



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۲۱۳۶۳-۴
چاپ اول
۱۳۹۵

INSO
21363-4
1st.Edition
2017

Identical with
BS EN 13032-4:
2015

نور و روشنایی - اندازه‌گیری و ارائه
داده‌های نورسنجی لامپ‌ها و چراغ‌ها-
قسمت ۴: لامپ‌ها، مدول‌ها و
چراغ‌های LED

Light and lighting – Measurement and
presentation of photometric data of
lamps and luminaires
Part4: LED lamps, modules and
luminaires

ICS : 17.180.20; 29.140. 99

استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۱۳۶۳: سال ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«نور و روشنایی - اندازه‌گیری و ارائه داده‌های نورسنجی لامپ‌ها و چراغ‌ها -

قسمت ۴: لامپ‌ها، مدول‌ها و چراغ‌های LED»

سمت و / یا نمایندگی

رئیس:

کارشناس اجرای استاندارد - اداره کل استاندارد و کارشناس
رسمی دادگستری استان خراسان رضوی

حسین آبادی، علی
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

دبیر:

مدیر کنترل کیفیت - شرکت پارس شعاع و کارشناس
استاندارد

کیانی، رضا
(کارشناسی ارشد فیزیک - حالت جامد)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفباء)

کارشناس آزمایشگاه - شرکت آریا نور شکوه

آریان پور، زینب
(کارشناسی ارشد فیزیک - حالت جامد)

کارشناس تضمین کیفیت - شرکت پارس شعاع توس

آکنده، نوید
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت گلنور

اسماعیل زاده، مهدی
(کارشناس مهندسی برق - مخابرات)

بازنشسته - شرکت برق نیروگاه توس

بساوند منش، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

رئیس هیئت مدیره - کانون روشنایی و نورپردازی شرق

برادران هاشمی زاده، محسن
(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

مدیر فنی آزمایشگاه - شرکت نور صرام پویا

بهزادی، آروین
(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت امید پدیده گرمسار

پور احمدی، مجتبی
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

نماینده - کانون روشنایی و نورپردازی شرق

توانایی جبارزاده، علی
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر فنی - شرکت اندیشه آزما زاگرس

ذوالنوری، ایمان

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات)

رئیس کانون کارشناسان - استاندارد استان خراسان رضوی و
کارشناس استاندارد

سپهر، علی

(دکتری مکانیک)

کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه - صنایع الکترونیک
افراتاب

شاه محمدی، سینا

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر فنی آزمایشگاه - شرکت نمانور آسیا

علیزاده، منیره

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر دپارتمان مهندسی روشنایی - شرکت شب فروز

فقیه، علی

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر تحقیق و توسعه - شرکت تولید نور

کاشف پور، نصرالله

(کارشناسی فناوری اطلاعات)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت تولید نور

کوچکی، الینا

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر دفتر ارتباط با صنعت - دانشگاه امام رضا (ع)

گنجی مهینه، مهدی

(کارشناسی مهندسی برق - مخابرات)

عضو هیئت علمی - دانشگاه فردوسی مشهد

منفرد، محمد

(دکتری مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر فنی آزمایشگاه - شرکت آریا نور شکوه

نوبخت، افسانه

(کارشناسی فیزیک)

رئیس هیئت مدیره - انجمن روشنایی و نور پردازی ایران

نور صالحی، شهرام

(کارشناسی برق - قدرت)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس استاندارد - بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران

ویراستار:

حسینی، ابراهیم

(کارشناسی فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ط	پیش‌گفتار
ی	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱۶	۴ الزامات آزمایشگاه
۱۶	۱-۴ کلیات
۱۶	۱-۱-۴ شرایط آزمون استاندارد
۱۷	۲-۱-۴ بازه رواداری
۱۸	۲-۴ شرایط محیطی و آزمایشگاه
۱۸	۱-۲-۴ اتاق آزمون
۱۸	۲-۲-۴ دمای محیط
۱۹	۳-۲-۴ دمای سطحی (دمای نقطه t_p)
۲۰	۴-۲-۴ جابجایی هوا
۲۰	۵-۲-۴ موقعیت کارکرد
۲۱	۳-۴ شرایط آزمون الکتریکی و تجهیزات الکتریکی
۲۱	۱-۳-۴ ولتاژ و جریان آزمون
۲۱	۲-۳-۴ اندازه‌گیری‌های الکتریکی
۲۲	۳-۳-۴ منبع تغذیه الکتریکی
۲۴	۴-۴ پایداری قبل از اندازه‌گیری
۲۴	۱-۴-۴ کلیات
۲۴	۲-۴-۴ لامپ‌ها و چراغ‌های LED
۲۵	۳-۴-۴ مدول‌های LED
۲۵	۵-۴ تجهیزات اندازه‌گیری نورسنجی و رنگ‌سنجی
۲۵	۱-۵-۴ کلیات
۲۶	۲-۵-۴ الزامات پاسخ طیفی برای نورسنج‌ها
۲۷	۳-۵-۴ کره نورسنجی (همه نوع‌ها)
۳۰	۴-۵-۴ گونیوفتومتر (همه نوع‌ها)
۳۲	۵-۵-۴ درخشندگی سنج‌ها

صفحه	عنوان
۳۳	۵ شرایط آماده‌سازی، نصب و کارکرد
۳۳	۱-۵ کارگردگی
۳۳	۲-۵ وسایل آزمون
۳۳	۳-۵ نصب
۳۳	۱-۳-۵ جهت کارکرد
۳۴	۲-۳-۵ دستگاه مختصات
۳۴	۳-۳-۵ مرکز نورسنجی
۳۵	۴-۵ شرایط عملکردی وسایل LED
۳۵	۱-۴-۵ کلیات
۳۵	۲-۴-۵ لامپ‌های LED
۳۵	۳-۴-۵ مدول‌های LED
۳۶	۴-۴-۵ چراغ‌های LED
۳۶	۶ اندازه‌گیری کمیت‌های نورسنجی
۳۶	۱-۶ کلیات
۳۶	۲-۶ اندازه‌گیری شار نوری کلی
۳۸	۳-۶ شار نوری جزئی
۳۸	۴-۶ بهره نوری
۳۹	۵-۶ توزیع شدت نور و ارائه داده‌ها
۳۹	۱-۵-۶ کلیات
۴۰	۲-۵-۶ لامپ‌های LED و مدول‌های LED
۴۰	۳-۵-۶ چراغ‌های LED
۴۰	۶-۶ شدت پرتو مرکز و زاویه‌های پرتو
۴۱	۷-۶ اندازه‌گیری‌های درخشندگی
۴۲	۷ اندازه‌گیری کمیت‌های رنگ
۴۲	۱-۷ اندازه‌گیری‌های رنگ سنجی
۴۲	۱-۱-۷ مفاهیم عمومی
۴۳	۲-۱-۷ دمای رنگ همبسته (چشمه‌های نور LED سفید)
۴۳	۳-۱-۷ شاخص رنگ نمایی (چشمه‌های نور LED سفید)
۴۳	۴-۱-۷ یکنواختی زاویه‌ای رنگ
۴۴	۸ عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری

صفحه	عنوان
۴۴	۱-۸ کلیات
۴۵	۲-۸ دستورالعمل برای بودجه بندی عدم قطعیت اندازه گیری
۴۵	۱-۲-۸ پارامترهای مشترک در تمام اندازه گیری ها
۴۶	۲-۲-۸ شار نوری
۴۸	۳-۲-۸ شدت روشنایی و درخشندگی
۴۸	۴-۲-۸ پارامترهای رنگ
۴۸	۵-۲-۸ توان الکتریکی
۴۸	۶-۲-۸ بهره نوری
۴۸	۹ ارائه نتایج آزمون
۴۸	۱-۹ گزارش آزمون
۴۸	۱-۱-۹ مقدمه
۴۹	۲-۱-۹ اطلاعات عمومی
۴۹	۳-۱-۹ اطلاعات وسیله (های) تحت آزمون
۵۰	۴-۱-۹ اطلاعاتی در مورد روش آزمون
۵۰	۵-۱-۹ داده های نورسنجی و/ یا رنگ سنجی
۵۱	پیوست الف (آگاهی دهنده) راهنمای کاربردی این استاندارد
۵۴	پیوست ب (آگاهی دهنده) نور ناخواسته - جلوگیری از نور ناخواسته در گونیوفتومتر
۵۶	پیوست پ (آگاهی دهنده) شرایط عملی آزمایشگاه
۶۳	پیوست ت (آگاهی دهنده) دستورالعمل محاسبه عدم قطعیت های اندازه گیری
۷۰	پیوست ث (آگاهی دهنده) دستورالعمل تعیین مقادیر اسمی کمیت های نورسنجی چراغ های LED
۷۳	کتاب نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «نور و روشنایی- اندازه‌گیری و ارائه داده‌های نورسنجی لامپ‌ها و چراغ‌ها - قسمت ۴: لامپ‌ها، مدول‌ها و چراغ‌های LED» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در نهصد و شصت و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۲۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد منطقه‌ای مزبور است:

BS EN 13032-4: 2015, Light and lighting - Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires - Part 4: LED lamps, modules and luminaires

مقدمه

این استاندارد الزامات اندازه‌گیری‌های نورسنجی و رنگ‌سنجی تکرارپذیری را برای لامپ‌های LED، مدول‌های LED و چراغ‌های LED (وسایل LED) فراهم می‌کند. همچنین پیشنهادهایی برای گزارش‌دهی داده‌ها دارد.

در دسترس بودن داده‌های نورسنجی دقیق و قابل اعتماد برای وسایل LED، یک الزام اساسی برای طراحی سیستم‌های خوب روشنایی و ارزیابی عملکرد محصولات است. با بدست آوردن این اطلاعات از طریق اندازه‌گیری‌ها در شرایط اندازه‌گیری بهنجار شده خاص، بهتر است ثبات داده‌ها بین آزمایشگاه‌های مختلف (در میان حدود عدم قطعیت اندازه‌گیری اظهار شده) و مقایسه محصولات متفاوت، با یک روش ممکن یکسان، تضمین شود.

هدف این استاندارد بطور خاص، پوشش دادن روش‌های اندازه‌گیری برای آزمون کردن انطباق وسایل LED با الزامات نورسنجی و رنگ‌سنجی در استانداردهای عملکردی LED (به بند ۲ مراجعه شود) منتشر شده توسط IEC/TC 34/CLC/TC 34 «لامپ‌ها و تجهیزات مربوطه» و/یا مقررات اروپایی مربوطه است.

وسایل LED انواع زیادی از تنظیمات در ارتباط با هندسه و/یا رنگ را پیشنهاد می‌دهد. برای هر یک از این تنظیمات، اجرای رنگ‌سنجی و نورسنجی جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است.

