010	0,9476	-0,05387
3 500	1,0491	0,9913	0,9449	-0,05672
4 000	1,0479	0,9815	0,9366	-0,06546
4 500	1,0394	0,9799	0,9427	-0,05900

CHÚ THÍCH: Các điểm LM-80 tại 1 500 h, 2 500 h, 3 500 h và 4 500 h có được bởi nội suy tuyến tính theo 5.2.5. Các giá trị đầu vào để lấy trung bình và các giá trị trung bình LM-80 được nội suy được làm tròn đến bốn chữ số có nghĩa.

Bảng C.4 – Đường cong bình phương tối thiểu của 4 500 h theo LM-84 ở nhiệt độ T_s bằng 36,5 °C và dữ liệu thử nghiệm 6 000 h theo LM-80 ở nhiệt độ T_s bằng 45 °C, Phương pháp kết hợp

$\Delta\alpha$ (độ dốc)	-6,299E-06
b (điểm cắt)	-0,03510
α (theo TM-21)	7,441E-06
B (theo TM-21)	1,0163
$\alpha + \Delta\alpha$ ^[1]	7,441E-06
$1/\exp(b)$ ^[2]	1,0357
L_{70} ^[2] ghi lại được	>18000

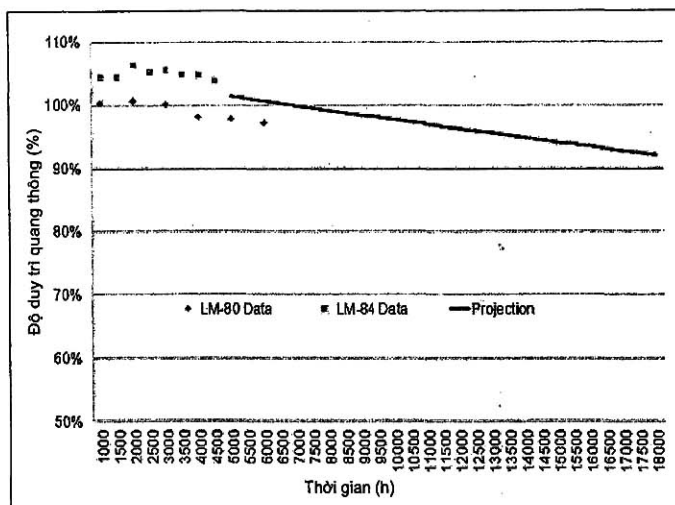
^[1] $\Delta\alpha$ được đặt về 0 vì $\Delta\alpha < 0$ (xem 5.2.5, bước 6)

^[2] 4 x thời gian thử nghiệm LM-84, được làm tròn đến 3 chữ số có nghĩa (xem 5.2.7, Bảng 2)

Bảng C.5 – Dự đoán độ suy giảm quang thông, phương pháp kết hợp

Thời gian, h	Dự đoán
5 000	1,014
5 500	1,010
6 000	1,007
6 500	1,003
7 000	0,999
7 500	0,995
8 000	0,992
8 500	0,988
9 500	0,981
1 0000	0,977
10 500	0,974
11 000	0,970
11 500	0,966
12 000	0,963

Thời gian, h	Dự đoán
12 500	0,959
13 000	0,956
13 500	0,952
14 000	0,948
14 500	0,945
15 000	0,941
15 500	0,938
16 000	0,934
16 500	0,931
17 000	0,928
17 500	0,924
18 000	0,921



Hình C.1 – Đồ thị dự đoán độ suy giảm quang thông, cũng thể hiện dữ liệu LM-84 và LM-80 được lấy trung bình (xem Bảng C1, Bảng C2 và Bảng C5)

Phụ lục D

(quy định)

Mô hình thống kê

Ba sản phẩm chiếu sáng rần (SSL) khác nhau được sử dụng để xác định ảnh hưởng của cỡ mẫu lên việc ước lượng độ duy trì quang thông. Ba sản phẩm này được gọi là A, B và C có các cỡ mẫu là 20, 10 và 9 bóng đèn LED tương ứng. Sản phẩm A và B được đo độ suy giảm quang thông tối thiểu cứ sau 500 h còn sản phẩm C chỉ được đo cứ sau 1 000 h. Việc tính toán được thực hiện chỉ sử dụng quang thông đo được theo các cách sau:

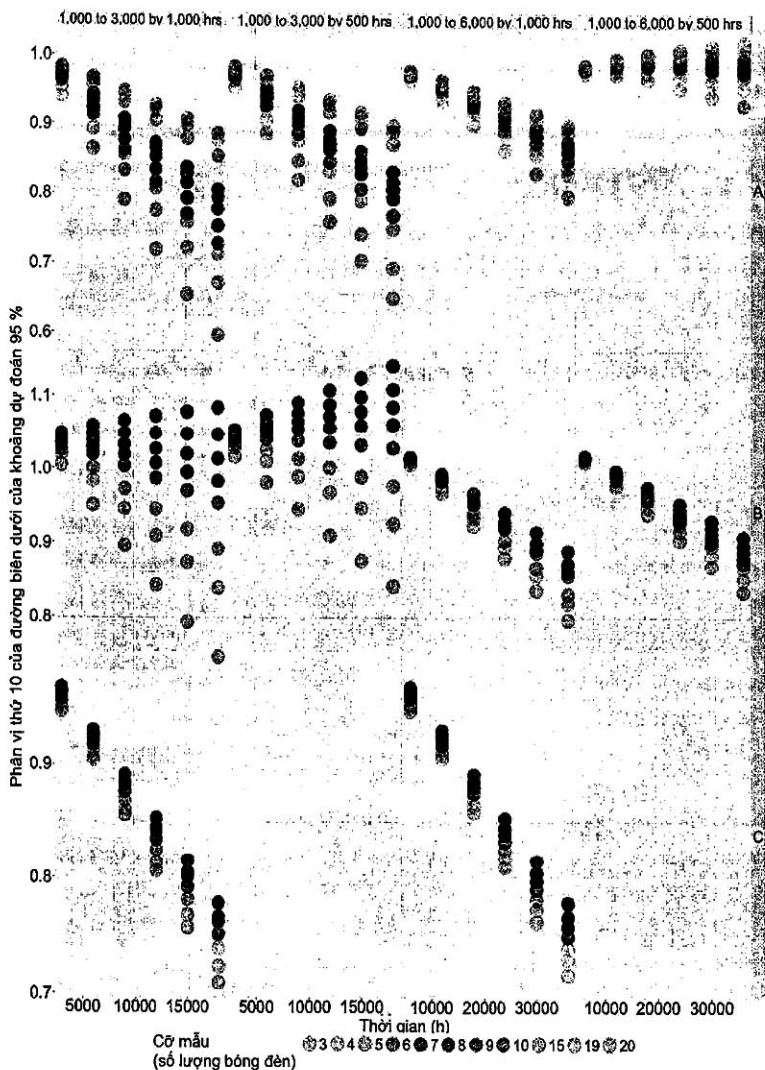
- 1 000 h đến 3 000 h với các khoảng cách 1 000 h
- 1 000 h đến 3 000 h với các khoảng cách 500 h
- 1 000 h đến 6 000 h với các khoảng cách 1 000 h
- 1 000 h đến 6 000 h với các khoảng cách 500 h

Dữ liệu được đưa vào mô hình hàm số mũ đơn giản và đường biên dưới của khoảng dự đoán 95 % của đường cong được ước lượng và ghi lại. Ví dụ, 10 bóng đèn được đo cứ sau 1 000 h từ 1 000 h đến 3 000 h được chọn ngẫu nhiên từ 20 bóng đèn của sản phẩm A. Mô hình hàm số mũ được thiết lập từ 10 bóng đèn và ước lượng đường biên dưới của khoảng dự đoán 95 % được ghi lại. Việc lấy mẫu, lập mô hình và tính đường biên dưới của khoảng dự đoán 95 % được lập lại 100 lần. Sau đó lập lại quá trình này đối với mỗi tổ hợp sản phẩm (A, B, C) của cỡ mẫu áp dụng (20, 19, 15, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3) và độ dài và khoảng cách đo áp dụng tính bằng giờ (1 000 h đến 3 000 h cứ sau 1 000 h, 1 000 h đến 3 000 h cứ sau 500 h, 1 000 h đến 6 000 h cứ sau 1 000 h, 1 000 h đến 6 000 h cứ sau 500 h). Đối với mỗi tổ hợp nêu trên, 100 lần ước lượng khoảng dự đoán 95 % đường biên dưới được tính toán và phân vị thứ 10 của 100 ước lượng này (hoặc đường biên dưới nhỏ nhất thứ 10) được vẽ đồ thị và lập bảng, nhằm giúp xác định các quy tắc về giới hạn ngoại suy thích hợp (bộ số) để dự đoán độ suy giảm quang thông. Các giá trị phân vị thứ 10 có thể được coi là kịch bản trường hợp xấu nhất tương ứng đại diện cho độ suy giảm quang thông.