نور و روشنایی - اندازه‌گیری و ارائه داده‌های نورسنجی لامپ‌ها و چراغ‌ها -

قسمت ۴: لامپ‌ها، مدول‌ها و چراغ‌های LED

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات برای اندازه‌گیری‌های الکتریکی و نورسنجی و تعیین کمیت‌های رنگ سنجی لامپ‌ها، مدول‌ها و چراغ‌های LED هنگام کار با ولتاژهای تغذیه AC یا DC بوده که ممکن است همراه با لوازم کنترل^۱ LED باشد. مولدهای نوری LED^۲ برای تلفیق با مدول‌های LED بوده و با هم بکار می‌روند. کمیت‌های رنگ سنجی و نورسنجی پوشش داده شده در این استاندارد شامل شار نوری کلی، بهره نوری، شار نوری جزئی، توزیع شدت نور، شدت پرتو مرکزی، روشنایی و توزیع روشنایی، مختصات رنگ^۳، دمای رنگ همبسته (CCT)^۴، شاخص نمود رنگ (CRI)^۵ و یکنواختی زاویه‌ای رنگ^۶ می‌باشد.

این استاندارد، پکیج‌های LED^۷ و محصولات بر پایه OLED^۸ (دیود آلی نور گسیل) را پوشش نمی‌دهد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده‌است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده‌است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 BS EN 12665:2011, Light and lighting — Basic terms and criteria for specifying lighting requirements

2-2 EN ISO 11664-1:2011, Colorimetry - Part 1: CIE standard colorimetric observers (ISO 11664-1:2007)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۰۷۴۷: سال ۱۳۹۵، رنگ‌سنجی - قسمت ۱: مشاهده‌گران رنگ‌سنجی استاندارد CIE، با استفاده از استاندارد IEC 11664-1:2007 تدوین شده است.

-
- 1- Control Gear
 - 2- LED Light Engines
 - 3- Chromaticity Coordinates
 - 4- Correlated Color Temperature
 - 5- Color Rendering Index
 - 6- Angular Colour Uniformity
 - 7- LED Packages
 - 8- Organic Light-emitting Diode

2-3 EN ISO 11664-2:2011, Colorimetry - Part 2: CIE standard illuminants (ISO 11664-2:2007)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۰۷۴۷: سال ۱۳۹۵، رنگ‌سنجی - قسمت ۲: منابع نوری استاندارد CIE، با استفاده از استاندارد IEC 11664-2:2007 تدوین شده است.

2-4 EN ISO 11664-3:2013, Colorimetry - Part 3: CIE tristimulus values (ISO 11664-3:2012)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۰۷۴۷: سال ۱۳۹۵، رنگ‌سنجی - قسمت ۳: مقادیر محرک سه‌گانه استاندارد CIE، با استفاده از استاندارد IEC 11664-3:2007 تدوین شده است.

2-5 IEC 61341, Method of measurement of center beam intensity and beam angle(s) of reflector lamps

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۸۷۶: سال ۱۳۹۴، روش اندازه‌گیری شدت پرتو مرکز و زاویه(های) پرتو در لامپ‌های دارای بازتابنده، با استفاده از استاندارد IEC 61341:2010 تدوین شده است.

2-6 EN 13032-1:2004+A1:2012, Light and lighting - Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires - Part 1: Measurement and file format

2-7 prEN 62717:2014, LED modules for general lighting - Performance requirements (IEC 62717:2014)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۰۰۶: سال ۱۳۹۴، مدول‌های LED با کاربری روشنایی عمومی - الزامات عملکردی، با استفاده از استاندارد prEN 62717:2014 تدوین شده است.

2-8 ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

2-9 ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)

2-10 ISO/IEC Guide 98-4:2012, Uncertainty of measurement — Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment

2-11 IEC 62504, General lighting – Light emitting diode (LED) products and related equipment – Terms and definitions

2-12 CIE/DIS 024/E:2013, Light Emitting Diodes (LEDs) and LED Assemblies – Terms and Definitions

2-13 CIE 13.3:1995, Method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources

2-14 CIE 15:1995, Colorimetry

2-15 CIE 84:1989, Measurement of Luminous Flux

2-16 CIE 198:2011, Determination of Measurement Uncertainties in Photometry

2-17 CIE 198:2011-SP1, Determination of Measurement Uncertainties in Photometry – Supplement 1: Modules and Examples for the Determination of Measurement Uncertainties

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای EN 12665 و EN 13032-1، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

چشمه نور الکتریکی

electric light source

چشمه نور اولیه‌ای که انرژی الکتریکی را به تابش نوری تبدیل می‌کند.

[منبع: زیربند 3.3 استاندارد CIE/DIS 024/E:2013]

۲-۳

دیود نور گسیل

light-emitting diode

LED

وسیله حالت جامدی که شامل یک پیوند p-n بوده و هنگامی که با یک جریان الکتریکی تحریک می‌شود تابش نوری ناهمدوس^۱ گسیل می‌کند.

یادآوری ۱- این تعریف شامل وجود محفظه(ها) و ترمینال‌ها نمی‌باشد.

یادآوری ۲- تابش خروجی، تابعی از ساختمان فیزیکی، مواد مورد استفاده و جریان تحریک است. گسیل نوری ممکن است در ناحیه طول موج فرابنفش، مرئی یا فروسرخ باشد.

یادآوری ۳- اصطلاح "LED" بیانگر دای LED^۲ (یا تراشه) یا پکیج LED است. همچنین ممکن است به عنوان یک اصطلاح اصطلاح عمومی برای نمایش این فن‌آوری بکار رود.

یادآوری ۴- اصطلاح "LED" بهتر است برای گزارش عملکرد محصول (از جمله شار نوری، شاخص رنگ نمایی، طول عمر و...) بکار نرود، در عوض برای مثال «شار نوری مدول LED» استفاده شود.

[منبع: زیربند 3.24 استاندارد EN 62504:2014]

۳-۳

پکیج LED

LED package

یک جزء الکتریکی واحد که اصولاً تعداد یک یا چند دای LED را در بر می‌گیرد و می‌تواند شامل اجزاء اپتیکی و واسط‌های حرارتی، مکانیکی و الکتریکی باشد.

1- Incoherent

2- Led Die

یادآوری ۱- این ترکیب، واحد کنترل لوازم کنترل را در بر نمی‌گیرد و شامل کلاهک هم نیست و به صورت مستقیم به ولتاژ تغذیه متصل نمی‌شود.

یادآوری ۲- پکیج LED یک ترکیب مجزا بوده و قسمتی از لامپ یا مدول LED است.

[منبع: زیربند 3.20 استاندارد EN 62504:2014]

۴-۳

چشمه نور LED

LED light source

یک چشمه نور الکتریکی بر پایه فن‌آوری LED است.

یادآوری ۱- یک چراغ می‌تواند شامل چشمه‌های نور LED باشد اما خودش به عنوان چشمه نور در نظر گرفته نمی‌شود.

یادآوری ۲- چشمه(های) نور LED، برای چراغ LED بیانگر یک یا تعدادی بیشتر از لامپ(ها) یا مدول(ها) LED است.

[منبع: زیربند 3.16 استاندارد EN 62504:2014]

۵-۳

لامپ LED

LED lamp

چشمه‌های نور LEDی مجهز به یک یا چند کلاهک که در ترکیب با تعداد یک یا چند مدول LED بوده و می‌تواند شامل تعداد یک یا چند جزء الکتریکی، اپتیکی، مکانیکی و گرمایی، واسط‌ها و لوازم کنترل باشد.

یادآوری ۱- یک لامپ LED می‌تواند یکپارچه^۱ (لامپ LEDi) یا نیمه یکپارچه^۲ (لامپ LEDsi) یا غیر یکپارچه (لامپ LEDni) باشد.

یادآوری ۲- لامپ LED، لامپ‌های تک کلاهک و دوکلاهک را شامل می‌شود.

یادآوری ۳- یک لامپ LED به گونه‌ای طراحی شده است که توسط یک فرد عادی تعویض پذیر باشد (همانطور که در استاندارد IEC 60050-18-03,826 مشخص شده است).

[منبع: زیربند 3.15 استاندارد EN 62504:2014]

۶-۳

لامپ LED یکپارچه (لامپ‌های LEDi)

integrated LED lamp (LEDi lamp)

لامپ LED که با لوازم کنترل و سایر اجزاء تکمیلی که برای کارکرد پایدار چشمه نور الزامی است، ترکیب شده و به منظور اتصال مستقیم به ولتاژ تغذیه طراحی شده است.

1 - Integrated

2- Semi Integrated

یادآوری ۱- هنوز در برخی مدارک اصطلاح لامپ LED بالاست سرخود استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.15.1 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۷-۳

لامپ LED نیمه یکپارچه (لامپ‌های LEDsi)

semi-integrated LED lamp (LEDi lamp)

لامپ LED که واحد کنترل لوازم کنترل را در بر می‌گیرد و با یک منبع تغذیه جدا از لوازم کنترل کار می‌کند.

یادآوری ۱- هنوز در برخی مدارک اصطلاح لامپ LED نیمه بالاست سرخود استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.15.4 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۸-۳

لامپ LED غیر یکپارچه (لامپ‌های LEDni)

non-integrated LED lamp (LEDi lamp)

لامپ LED که به یک لوازم کنترل جداگانه برای کارکردن نیاز دارد.

یادآوری ۱- هنوز در برخی مدارک اصطلاح لامپ LED بالاست جدا استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.15.2 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است].

۹-۳

لامپ LED جایگزین

retrofit LED lamp

لامپ LED که به عنوان جایگزین برای یک لامپ غیر LED بدون نیاز به هیچ تغییر داخلی چراغ در نظر گرفته شده است.

[منبع: زیربند 3.15.3 استاندارد EN 62504:2014]

۱۰-۳

مدول LED

LED module

چشمه‌های نور LED بدون کلاهک که با یک یا چند پکیج LED روی یک برد مدار چاپی ترکیب شده و می‌تواند شامل تعداد یک یا چند جزء الکتریکی، اپتیکی، مکانیکی و گرمایی، واسطها و لوازم کنترل باشد.

یادآوری ۱- یک مدول LED می‌تواند یکپارچه (مدول LEDi) یا نیمه یکپارچه (مدول LEDsi) یا غیر یکپارچه (مدول LEDni) باشد.

یادآوری ۲- یک مدول LED معمولاً به عنوان یک قسمت از لامپ LED یا چراغ LED طراحی می‌شود.

[منبع: زیربند 3.19 استاندارد EN 62504:2014]

۱۱-۳

مدول LED یکپارچه (مدول‌های LEDi)

integrated LED module (LEDi module)

مدول LED که با لوازم کنترل و سایر اجزاء تکمیلی که برای کارکرد پایدار چشمه نور الزامی است، ترکیب شده و به منظور اتصال مستقیم به ولتاژ تغذیه طراحی شده است.

یادآوری ۱- هنوز در برخی مدارک اصطلاح مدول LED بالاست سرخود استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.19.4 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۱۲-۳

مدول LED نیمه یکپارچه (مدول‌های LEDsi)

semi-integrated LED module (LEDi module)

مدول LED که واحد کنترل لوازم کنترل را در بر می‌گیرد و با یک منبع تغذیه جدا از لوازم کنترل کار می‌کند.

یادآوری ۱- هنوز در برخی مدارک اصطلاح مدول LED نیمه بالاست سرخود استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.19.6 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۱۳-۳

مدول LED غیر یکپارچه (مدول‌های LEDni)

non-integrated LED module (LEDi module)

مدول LED که به یک لوازم کنترل یا مدار کنترل جداگانه برای کارکردن نیاز دارد.

یادآوری ۱- هنوز در برخی مدارک اصطلاح مدول LED بالاست جدا استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- تعداد یک یا چند پکیج LED روی یک برد مدار چاپی یا لایه‌ای در یک ساختار هندسی مطابق با آرایه LED است. هیچ جزء اضافی دیگری از جمله اجزا الکتریکی، اپتیکی، مکانیکی و گرمایی را شامل نمی‌شود.

[منبع: زیربند 3.19.5 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۱۴-۳

مدول LED یکپارچه شده

integral LED module

مدول LED که عموماً برای نصب داخل چراغ به عنوان یک قسمت غیر قابل تعویض، طراحی شده است.

[منبع: زیربند 3.19.3 استاندارد EN 62504:2014]

۱۵-۳

لوازم کنترل برای مدول های LED

control gear for LED module

لوازم کنترل LED

LED control gear

واحد قرارداده شده بین منبع تغذیه الکتریکی و تعداد یک یا چند مدول LED است، که برای تغذیه مدول(های) LED با ولتاژ اسمی یا جریان اسمی (آنها) بکار گرفته می شود. این واحد می تواند شامل تعداد یک یا چند جزء جداگانه و همچنین شامل وسایل کاهنده، تصحیح کننده ضریب توان و بازدارنده تداخل رادیویی و توابع کنترلی بیشتر باشد.

یادآوری ۱- لوازم کنترل شامل یک منبع تغذیه و یک واحد کنترل می باشد.

یادآوری ۲- لوازم کنترل می تواند به صورت جزئی و یا کلی با مدول LED یکپارچه باشد.

یادآوری ۳- زمانی که انتظار نمی رود مخاطب در فهم لغت اشتباه کند، می توان همانند استاندارد LED، از واژه «لوازم کنترل» استفاده کرد.

[منبع: زیربند 3.6.1 استاندارد EN 62504:2014]

۱۶-۳

مولد نوری LED^۱

LED light engine

گروه یا مجموعه ای یکپارچه از مدول (های) LED و لوازم کنترل LED برای اتصال مستقیم به دستگاه منبع تغذیه.

یادآوری ۱- یک مولد نوری LED معمولاً دارای قسمت های الکتریکی، مکانیکی، گرمایی و واسط های کنترل مشخص و خصوصیات نورسنجی ویژه می باشد.

یادآوری ۲- مولد نوری LED می تواند با یک گرماگیر^۲ همراه باشد یا نباشد.

[منبع: زیربند 3.13 استاندارد CIE/DIS 024/E:2013]

۱۷-۳

چراغ LED

LED luminaire

۱- در مدارک جدید مرتبط با IEC TC34 از بکارگیری اصطلاح غیر فنی LED engine در استانداردهای لامپ و تجهیزات مربوطه پرهیز شده است، لذا بکارگیری این اصطلاح و یا معادل های فارسی هم برای آن توصیه نمی شود. در واقع LED engine، مدول LED یکپارچه با لوازم کنترل است و ماهیت مستقل دیگری ندارد.

2-Heat sink

عبارت است از، چراغ طراحی شده برای در بر گرفتن تعداد یک یا چند چشمه نور LED. یادآوری ۱- چشمه (های) نور LED می تواند یک قسمت یکپارچه‌ی چراغ باشند. [منبع: زیربند 3.17 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۱۸-۳

وسيله LED

LED device

اصطلاح عمومی که در این استاندارد برای مشخص کردن لامپ‌های LED، مدول‌های LED، مولدهای نوری LED یا چراغ LED بکار می‌رود.

۱۹-۳

زاویه پرتو

beam angle

زاویه بین دو خط در یک صفحه گذرکننده از محور پرتو نوری، به طوری که این خطوط از مرکز نمای جلویی وسیله و از نقاطی که در آن شدت نور برابر 50% شدت پرتو مرکزی باشد، عبور کنند. شدت پرتو مرکزی مقدار شدت روشنایی اندازه‌گیری شده روی محور پرتو نوری است. یادآوری ۱- زاویه پرتو برحسب درجه ($^{\circ}$) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- این زاویه، اندازه یک زاویه کامل است، اندازه یک نیم زاویه نیست.

یادآوری ۳- محور پرتو نوری، محوری است که توزیع شدت نور پیرامون آن بطور قابل ملاحظه‌ای متقارن است.

[منبع: زیربند 3.4 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۳ اضافه شده است]

۲۰-۳

وسيله‌های قابل تنظیم LED

tuneable LED devices

وسيله‌ای با کانال‌های مستقل که طیف نور گسیل شده می‌تواند به طور سنجیده اصلاح شود.

یادآوری ۱- این تعریف بدین معنی است که مختصات رنگ قابل تغییر هستند.

یادآوری ۲- برای وسایلی با کانال‌های مستقل و مختصات رنگ قابل تغییر، معمولاً شکل‌های رنگ برای گوشه‌های پهنه^۱ تعیین شده، و برای وسایل با دمای رنگ همبسته قابل تغییر، کمینه و بیشینه دمای رنگ همبسته و برای هر تنظیم اضافی (تعریف شده توسط درخواست کننده) تعیین می‌شوند.

۲۱-۳

آزمون نوعی

type test

عبارت است از، آزمون به منظور انطباق یک یا چند محصول LED نماینده تولید.

[منبع: زیربند 3.41 استاندارد EN 62504:2014]

۲۲-۳

نمونه آزمون نوعی

type test sample

عبارت است از، تعداد یک یا چند محصول LED که بوسیله سازنده یا فروشنده مسوول به منظور انجام آزمون نوعی، ارسال شده است.

[منبع: زیربند 3.42 استاندارد EN 62504:2014]

۲۳-۳

درخواست کننده

applicant

شخص مسوولی که فرایند انجام آزمون را درخواست می کند.

یادآوری ۱- درخواست کننده می تواند بطور مثال سازنده، فروشنده مسوول، مشتری یا وضع کننده مقررات باشد.

یادآوری ۲- درخواست کننده معمولاً تمام اطلاعات مورد نیاز برای انجام درست آزمون را فراهم می کند.

۲۴-۳

وسیله تحت آزمون

device under test

DUT

وسیله LED که برای آزمون پیشنهاد می شود.

یادآوری ۱- یک DUT (وسیله تحت آزمون) نمونه آزمون نوعی نیست مگر این موضوع اظهار شود.

۲۵-۳

ولتاژ تغذیه (برای یک وسیله LED)

supply voltage (for a LED device)

عبارت است از، ولتاژ اعمال شده برای یک واحد کامل چشمه نور LED یا چراغ LED.

[منبع: زیربند 3.37 استاندارد EN 62504:2014]

۲۶-۳

توان تغذیه (برای یک وسیله LED)

supply power (for a LED device)

توان الکتریکی مصرف شده توسط چشمه (های) نور، لوازم کنترل و هر مدار کنترلی در وسیله، که شامل هر توان پارازیتی می‌شود، هنگامی که چشمه نور روشن است، را تامین می‌کند.

[منبع: زیربند 3.37 استاندارد EN 62504:2014]

۲۷-۳

مقدار اسمی

rated value

مقدار یک کمیت استفاده شده به منظور مشخصات فنی، تحت شرایط آزمون استاندارد، که توسط سازنده یا فروشنده مسوول اعلام شده است.

یادآوری ۱- شرایط آزمون استاندارد در استانداردهای مربوطه ارائه شده است.

[منبع: زیربند 3.33 استاندارد EN 62504:2014]

۲۸-۳

مقادیر اولیه

initial values

عبارت است از، خصوصیات نورسنجی و الکتریکی اندازه‌گیری شده در پایان یک دوره کارکردگی و زمان پایداری.

یادآوری ۱- مدت کارکردگی می‌تواند صفر مشخص شده باشد.

[منبع: زیربند 3.4 استاندارد prEN 62717:2014]

۲۹-۳

کارکردگی (برای یک چشمه LED)

ageing (for a LED source)

دوره آماده سازی در یک چشمه نور LED قبل از اینکه مقدارهای اولیه اندازه‌گیری شوند.

[منبع: زیربند 3.1 استاندارد EN 62504:2014]

۳۰-۳

زمان پایدار سازی (برای یک وسیله LED)

stabilization time (for a LED device)

مدت زمانی که لازم است چشمه نور LED یا چراغ LED با ورودی الکتریکی ثابت، به خروجی نورسنجی و توان الکتریکی پایدار برسد.

[منبع: زیربند 3.35 استاندارد EN 62504:2014]

۳۱-۳

دمای محیط

ambient temperature

t_{amb}

عبارت است از، دمای هوا یا هر سیال دیگر در مجاورت وسیله تحت آزمون.

یادآوری ۱- دمای محیط بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) بیان می‌شود.

[منبع: زیربند 3.38.1 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده]

۳۲-۳

دمای محیط عملکردی

ambient performance temperature

عبارت است از، دمای محیط مربوط به عملکرد چشمه نور LED یا چراغ LED.

یادآوری ۱- دمای محیط عملکردی بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) بیان می‌شود.

[منبع: زیربند 3.38.2 استاندارد EN 62504:2014]

۳۳-۳

بیشینه دمای اسمی (یک جزء)

rated maximum temperature (of a component)

t_c

بالاترین دمای ایمن مجاز مرتبط که تحت شرایط معمولی عملکردی و در ولتاژ/جریان / توان اسمی و یا در

بیشینه گستره ولتاژ/جریان / توان اسمی، می‌تواند روی سطح خارجی یک جزء (مدول LED یا لوازم کنترل)

(در یک موقعیت نشان داده شده، اگر نشانه گذاری شده باشد) ایجاد شود.

یادآوری ۱- بیشینه دمای اسمی بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}C$) بیان می‌شود.

[منبع: زیربند 3.38.9 استاندارد EN 62504:2014]

۳۴-۳

دمای عملکردی (در یک مدول LED)

performance temperature (of a LED module)

t_p

عبارت است، از دمای مربوط به عملکرد مدول LED.

یادآوری ۱- دمای عملکردی بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- دما در نقطه t_p در نظر گرفته شده، اندازه‌گیری می‌شود.

[منبع: زیربند 3.38.6 استاندارد EN 62504:2014]

۳-۳۵

نقطه t_p

t_p - point

مکان نشان شده نقطه‌ای در سطح مدول LED، که دمای عملکردی t_p در آن نقطه اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۱- مکان t_p و t_c می‌تواند بایکدیگر تفاوت داشته باشد.

[منبع: زیربند 3.16 استاندارد prEN 62717:2014 اصلاح و یک یادآوری معرفی شده است]

۳-۳۶

بیشینه دمای عملکردی اسمی (در یک مدول LED)

rated maximum performance temperature (of a LED module)

$t_{p,nn}$

بالاترین دما در نقطه t_p مربوط به عملکرد اسمی مدول LED که توسط تولید کننده یا فروشنده مسوول اظهار شده است.

یادآوری ۱- بیشینه دمای عملکردی اسمی بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- برای یک عملکرد معین، دمای $t_{p,nn}$ یک مقدار ثابت، غیر قابل تغییر است، که nn عدد پسوند طول عمر ادعا شده مربوط را بر حسب کیلو ساعت نشان می‌دهد، بطور مثال: $t_{p,60}$ که $nn=60$ طول عمر ادعا شده 60000 h را نشان می‌دهد.