Độ chặt chung (thiếu tính biến động mong muốn) của các (chấp nhận sản phẩm A và sản phẩm B ở 1 000 h đến 3 000 h) chỉ ra rằng toàn bộ việc giảm cỡ mẫu không làm giảm tính biến động giữa các bóng đèn trong cùng một sản phẩm. Rõ ràng là có sự phân biệt và do đó cần có phương pháp luận ở đây, nhưng có thể có rất nhiều sự khác nhau do cỡ mẫu. Điều này cho thấy rằng sự biến động giữa các bóng đèn của cùng một sản phẩm là đủ lớn để có thể sử dụng các cỡ mẫu nhỏ hơn và sẽ đại diện nhiều trong phạm vi tính biến động của sản phẩm. Quan sát này được sử dụng trong khuyến cáo đối với phương pháp dự đoán trực tiếp.

Kết luận hữu ích khác là có sự xuất hiện ảnh hưởng lớn hơn của tổng thời gian thử nghiệm (3 000 h so với 6 000 h), so với ảnh hưởng của sự khác nhau về độ dài khoảng lấy mẫu (500 h so với 1 000 h). Đối với sản phẩm A và B, sự trải rộng của các ước lượng khoảng dự đoán đường biên dưới phân vị thứ 10 bị tăng đáng kể khi chỉ sử dụng các bóng đèn được đo từ 1 000 h đến 3 000 h, so với khi sử dụng các bóng đèn được đo từ 1 000 h đến 6 000 h (không quan tâm đến độ dài khoảng lấy mẫu). Sự trải rộng hoặc sự khác nhau của các ước lượng khoảng dự đoán đường biên dưới phân vị thứ 10 giữa các cỡ mẫu chỉ bị ảnh hưởng nhẹ bởi độ dài khoảng lấy mẫu, giữa 500 h và 1 000 h. Trên thực tế, điều này có nghĩa là các cỡ mẫu khác nhau có thể thích hợp cho dữ liệu có được sau 3 000 h (phương pháp kết hợp) hoặc dữ liệu có được sau 6 000 h trong phương pháp trực tiếp dự đoán quang thông – cao hơn đáng kể so với trường hợp trước. Quan sát này được sử dụng trong khuyến cáo khác đối với phương pháp dự đoán kết hợp.

Dựa vào các kết luận trên và xem xét những chênh lệch giữa các dự đoán ở các cỡ mẫu giảm so với dự đoán có cỡ mẫu lớn nhất sử dụng trong từng trường hợp, các khuyến cáo sau được cung cấp cho độ dài lớn nhất của khoảng dự đoán thể hiện là số nhân, x , đối với thời gian thử nghiệm TCVN 12234:2018 (IES LM-84-14) là hàm của cỡ mẫu đối với mỗi trong hai phương pháp dự đoán sử dụng trong tiêu chuẩn này, như thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2. Chúng được thiết kế để duy trì các đường biên dưới được dự đoán trong phạm vi 5 % của giá trị thu được với cỡ mẫu lớn nhất. Như trong TCVN 11842:2017 (IES TM-21-11), khoảng dự đoán lớn nhất có thể có trong từng trường hợp được giới hạn bởi độ không đảm bảo đo của hệ thống, bổ sung cho cỡ mẫu.



Hình D.1 – Kết quả mô hình thống kê ở các cỡ mẫu khác nhau

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Ban kỹ thuật về thuật ngữ của IES, ANSI/IES RP-16-10 *Nomenclature and Definitions for Illuminating Engineering*, Hiệp hội Kỹ thuật Chiếu sáng Bắc Mỹ, New York, 2010.
- [2] Tiểu ban Chiếu sáng rắn IES của Ban kỹ thuật quy trình thử nghiệm, *IES LM-79-08, IES Approved method for the electrical and photometric measurements of solid-state lighting products*. Hiệp hội Kỹ thuật Chiếu sáng Bắc Mỹ, New York, 2008.
-