یادآوری ۳- بسته به عملکرد ادعا شده، می‌تواند بیش از یک $t_{p,nn}$ وجود داشته باشد.

یادآوری ۴- در برخی مدارک علامت $t_{p,n}$ ، $t_{p,rated}$ یا $t_{p,max}$ به جای $t_{p,nn}$ استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.38.8 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح، یادآوری ۴ اضافه و یادآوری ۲ حذف شده است]

۳-۳۷

بیشینه دمای محیط عملکردی اسمی (در یک چراغ)

rated maximum ambient performance temperature (of a luminaire)

$t_{q,nn}$

بالاترین دمای محیط اطراف یک چراغ مربوط به عملکرد اسمی چراغ تحت شرایط عملکرد معمولی، که توسط تولید کننده یا فروشنده مسوول اظهار شده است.

یادآوری ۱- بیشینه دمای محیط عملکردی اسمی بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- برای یک طول عمر معین، دمای $t_{q,nn}$ یک مقدار ثابت، غیر متغیر است، که nn عدد پسوند طول عمر ادعا شده مربوط را بر حسب کیلو ساعت نشان می‌دهد، بطور مثال: $t_{q,60}$ که $nn=60$ طول عمر ادعا شده $60 \cdot 1000$ h را نشان می‌دهد.

یادآوری ۳- بسته به عملکرد ادعا شده، می‌تواند بیش از یک $t_{q,nn}$ وجود داشته باشد.

یادآوری ۴- در برخی مدارک علامت $t_q, t_{q,n}$ به جای $t_{q,nn}$ استفاده می‌شود.

[منبع: زیربند 3.38.7 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۴ اضافه شده]

۳۸-۳

بهره نوری (در یک چشمه)

luminous efficacy (of a source)

$\eta_{v,\eta}$

عبارت است از، خارج قسمت بدست آمده از تقسیم شار نوری منتشر شده بر توان مصرف شده چشمه.

یادآوری ۱- بهره نوری بر حسب Lm/W بیان می‌شود.

یادآوری ۲- برای کاربردهای LED، چشمه می‌تواند یک پکیج، مدول، لامپ، چراغ LED و غیره باشد.

[منبع: زیربند 3.26 استاندارد EN 62504:2014]

۳۹-۳

نسبت نور خروجی (در یک چراغ)

light output ratio (of a luminaire)

LOR

نسبت کل شار یک چراغ، که تحت شرایط عملی مشخص با چشمه‌های نوری و تجهیزات خودش اندازه‌گیری شده است، به مجموع شار نوری تکی همان چشمه‌های نوری، هنگامی که خارج از چراغ با تجهیزات مشابه، تحت شرایط مشخص کار می‌کند.

یادآوری ۱- در برخی از حالات LOR می‌تواند برای چراغ‌های LED با چشمه‌های قابل تعویض (بطور مثال لامپ‌های LED) تعیین شود. برای چراغ‌های LED با چشمه‌های نوری تعویض ناپذیر، استفاده از LOR صرف نظر می‌شود. برای چراغ‌های LED با چشمه‌های نوری غیر قابل تعویض، فقط مجموع شار چراغ می‌تواند اندازه‌گیری شود، که در این حالت مقدار LOR، % ۱۰۰ است و اهمیتی ندارد.

[منبع: استاندارد IEC 845-09-39 اصلاح شده و یادآوری ۱ اضافه شده است]

۴۰-۳

کل شار تابشی طیفی (از یک چشمه نور)

Total spectral radiant flux (of a light source)

به چگالی طیفی شار تابشی Φ ، در تمام فضا (4π استرادیان) مربوط به یک چشمه نور گفته می‌شود:

$$\Phi_{\lambda}(\lambda) = \frac{d\Phi}{d\lambda} \quad (1)$$

یادآوری ۱- کل شار تابشی طیفی بر حسب وات بر نانومتر (W/nm) بیان می‌شود.

۴۱-۳

شار نوری جزئی (در یک چشمه، در یک زاویه معین مخروط)

partial luminous flux (of a light source, within a specified cone angle)

کل شار نوری گسیل یافته از یک چشمه نور در یک زاویه مخروطی معین α ، که با توزیع شدت نور $I(\theta, \varphi)$ چشمه تعیین می‌شود:

$$\Phi_{\alpha} = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\alpha/2} I(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (2)$$

یادآوری ۱- شار نوری جزئی بر حسب لومن (Lm) بیان می‌شود.

یادآوری ۲- $(\theta, \varphi) = (0, 0)$ در راستای محور مخروط است.

یادآوری ۳- زاویه مخروط α زاویه کامل (قطر) مخروط است.

یادآوری ۴- «شار نوری مخروط» در برخی از کاربری‌ها با معنی یکسان استفاده می‌شود.

یادآوری ۵- همچنین «شار نوری مفید» با معنی یکسان استفاده می‌شود، اما با محور مخروط مشخص می‌شود، که آن بر محور پرتو نوری چشمه نور، محوری که شدت نور بطور قابل ملاحظه‌ای متقارن است، منطبق است.

[منبع: زیربند 3.38.7 استاندارد EN 62504:2014 اصلاح شده و یادآوری ۴ اضافه شده]

۴۲-۳

نورسنجی مطلق

absolute photometry

عبارت است از، فرایند اندازه‌گیری مستقیم کمیت‌های نورسنجی در یکای SI.

یادآوری ۱- این اصطلاح اغلب در نورسنجی زاویه‌ای یک چراغ، در مقابل نورسنجی نسبی (به زیربند ۳-۴۳ مراجعه شود) استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- اندازه‌گیری مطلق نیازمند تجهیزات واسنجی متناسب با یکای SI می‌باشد.

۴۳-۳

نورسنجی نسبی

relative photometry

عبارت است از، اندازه‌گیری بدست آمده از خارج قسمت دو مقدار نورسنجی.

یادآوری ۱- این اصطلاح اغلب در نورسنجی زاویه‌ای یک چراغ، جایی که توزیع شدت نور به عنوان مقادیر نسبی بهنجار شده بوسیله شار نوری لامپ مورد استفاده اندازه‌گیری می‌شود، مورد استفاده قرار گرفته و برحسب واحد cd/Klm گزارش می‌شود.

یادآوری ۲- این روش برای چشمه‌های نور LED و چراغ‌های LED با چشمه‌های نور LED یکپارچه شده، کاربردی نیست.

۴۴-۳

هدنورسنج

photometer head

عبارت است از، ترکیب یک آشکار ساز و تجهیزاتی برای وزن دهی طیفی یک تابش آشکار سازی شده.
یادآوری ۱- همچنین می‌تواند شامل امکاناتی برای ارزیابی جهتی نور، بطور مثال پنجره پخش کننده، عدسی‌ها و دیافراگم باشد.

یادآوری ۲- در این استاندارد، یک هدنورسنج به یک مجموعه اندازه‌گیری روشنایی شامل یک آشکار ساز، یک فیلتر تصحیح کننده ($V(\lambda)$ و هر جزء اضافی دیگر (دیافراگم^۱، پخش کننده^۲، تقویت کننده^۳ و غیره) در داخل مجموعه اشاره دارد.

۴۵-۳

قابلیت ردیابی

traceability

ویژگی یک نتیجه اندازه‌گیری، که به موجب آن، نتیجه می‌تواند از طریق یک زنجیره پیوسته مستند شده از واسنجی‌ها، به یک مرجع مرتبط شود، که هر یک در اندازه‌گیری عدم قطعیت سهیم هستند.

یادآوری ۱- تعاونی بین المللی اعتبار بخشی آزمایشگاه (ILAC) عناصری را برای تایید قابلیت ردیابی اندازه‌گیری موجود در زنجیره پیوسته قابلیت اندازه‌گیری در یک استاندارد اندازه‌گیری بین المللی یا یک استاندارد اندازه‌گیری ملی، یک مدرک اندازه‌گیری عدم قطعیت، یک مدرک روش اندازه‌گیری، شایستگی فنی معتبر، قابلیت ردیابی اندازه‌گیری در SI و بازه‌های واسنجی، در نظر می‌گیرد (به ILAC P10:01/2013 مراجعه شود).

یادآوری ۲- عبارت «قابلیت ردیابی در SI» قابلیت ردیابی اندازه‌گیری در اندازه‌گیری یک واحد در سیستم بین المللی یکاها را نشان می‌دهد.

[منبع: زیربند 2.41 استاندارد, ISO/IEC Guide 99:2007 اصلاح شده] و همچنین [منبع: استاندارد JCGM 200,2.41 اصلاح شده است]

۴۶-۳

بازه رواداری

tolerance interval

عبارت است از، بازه مقادیر مجاز یک ویژگی.

یادآوری ۱- حدود رواداری جزء بازه رواداری است مگر خلاف این گفته شود.

یادآوری ۲- عبارت "بازه رواداری" که در ارزیابی انطباق استفاده می‌شود معنی متفاوتی با اصطلاح مشابه استفاده شده در آمار دارد.

[منبع: زیربند 3.3.5 استاندارد, ISO/IEC Guide 98-4]

- 1-Aperture
- 2- Diffuser
- 3-Amplifier

بازه پذیرش

acceptance interval

عبارت است از، بازه مقادیر مجاز کمیت اندازه‌گیری شده.

یادآوری ۱- حدود پذیرش جزء بازه پذیرش است مگر خلاف این گفته شود.

[منبع: زیربند 3.3.9 استاندارد, ISO/IEC Guide 98-4]

۴ الزامات آزمایشگاه

۱-۴ کلیات

۱-۱-۴ شرایط آزمون استاندارد

اندازه‌گیری‌های نورسنجی، رنگ سنجی و خصوصیات الکتریکی یک وسیله LED، باید با استفاده از تجهیزات و روش‌های مناسب، تحت شرایط آزمون استاندارد معین، برای عملکرد DUT انجام شود. شرایط آزمون استاندارد شامل مقادیر تنظیمی و یک بازه رواداری می‌باشد. در حالت ایده‌آل، یک پارامتر، شرایط عملکردی یک DUT (بطور مثال ولتاژ آزمون)، دقیقاً در مقدار تنظیمی، قرار می‌گیرد. در حالت‌های واقعی مقادیر تنظیمی به صورت دقیق نمی‌توانند تنظیم شوند و مقداری انحراف وجود دارد. و بنابراین یک بازه رواداری برای هر مقدار تنظیمی، به صورت خاص، در این روش آزمون وجود دارد. اگر نیاز باشد، تصحیحی در نتایج ایجاد می‌شود تا مقادیر تنظیمی را تعدیل کند. نتایج اندازه‌گیری، برای هر یک از مقادیر تنظیمی در شرایط آزمون استاندارد، بیان می‌شود. در هر حال تجهیزات آزمون باید تمام الزامات خاص را برآورده نماید، خصوصیات عملکردی ابزار، اغلب با یک مقدار بیشینه و کمینه (یا یک بازه از مقادیر) مشخص می‌شود. بازه رواداری و الزامات خاص در زیربندهای ۲-۴، ۳-۴، ۴-۴ و ۵-۴ نشان داده شده است.

هنگامی که ابزارها در اندازه‌گیری مقادیر مطلق یک مقدار عددی مربوط به اندازه‌گیری استفاده می‌شوند، باید تمام اندازه‌گیری‌ها در SI قابل ردیابی باشد. گزارش‌های آزمون باید شامل بیانیه‌ای از عدم قطعیت اندازه‌گیری (برای جزئیات بیشتر به بند ۸ مراجعه شود) باشد. تمام مقادیر عدم قطعیت ابزارها در بند ۴ با عدم قطعیت گسترش یافته با سطح اطمینان ۹۵٪ بیان شده است (نوعاً با ضریب هم پوشانی $k=2$).

آزمون باید با تمام شرایط آزمون در بازه رواداری و تمام ابزارهای بر آورده کننده الزامات خاص معرفی شده در زیربندهای ۲-۴، ۳-۴، ۴-۴ و ۵-۴ انجام شود. در این حالت تمام اندازه‌گیری‌ها مطابق شرایط استاندارد در نظر گرفته می‌شوند. به منظور کاهش بیشتر عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌ها، نتایج مربوط به انحراف در بازه رواداری، می‌توانند مطابق با شرایط مربوط به مقادیر تنظیمی شرایط آزمون استاندارد اصلاح شود. مقادیر تنظیمی معمولاً در مقدار مرکز بازه رواداری قرار دارد البته همیشه این چنین نیست.

درحالتی که نتوان برخی از شرایط آزمون یا الزامات را برآورده کرد، اگر اندازه‌گیری‌های مربوطه در جهت شرایط آزمون استاندارد تصحیح شوند، انحراف‌های خارج از بازه رواداری یا الزامات، مجاز می‌شوند. در این گونه موارد، باید یک مولفه عدم قطعیت، خاص کمیت تصحیح شده، تعیین شود و در بودجه بندی عدم قطعیت نهایی افزوده شود. شرایط اندازه‌گیری واقعی، و این واقعیت که تصحیحی در کمیت‌ها، به منظور دستیابی به شرایط آزمون استاندارد بر آزمون اعمال شده، باید در گزارش آزمون، گزارش شود.

به منظور اعمال تصحیح، ضریب‌های حساسیت DUT باید تعیین شود. فقط باید در صورتی که DUT در شرایط پایدار باشد، با توجه به تمام کمیت‌های دخیل در تصحیح پارامتر، تصحیح اعمال می‌شود.

یادآوری - اگر تعدادی از محصولات با مدل مشابه اندازه‌گیری می‌شوند، ضریب حساسیت اندازه‌گیری شده برای DUT در آن مدل یا مدل‌های معادل می‌تواند برای تصحیح سایر DUTها استفاده شود.

برای بودجه بندی عدم قطعیت، خصوصیات اصلی (و ضریب حساسیت وابسته) مربوط به DUT بهتر است تجزیه و تحلیل شود. با این حال، در عمل، ارزیابی جزئی تمام خصوصیات DUT همیشه ممکن یا عملی نیست. از این رو، اگر اطلاعات جزئی در دسترس نباشد، مقادیر حساسیت برای کارایی DUT از پیوست پ، برای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری می‌تواند استفاده شود، اما این مقادیر حساسیت نباید به منظور تصحیح استفاده شود.

مدل ارزیابی به عنوان اساس بودجه بندی عدم قطعیت و جزئیات تمام ضریب‌های تصحیح استفاده شده و ارزیابی‌های مولفه عدم قطعیت ایجاد شده، باید بوسیله آزمایشگاه نگهداری شود و در صورت تقاضا در دسترس قرار گیرد.

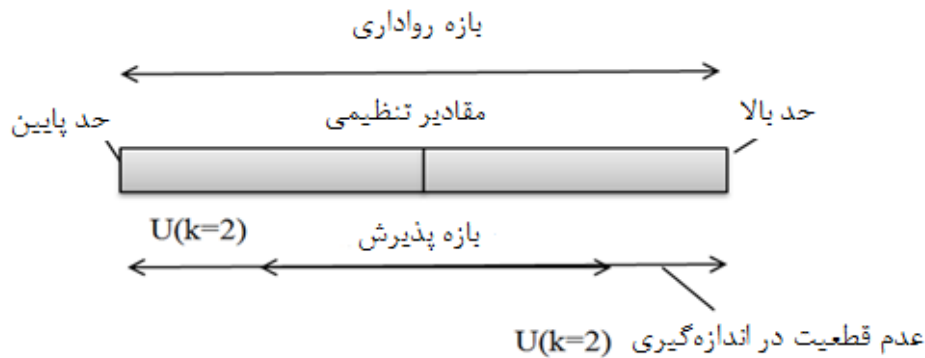
به غیر از آن‌ها که در این استاندارد به روشنی توصیف شده، طرح‌ها و پیکربندی‌های تجهیزات اندازه‌گیری در صورتی که اثبات کنند که نتایج معادلی را تولید می‌کنند، مورد قبول واقع می‌شوند.

جزئیات بیشتر و مثال‌هایی برای به حساب آوردن شرایط عملی آزمایشگاه در پیوست الف داده شده و دستورالعمل برای مشخص کردن عدم قطعیت در بند ۸ پیوست ت داده شده است.

۴-۱-۲ بازه رواداری

برای هر یک از شرایط آزمون استاندارد، یک بازه رواداری برای پارامترهای مربوطه، در جهت تنظیم شرایط عملکرد DUT داده می‌شود. برای اطمینان از اینکه پارامتر در داخل بازه رواداری است، باید عدم قطعیت اندازه‌گیری در پارامتر مربوطه، در نظر گرفته شود. برای این منظور، بازه پذیرش به عنوان بازه رواداری کاهش یافته، بوسیله عدم قطعیت گسترش یافته (سطح اطمینان ۹۵٪) در اندازه‌گیری پارامتر در هر دو حد رواداری، تعیین می‌شود. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای یک DUT باید در داخل بازه پذیرش قرار گیرد. این موضوع در شکل ۱ نمایش داده شده است. عدم قطعیت اندازه‌گیری پارامتر، شامل عدم قطعیت واسنجی ابزار اندازه‌گیری، و سهم اضافی شرایط اندازه‌گیری می‌باشد. برای کسب اطلاعات بیشتر و برخی مثال‌های بازه

رواداری و بازه پذیرش، به پیوست الف مراجعه شود. در مورد مفهوم بازه پذیرش در استاندارد ISO/IEC GUIDE 98-4 اطلاعات بیشتری داده شده است.



شکل ۱- نمایش بازه رواداری و بازه پذیرش

۲-۴ شرایط محیطی و آزمایشگاه

۱-۲-۴ اتاق آزمون

اندازه‌گیری‌ها در یک اتاق که در آن اثرات محیطی تأثیر ناچیزی روی مقادیر اندازه‌گیری دارند، باید انجام شود (از جمله، دود، گرد و خاک، غبار، ارتعاشات).

محیط اطراف بصورتی چیده می‌شود که نور مزاحم، به کمینه مقدار برسد و خطاهای مربوطه در صورت مهم بودن، باید تصحیح شود. اطلاعات بیشتر در پیوست ب داده شده است.

۲-۲-۴ دمای محیط

برای اندازه‌گیری لامپ‌های LED، مولدهای نوری LED (طراحی شده برای دمای محیط) و چراغ‌های LED، دمای محیطی t_{amb} باید در 25.0°C تنظیم شود.

بازه رواداری: $\pm 1.2^{\circ}\text{C}$

برای برآورده نمودن این الزامات، نتایج اندازه‌گیری دما باید در داخل بازه پذیرش (به زیربند ۴-۱-۲ مراجعه شود) قرار گیرد. بطور مثال، اگر عدم قطعیت در اندازه‌گیری دما 0.2°C باشد، بازه پذیرش $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ خواهد بود. اگر عدم قطعیت بزرگتر باشد، بازه پذیرش محدودتر خواهد بود.

دمای محیط باید در نقاط نزدیک اطراف DUT اندازه‌گیری شود. برای کره نورسنجی، حس‌گر دماسنج بهتر است در داخل کره و در ارتفاع یکسان با DUT، یا ارتفاع نزدیک (اگر DUT در بالای کره با هندسه 2π نصب

شود) قرار گیرد. اندازه‌گیری دما توسط تابش مستقیم از DUT تحت آزمون، نباید تحت تأثیر قرار گیرد. سنسور دما باید برای حفاظت از نور مستقیم رسیده به سنسور حفاظت شود.

دستگاه تهویه مطبوع هوای اتاق و هر دستگاه گرمایش، باید طوری چیدمان شود که جریان هوا و تابش گرما به صورت مستقیم به DUT یا سنسور دما برخورد نکند.

برای اطمینان باید مراقبت شود که دماسنج و غلاف آن در مسیر اندازه‌گیری نور قرار نگیرد.

یادآوری - دمای هوا می‌تواند با هر دماسنج مناسب اندازه‌گیری شود (بطور مثال، مایع در شیشه، ترموکوپل و مقاومت گرمایی). دماسنج‌ها برای این منظور اغلب با یک غلاف فلزی که روی سطح خارجی آن برای بازتاب تابش، جلا داده شده، محصور می‌شود (در صورت نیاز برای جلوگیری از بازتاب نور رسیده به آشکار ساز، حفاظت می‌شود).

جایی که دمای هوای محیطی اظهار شده توسط درخواست کننده، برای DUT، به غیر از $25,0^{\circ}\text{C}$ تعیین شود (بطور مثال، چراغ LED برای یخچال‌های ویتیرینی)، بجز در مواردی که اندازه‌گیری در دمایی غیر از $25,0^{\circ}\text{C}$ می‌شود، ابتدا باید نتایج اندازه‌گیری در $25,0^{\circ}\text{C}$ گزارش شده، سپس ضریب تبدیل برای امکان تبدیل کمیت‌های نورسنجی اندازه‌گیری شده در $25,0^{\circ}\text{C}$ به مقادیر دمای محیط تعیین شده، ایجاد شود. این کار ممکن است با اندازه‌گیری نسبت شار نوری کل (یا شدت نور یا روشنایی در یک جهت ثابت) برای یک وسیله واقع در محفظه دما یا یک سیستم اندازه‌گیری دارای کنترل دما (بطور مثال، کره نورسنجی با کنترل دمای هوا) انجام شود. این ضریب تبدیل به صورت جداگانه گزارش می‌شود.

۴-۲-۳ دمای سطحی (دمای نقطه t_p)

برای مدول‌های LED، بجز برای مولدهای نوری طراحی شده برای دمای محیط، تمام کمیت‌های اندازه‌گیری، برای دمای عملکردی اسمی t_p باید گزارش شود.

بازه رواداری: $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$

برای برآورده نمودن این الزامات، نتایج اندازه‌گیری دما باید در داخل بازه پذیرش (به زیر بند ۲-۱-۴ مراجعه شود) قرار گیرد. بطور مثال، اگر عدم قطعیت در اندازه‌گیری دمای سطحی $0,5^{\circ}\text{C}$ باشد، بازه پذیرش $2,0^{\circ}\text{C}$ خواهد بود. اگر عدم قطعیت بزرگتر باشد، بازه پذیرش محدودتر خواهد شد.

یادآوری ۱ - عدم قطعیت واسنجی دماسنج می‌تواند کاملاً کوچک باشد بطور مثال $0,2^{\circ}\text{C}$ ، با این وجود، اندازه‌گیری دمای سطح، مولفه‌های اضافی، مانند اتصال گرمایی دماسنج به سطح، را اضافه می‌کند که در برخی موارد باعث می‌شود که عدم قطعیت اندازه‌گیری تا $2,0^{\circ}\text{C}$ افزایش یابد.

یادآوری ۲ - برای یک مدول LED بیشتر از یک مقدار مربوط به دمای عملکردی اسمی t_p بسته به طول عمر اسمی ادعا شده، می‌تواند وجود داشته باشد.

زمانی که مدول LED در ترکیب با یک مولد نوری LED یا چراغ باشد و نقطه t_p آن در دسترس نباشد، سازنده یا درخواست کننده باید یک نقطه نمایش دهنده دما و ارتباط بین دما در این نقطه و دمای عملکردی را نشان دهند (یا یک DUT آماده خاص با قابلیت دسترسی نقطه t_p تحویل دهند).

زمانی که یک اتصال خوب گرمایی بین سطح DUT و دماسنج تضمین شده است. وسایل اندازه‌گیری دمایی سطحی نباید در رفتار گرمایی DUT تأثیر گذار باشد، برای اطمینان بهتر است مراقبت شود که دماسنج و غلاف آن در مسیر اندازه‌گیری نور دخالت نکند.

۴-۲-۴ جابجایی هوا

باید اندازه‌گیری در هوای ساکن انجام شود (مقدار تنظیمی: سرعت هوا صفر است).

بازه رواداری: m/s (صفر تا ۰/۲۵)

برای برآورده نمودن این الزامات، نتایج اندازه‌گیری باید در داخل بازه پذیرش (به زیربند ۴-۱-۲ مراجعه شود) قرار گیرد. اگر عدم قطعیت اندازه‌گیری جابجایی هوا ۰/۰۵ m/s باشد، بازه پذیرش m/s (صفر تا ۰/۲) خواهد بود. اگر عدم قطعیت بزرگتر باشد، بازه پذیرش محدودتر خواهد شد.

یادآوری ۱ - جابجایی هوا اطراف DUT می‌تواند دمایی عملکردی مؤثر آن را تغییر دهد و در نتیجه مقدار شار نوری نیز عوض شود. چنین جابجایی هوا می‌تواند ناشی از کوران هوا، تهویه هوا، حرکت وسیله در گونیوفتومتر یا حرکت گونیوفتومتر در چهارچوب خودش باشد.

یادآوری ۲ - الزامات فوق در کره نورسنجی در صورتی که از نوع بسته باشد برآورده شده است، مگر اینکه کره دارای یک کنترل دمایی هوای دارای فن که المنت‌ها پشت فن قرار گرفته است، باشد که در این صورت نیاز به تعیین ویژگی‌های آن خواهد بود. با این حال، بستن کره نورسنجی می‌تواند باعث یک کوران هوا در DUT شود، در این صورت گاهی اوقات ضروری است برای پایداری DUT بعد بستن کره، زمانی کوتاه صبر شود.

یادآوری ۳ - برای وسایل LED با حساسیت بالا به تغییرات دما، سرعت پایین هوا می‌تواند ضروری باشد (بطور مثال کمتر از ۰/۱ m/s).

جابجایی هوا در مجاورت وسیله باید اندازه‌گیری شود و از هر اثر خنک‌سازی اجباری یا خود گرمایی DUT صرف نظر شود.

در مورد گونیوفتومتری که موقعیت چشمه نور را در طی اندازه‌گیری حرکت می‌دهد، سرعت حرکت باید به اندازه کافی انتخاب شود که الزامات گفته شده در بالا را برآورده نماید یا باید یک تصحیح مناسب اعمال شود.

۴-۲-۵ موقعیت کارکرد

الزامات خاص: DUT باید در سراسر دوره پایداری و آزمون، در شرایط عملکرد طراحی شده‌اش باقی بماند.

یادآوری - این الزامات برای مدول‌های LED با دمایی تنظیم شده و حفظ شده در دمایی عملکردی، قابل اجرا نیست (به زیربند ۵-۳-۱ مراجعه شود).

اگر این الزامات برآورده نشود، باید اندازه‌گیری برای عملکرد موقعیت طراحی شده تصحیح شود.

مثال - یک اندازه‌گیری نورسنجی با استفاده از روش نورسنج کمکی که شدت روشنایی نسبی DUT در یک جهت را ثابت نشان می‌دهد، می‌تواند تصحیح شود. در این روش نسبت مقدار مرجع به مقدار اندازه‌گیری شده بوسیله نورسنج کمکی، در حین اندازه‌گیری در هریک از موقعیت‌های مختلف عملکرد، به عنوان یک ضریب تصحیح اندازه‌گیری بکار گرفته می‌شود. مقدار

مرجع به وسیله خروجی اندازه‌گیری نورسنج کمکی بعد از روند تثبیت چشمه نور در موقعیت کارکرد طراحی شده، نشان داده می‌شود. موقعیت نسبی نورسنج کمکی به DUT درحین تمام اندازه‌گیری‌ها ثابت نگه داشته می‌شود.

۳-۴ شرایط آزمون الکتریکی و تجهیزات الکتریکی

۱-۳-۴ ولتاژ و جریان آزمون

مقدار تنظیمی ولتاژ تغذیه اسمی DUT یا جریان تغذیه اسمی DUT (مدول‌های LED با جریان ورودی DC) است که در ترمینال‌های تغذیه DUT اندازه‌گیری می‌شود.

بازه رواداری: $\pm 0.4\%$ برای RMS (ریشه مجذور میانگین) ولتاژ AC؛ $\pm 0.2\%$ برای ولتاژ DC. برای مدول‌های LED با جریان ورودی DC؛ $\pm 0.2\%$ برای جریان DC.

برای برآورده نمودن این الزامات، نتایج اندازه‌گیری باید در داخل بازه پذیرش (به زیربند ۴-۱-۲ مراجعه شود) قرار گیرد. اگر عدم قطعیت در اندازه‌گیری ولتاژ AC، 0.2% باشد، بازه پذیرش $\pm 0.2\%$ خواهد بود. الزامات خاص در عدم قطعیت‌های واسنجی ولت سنج‌ها و آمپرسنج‌ها در زیربند ۴-۳-۲ مشخص شده است. برای جلوگیری از خطاهای ناشی از افت ولتاژ در کابل‌ها و اتصال دهنده‌ها، ولتاژ آزمون باید در ترمینال‌های تغذیه DUT اندازه‌گیری شود، نه در ترمینال‌های خروجی منبع تغذیه.

در حالتی که ولتاژ تغذیه اسمی با یک بازه مشخص می‌شود، باید ولتاژ آزمون مطابق استانداردهای عملکردی LED، مناسب انتخاب شود.

یادآوری - استانداردهای عملکردی LED، عموماً به وسایل مصرفی نهایی که به خطوط شبکه اصلی برق متصل هستند یا با ولتاژ ثابت کار می‌کنند، مربوط است. برای برخی از مدول‌های LED، می‌تواند به جای آن کنترل جریان اعمال شود.

۲-۳-۴ اندازه‌گیری‌های الکتریکی

مقادیر ولتاژ، جریان و توان AC/DC، باید با تجهیزات مناسب اندازه‌گیری شود.

الزامات خاص: عدم قطعیت واسنجی ولت مترها و آمپر مترهای AC باید کوچکتر یا مساوی 0.2% باشد. عدم قطعیت واسنجی ولت مترها و آمپر مترهای DC باید کوچکتر یا مساوی 0.1% باشد.

مقدار توان AC باید با یک وات متر یا پاور آنالایزر مناسب اندازه‌گیری شود. وات متر باید دارای یک پهنای باند مناسب برای پوشش محتوای هارمونیک جریان الکتریکی باشد.

الزامات خاص: عدم قطعیت واسنجی وات مترها یا پاور آنالایزرها باید کوچکتر یا مساوی 0.5% باشد. پهنای باند باید حداقل 100 kHz باشد. در صورتی که نبود مولفه‌های فرکانس بالای مهم (به ترتیب بالای 5 kHz یا 30 kHz) اثبات شود، می‌تواند پهنای باندهای کوچکتر (5 kHz یا 30 kHz) مورد قبول واقع شود.

محصولات LED بسته به دستگاه کمکی استفاده شده (راه انداز، کاهنده و غیره)، ممکن است مولفه‌های فرکانس بالای قابل توجه ($< 50\text{ kHz}$) را نشان دهد یا نشان ندهد. برای لوازم کنترل LED مولد مولفه‌های

فرکانس بالای قابل توجه، حتی یک پهنای باند ۱۰۰ kHz ممکن است کافی نباشد و آنگاه بهتر است نوع پاورآنالایزر با این موقعیت ویژه سازگار شود (بطور مثال پهنای باند ۱ MHz).

همه هدایت کننده‌ها و اتصالات برای تغذیه جریان، باید بطور ایمن بسته شده و به قدر کافی دارای امپدانس پایین باشند. مدارهای اندازه‌گیری باید با استانداردهای لامپ مربوطه انطباق داشته باشند. فنون‌های اندازه‌گیری چهار سیمه باید بکار گرفته شود. نقطه مرجع برای اندازه‌گیری ولتاژ چراغ‌های LED، ترمینال‌های اتصال دهنده می‌باشند.

هنگامی که وسایل LED با توان مصرفی خیلی کم، اندازه‌گیری می‌شوند، بهتر است برای جلوگیری از خطای جریان نشتی، از این که امپدانس ولت متر یا وات متر، به اندازه کافی بالا هستند، اطمینان حاصل شود.

الزامات خاص: امپدانس داخلی مدار اندازه‌گیری ولتاژ باید دست کم $1\text{ M}\Omega$ باشد.

یادآوری - برخی از DUTها دارای امپدانس بالا هستند و بنابراین ممکن است استفاده از تجهیزات با امپدانس داخلی بالاتر ضروری باشد.

اندازه‌گیری توان DC می‌تواند به صورت مستقیم به وسیله ابزار مناسب انجام شود یا ممکن است از اندازه‌گیری ولتاژ و جریان بدست آید.

۳-۳-۴ منبع تغذیه الکتریکی

۱-۳-۳-۴ ظرفیت جریان

منبع تغذیه باید ظرفیت جریان اعمالی کافی را برای بارهای متصل شده داشته باشد. بویژه، منبع تغذیه شامل ترانسفورماتور فرعی باید امپدانس خیلی پایینی داشته باشد.

شبکه منبع تغذیه AC :

ولتاژ منبع تغذیه AC باید در ترمینال‌های تغذیه DUT تنظیم شود.

الزامات خاص: هر تغییر تدریجی یا نوسانات ولتاژ تغذیه در حین اندازه‌گیری DUT باید در بازه پذیرش ولتاژ آزمون قرار گیرد (۱-۳-۴).

و اگر از بازه پذیرش تجاوز نماید، باید نتایج تصحیح شود.

تغذیه باید شکل موج ولتاژ سینوسی داشته باشد. هنگامی که DUT متصل هست و تغذیه می‌شود، اعوجاج هارمونیک کل (THD) ولتاژ شبکه تغذیه (واحد منبع تغذیه، کابل‌ها و اتصال دهنده‌ها) باید محدود شود.

الزامات خاص: اعوجاج هارمونیک کل شکل موج ولتاژ (THD_v)، اندازه‌گیری شده در ترمینال‌های تغذیه DUT، نباید از ۱/۵٪ تجاوز نماید. اگر DUTهای اندازه‌گیری شده دارای ضریب توان بالاتر از ۰/۹ باشند، THD_v می‌تواند از ۱/۵٪ تجاوز نماید، اما باید کمتر از ۳٪ باشد.

یادآوری ۱ - همانطور که در فرمول زیر نشان داده شده است، اعوجاج هارمونیک کل (THD)، برابر است با، نسبت مقدار RMS مجموع مولفه‌های هارمونیک (در این استاندارد مولفه‌های هارمونیک ولتاژ U_h به ترتیب ۲ تا ۵۰۰) به مقدار RMS مولفه اصلی U_1 :

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{500} \left(\frac{U_h}{U_1}\right)^2} \quad (3)$$

یادآوری ۲ - نتایج اندازه‌گیری‌های الکتریکی می‌تواند بطور قابل توجهی به THD ولتاژ وابسته باشد، که به امیدانس منبع شبکه تغذیه AC و شکل موج جریان در وسیله LED بستگی دارد. هنگامی که ضریب توان DUTها کوچکتر می‌شوند این اثر بزرگتر است (بویژه اگر ضریب توان کمتر از ۰٫۵ باشد) و مولفه‌های فرکانس بالای بیشتری تولید می‌شوند. اگر مدار الکتریکی در آن فرکانس‌ها امیدانس بالایی داشته باشد، یک خطای اندازه‌گیری قابل توجه می‌تواند اتفاق بیفتد. در تجزیه و تحلیل خطاها و کاهش عدم قطعیت‌ها در اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی، برای جبران اثرهای انحراف در امیدانس شبکه منبع تغذیه با امیدانس مرجع نشان داده شده در IEC/TR 60725:2012 روش‌های تصحیح می‌تواند استفاده شود.

اثر امیدانس مدارهای الکتریکی (طول کابل‌ها، حلقه‌ها) در اندازه‌گیری‌های الکتریکی، جدا از اندازه‌گیری‌های نورسنجی، ممکن است به صورت مستقل، در یک مدار اندازه‌گیری امیدانس پایین، (کابل‌های الکتریکی با طول کوتاه، بدون حلقه)، بررسی شود. بهتر است تفاوت مشاهده شده در ارزیابی عدم قطعیت، مورد توجه قرار گیرد.

فرکانس ولتاژ تغذیه در فرکانس خواسته شده، نگه داشته شود.

الزامات خاص: باید فرکانس ولتاژ تغذیه در بازه رواداری نسبی، برابر $\pm 0.2\%$ فرکانس خواسته شده نگه داشته شود.

منبع تغذیه DC :

ولتاژ منبع تغذیه DC باید در ترمینال‌های تغذیه DUT تنظیم شود.

الزامات خاص : هر تغییر تدریجی یا نوسانات ولتاژ تغذیه در حین اندازه‌گیری DUT باید در بازه پذیرش ولتاژ آزمون قرار گیرد (زیربند ۴-۳-۱).

برای مدول‌های LED با جریان ورودی DC، باید جریان در بازه پذیرش تنظیم شود.

تغذیه باید بدون موجک AC باشد.

الزامات خاص : ولتاژ تغذیه نباید شامل مولفه AC (با مقدار RMS)، بیش از 0.5% ولتاژ DC باشد.

۴-۳-۳-۲ سازگاری الکترومغناطیسی

منبع تغذیه الکتریکی و هر تجهیز الکتریکی مجاور دیگر نباید روی تجهیزات اندازه‌گیری الکتریکی یا نورسنجی تأثیر بگذارد.

۴-۴ پایداری قبل از اندازه‌گیری

۴-۴-۱ کلیات

اندازه‌گیری بعد از اینکه DUT شرایط پایدار را بدست آورد، باید شروع شود. همچنین تجهیزات اندازه‌گیری باید شرایط پایدار را بدست آورند.

در حین پایداری، اندازه‌گیری‌های نور خروجی و توان الکتریکی، با فاصله زمانی حداقل یک ۱ min انجام می‌شود.

۴-۴-۲ لامپ‌ها و چراغ‌های LED

این روش‌ها به لامپ‌های LED (یکپارچه، نیمه یکپارچه، غیر یکپارچه) و چراغ‌های LED و همچنین مولدهای LED دارای گرماگیر، اعمال می‌شود.

الزامات خاص: DUT باید حداقل برای ۳۰ min کار کند و اگر تفاوت کمینه و بیشینه خوانده‌های نور خروجی و توان الکتریکی مشاهده شده مربوطه، بعد از ۱۵ min آخر، کمتر از ۰/۵٪ کمینه خوانده شده باشد، پایدار در نظر گرفته می‌شود. اگر DUT پیش گرم شده است، نیازی نیست برای ۳۰ min کار کند، و اگر خوانده‌های ۱۵ min آخر الزامات فوق را برآورده نماید، پایدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر DUT نوسانات زیادی داشته باشد و شرایط پایداری در ۴۵ min کارکرد برای لامپ‌های LED، یا ۱۵۰ min برای چراغ‌های LED بدست نیاید، اندازه‌گیری می‌تواند شروع شود و نوسانات مشاهده شده باید گزارش شود. همچنین اگر بجای نوسانات اتفاقی، هنوز یک کاهش آهسته در مقادیر اندازه‌گیری مشاهده شود، فقط هنگامی که معیارهای پایداری بر آورده شود، بهتر است اندازه‌گیری‌ها شروع شود.

یادآوری - معمولاً فرایند پایداری بصورت یک کاهش آهسته در نور خروجی تا زمان رسیدن به پایداری گرمایی است. با این حال، به دلایل الکترونیکی، هنوز نوسانات در نزدیک پایداری گرمایی می‌تواند اتفاق بیفتد.

پایداری به شدت وابسته به تعادل گرمایی در اجزاء است. برای کاهش زمان پایداری در دستگاه اندازه‌گیری می‌تواند یک پیش گرمایش (کار کردن چشمه نور قبل از نصب در دستگاه اندازه‌گیری) اعمال شود. بطور خاص برای اندازه‌گیری تعدادی از محصولات هم نوع، اگر نشان داده شود که روش‌های پیش گرمایش محصولات، زمانی که روش‌های پایداری معمولی استفاده می‌شود، همان شرایط پایداری مشابه را ایجاد می‌کند، زمان اندازه‌گیری می‌تواند کاهش پیدا کند.

۴-۴-۳ مدول‌های LED

روش‌های زیر برای مدول‌های LED (یکپارچه، نیمه یکپارچه، غیر یکپارچه) به غیر از مولدهای LED دارای گرماگیر (تنظیم شده برای دمای محیط) اعمال می‌شود. با توجه به دمای عملکردی DUTها t_p اندازه‌گیری شده در نقطه t_p شرایط گرمایی تنظیم می‌شود. بطور معمول دمای مدول‌های LED با استفاده از گرماگیر با کنترل کننده دما یا گرمایش اضافی تنظیم می‌شود.

الزامات خاص: هنگامی که دما به دمای عملکردی مشخص شده t_p می‌رسد و برای ۱۵ min در $1 \pm ^\circ\text{C}$ باقی می‌ماند، مدول LED می‌تواند از لحاظ گرمایی، پایدار در نظر گرفته شود.

برای مولدهای نوری LED دارای گرماگیر(ها)، در ابتدا روش زیربند ۴-۴-۲ در دمای محیطی $25 \pm ^\circ\text{C}$ ، با دمای عملکردی t_p ثبت شده، دنبال می‌شود، سپس روش زیربند ۴-۴-۳ برای اندازه‌گیری در مقادیر اضافی t_p انجام می‌شود.

۴-۵ تجهیزات اندازه‌گیری نورسنجی و رنگ سنجی

۴-۵-۱ کلیات

برای اندازه‌گیری کمیت‌های نورسنجی و رنگ سنجی، عموماً تجهیزات زیر استفاده می‌شوند:

- سیستم‌های کره نورسنجی؛

- نور سنج کره (هدنورسنج به عنوان آشکارساز)؛

- اسپکترو رادیومتر کره (اسپکترو رادیومتر به عنوان آشکارساز).

یادآوری ۱ - دستگاه‌های کره نورسنجی، نیم کره‌های نور سنجی را شامل می‌شود. نورسنج‌های کره، شامل کره‌های نور سنجی با یک هد هد رنگ سنجی سه گانه، که به عنوان یک هدنورسنج (کانال Y) و همچنین برای اندازه‌گیری رنگ نسبی استفاده می‌شود، اما برای اندازه‌گیری رنگ مطلق پیشنهاد نمی‌شود.

- سیستم گونیوفتومتر.

- گونیوفتومتر (هدنورسنج به عنوان آشکارساز)؛

- گونیواسپکترو رادیومتر (اسپکترو رادیومتر به عنوان آشکارساز)؛

- گونیوکالریمتر (هد رنگ سنجی سه گانه به عنوان آشکارساز).

یادآوری ۲ - گونیوفتومترها شامل گونیوفتومترها میدان نزدیک می‌شود. گونیوکالریمترها برای اندازه‌گیری رنگ نسبی و بنابراین برای اندازه‌گیری یکنواختی زاویه‌ای رنگ استفاده می‌شوند، اما برای اندازه‌گیری رنگ مطلق توصیه نمی‌شوند.

- درخشندگی سنج‌ها

یادآوری ۳ - درخشندگی سنج‌ها شامل وسایل اندازه‌گیری درخشندگی به روش تصویر سازی (ILMD)^۱ می‌شوند.

انواع دیگر وسایل اندازه‌گیری شامل نیم کره نورسنجی، گونیوفتومترهای میدان نزدیک و ILMD، اگر نشان داده شود که نتایجی معادل دستگاه‌های کره نورسنجی مرسوم یا دستگاه گونیوفتومتر مرسوم، ایجاد می‌کنند، مورد قبول هستند.

ابزارها، بسته به نوع محصول و پارامترهای اندازه‌گیری که باید اندازه‌گیری شوند، انتخاب می‌شوند. محصولات با اندازه کوچک (بطورمثال لامپ‌های LED) که داده‌های توزیع شدت روشنایی آنها ضرورتی ندارد می‌تواند با یک دستگاه کره نورسنجی اندازه‌گیری شود. معمولاً چراغ‌ها به داده‌های توزیع شدت روشنایی نیاز دارند و بنابراین دستگاه گونیوفتومتر مورد نیاز است. برای اندازه‌گیری پارامترهای رنگ، یک کره اسپکترورادیمتر، گونیو اسپکترورادیمتر یا گونیوکالریومتر نیاز است.

باید برای اطمینان از قابلیت ردیابی در SI، تمام تجهیزات اندازه‌گیری واسنجی شوند. تمام اندازه‌گیری‌های نورسنجی بر اساس تابع بهره نوری طیفی برای دید روزگامی $V(\lambda)$ باید انجام شود. (به استاندارد ISO 23539 (CIE S 010) مراجعه شود). برای جزئیات واسنجی و برای ارزیابی و توصیف شاخص‌های کیفی در نورسنج‌ها به استاندارد ISO/CIE 19476:2014 مراجعه شود.

۴-۵-۲ الزامات پاسخ‌دهی طیفی برای نورسنج‌ها

برای ابزارهای استفاده‌کننده از آشکارسازهایی با تصحیح $V(\lambda)$ (کره نورسنج، گونیوفتومتر، درخشندگی سنج‌ها) الزامات زیر باید برآورده شود:

الزامات خاص: شاخص عدم تطابق عمومی $f_1, V(\lambda)$ در پاسخ‌دهی طیفی نسبی کل (کره بعلاوه هدنورسنج) باید کوچکتر یا مساوی ۳٪ باشد.

اگر این الزام برآورده شود، تصحیح عدم تطابق طیفی برای اندازه‌گیری وسایل LED نور سفید، ضرورت ندارد، اگر چه به شدت توصیه شده باشد. تصحیح عدم تطابق طیفی برای وسایل LED که نور رنگی منتشر می‌کنند (از جمله مدول‌های LED تک رنگ قرمز، آبی یا سبز) مورد نیاز است.

اگر تصحیح عدم تطابق طیفی، برای هر DUT اندازه‌گیری شده، اعمال شود، برآورده نشدن الزام بالا برای f_1 می‌تواند مجاز شود. در این حالت، مقدار واقعی f_1 در سیستم و این واقعیت که تصحیح اعمال شده است، باید گزارش شود. (همچنین به زیر بند ۴-۱-۱ مراجعه شود)

اگر تصحیح عدم تطابق طیفی انجام نشود، سهم عدم قطعیت از خطاهای تخمین زده شده عدم تطابق طیفی باید بر اساس هر پاسخ‌دهی طیفی نسبی سیستم، یا اگر آن در دسترس نیست، بر اساس مقدار f_1 (به زیر بند ج-۳-۶ مراجعه شود)، باید ارزیابی شود. هنگام استفاده از مقدار f_1 ، عدم قطعیت مقدار f_1 در بودجه بندی عدم قطعیت اندازه‌گیری، بهتر است در نظر گرفته شود. اگر تصحیح عدم تطابق طیفی انجام شده باشد برای این قسمت از داده‌های مورد استفاده، هنوز سهم عدم قطعیت باقی خواهد ماند.

۴-۵-۳ کره نورسنجی (تمام نوع‌ها)

۴-۵-۳-۱ کلیات

کره نورسنجی برای دستیابی به اندازه‌گیری‌های خود جذبی باید به یک لامپ کمکی^۱، مجهز شود. یادآوری ۱ - خود جذبی می‌تواند با توجه به تفاوت در شکل و ابعاد DUT در مقایسه با لامپ مرجع، قابل توجه باشد و به اندازه DUT و کره و ویژگی‌های بازتابی DUT و پوشش کره وابسته است.

برای جلوگیری از خطاهای بزرگ ناشی از غیریکنواختی فضایی پاسخ‌دهی کره به دلیل سایه‌انداز و خود DUT، اندازه کره نسبت به اندازه DUT بهتر است به اندازه کافی بزرگ باشد.

الزامات خاص: هنگامی که یک DUT در مرکز یک کره (با هندسه 4π) نصب می‌شود، مساحت کل (سطح دارای پوشش) DUT نباید از ۲٪ کل سطح داخلی کره تجاوز نماید. (این به یک DUT مکعبی با طول وجه یک دهم قطر کره مربوط هست) هنگامی که DUT در یک کره باز (با هندسه 2π) نصب می‌شود، قطر قسمت باز نباید از یک سوم قطر کره بیشتر باشد.

زمانی که یک DUT خطی شکل، در مرکز یک کره (با هندسه 4π) نصب می‌شود، محور طولی آن، بهتر است با خط قرار گرفته بین هدنورسنج و مرکز کره منطبق باشد، بطوری که اندازه سایه‌انداز بتواند کمینه شود.

پوشش داخلی در کره نورسنجی باید پخش کننده، بازتاب کننده قوی، و انتخاب‌گر غیر طیفی^۲ بوده و بهتر است فلورسانس^۳ نباشد. بازتاب پوشش برای سیستم اسپکترو رادیومتر کره بیشتر از ۹۰٪ پیشنهاد می‌شود.

یادآوری ۲ - اگر DUT و لامپ مرجع توزیع‌های شدت متفاوتی را نمایش دهند، بازتاب غیر یکنواخت از روی کره می‌تواند تأثیر قابل توجهی داشته باشد.

نگهدارنده چشمه نور و تجهیزات کمکی در کره، بهتر است کوچکترین ابعاد ممکن را داشته باشد. تمام سایه‌اندازهای داخل کره، همچنین ساختارهای نگهدارنده DUT، با یک پوشش دارای بالاترین بازتاب پخش کننده ممکن، پوشش داده می‌شوند.

یادآوری ۳ - وجهی از سایه‌انداز^۴ که رو به آشکارساز است می‌تواند دارای بازتاب کمی باشد و پوششی مشابه با پوشش دیواره کره که مناسب است، داشته باشد.

ورودی نوری درگاه آشکارساز باید اصلاح کسینوسی شود. این به صورت معمول بوسیله استفاده از یک پخش کننده یا یک کره نورسنجی ماهواره‌ای^۵ در درگاه ورودی بدست می‌آید.

-
- 1- Auxiliary Lamp
 - 2- Non-Spectrally Selective
 - 3-Fluorescence
 - 1- Baffle
 - 4- Satellite Integrating Sphere

الزامات خاص: هدنورسنج یا پورت ورودی اسپکترومتر در یک کره نورسنجی باید یک تصحیح کسینوسی با مقدار f_2 برابر ۱۵٪ یا کمتر داشته باشد.

سیستم کره نورسنجی باید تکرارپذیری مکانیکی کافی داشته باشد بطوری که پاسخ‌دهی کره، زمانی که اندازه‌گیری‌های DUT در هنگام باز و بسته کردن کره، ثابت نگه داشته شود.

الزامات خاص: تکرار پذیری کره برای بازبودن یا بسته بودن باید در محدوده $\pm 0.5\%$ قرار گیرد و در بودجه بندی عدم قطعیت باید به حساب آورده شود.

سیستم کره نورسنجی (شامل دستگاه‌های اندازه‌گیری) باید پاسخ‌دهی پایدار قابل توجهی بین واسنجی‌های مجدد داشته باشند. پایداری سیستم کره، بهتر است ابتدا به وسیله اندازه‌گیری یک لامپ پایدار، بلافاصله بعد از واسنجی کنترل شود و پس از آن با اندازه‌گیری همان لامپ به منظور مشخص نمودن تغییر تدریجی یا تغییر پاسخ‌دهی کره به صورت دوره‌ای ارزیابی گردد.

الزامات خاص: بجز مواردی که کره بلافاصله پیش از هر استفاده واسنجی می‌شود، باید کره در فواصل زمانی مناسب به طوری که تغییر تدریجی در پاسخ‌دهی کره در طول فواصل زمانی کمتر از ۰.۵٪ باشد، دوباره واسنجی شود.

بهتر است کره نورسنجی با استانداردهای مرجع دارای یک توزیع شدت مشابه DUT (از جمله بدون جهت یا جهت دار) واسنجی شود. تفاوت‌ها در توزیع شدت بین استانداردهای مرجع و DUT، بهتر است در بودجه عدم قطعیت مورد توجه قرار گیرد.

۴-۵-۳-۲ کره اسپکترومترادیومتر

سیستم کره - اسپکترومترادیومتر با یک شار تابشی طیفی کلی استاندارد قابل ردیابی در SI، باید واسنجی یا تایید شود.

اگر لامپ‌های استاندارد با شار تابشی طیفی کلی در دسترس نباشد، از لامپ(های) استاندارد تابش طیفی و لامپ(های) استاندارد شار نوری کلی، که هر دو در SI قابل ردیابی هستند، استاندارد می‌تواند بوسیله کاربر، استنتاج شود. در این حالت، بهتر است روش‌های استنتاج و داده‌های مربوطه (از جمله یکنواختی زاویه‌ای طیف یا دمای رنگ همبسته لامپ استاندارد) گزارش شود.

اگر اسپکترومترادیومتر استفاده شده در کره نورسنجی فقط برای تابش طیفی، بدون در نظر گرفتن طیف نسبی کره نورسنجی، واسنجی شود، قابل قبول نخواهد بود. کره نورسنجی و اسپکترومتر با هم به عنوان یک سیستم برای شار تابشی طیفی کلی باید واسنجی شوند.

اسپکترومترادیومتر استفاده شده در سیستم کره - اسپکترومترادیومتر باید بازه طول موج مرئی را پوشش دهد و دارای پهنای باند و بازه پویا مناسب برای اندازه‌گیری LEDهای در حال آزمون باشد.

الزامات خاص:

- بازه طول موج باید دست کم از ۳۸۰ nm تا ۷۸۰ nm پوشش داده شود.
 - اسپکترومتر باید عدم قطعیتی در طول موج کمتر یا مساوی ۰٫۵ nm ($k=2$) داشته باشد.
 - پهنای باند (عرض در نیمه حداکثر) و بازه پویا نباید بزرگتر از ۵ nm باشد.
- باید اسپکترومتر یک پاسخ خطی برای تابش ورودی در هر طول موج، در محدوده مرئی، داشته باشد. تأثیر غیرخطی باید در بودجه عدم قطعیت در نظر گرفته شود.
- باید در بودجه عدم قطعیت، نور ناخواسته داخلی در اسپکترومتر در نظر گرفته شود.
- برای اندازه‌گیری خود جذبی، بهتر است لامپ کمکی در کل گستره طول موج مرئی گسیل داشته باشد.

۴-۵-۳-۳ کره نورسنج

کره نورسنج با یک شار نوری کلی استاندارد قابل ردیابی در SI، باید واسنجی شود. لامپ استاندارد که دارای توزیع طیفی مشابه با توزیع طیفی DUT می‌باشد، اگر چنین استانداردهایی در دسترس باشند، مطلوب خواهد بود.

کره نورسنج یک پاسخ‌دهی طیفی نسبی کلی (کره بعلاوه هدنورسنج)، باید داشته باشد بطوری که با تابع بهره طیفی نوری، برای دید روزگامی $V(\lambda)$ ، منطبق باشد. f_1 ، شاخص عدم تطابق عمومی $V(\lambda)$ در یک سیستم کره - نورسنج، باید الزامات زیربند ۴-۵-۲ را برآورده نماید.

تصحیح عدم تطابق طیفی، جایی که ضروری باشد، باید اعمال شود. برای این تصحیح، آگاهی در مورد توزیع طیفی نسبی DUT و پاسخ‌دهی طیفی نسبی در سیستم کره و نورسنج، ضروری است. برای تصحیح عدم تطابق طیفی به پیوست پ مراجعه شود. مقدار f_1 در کره نورسنج با پاسخ‌دهی طیفی نسبی هدنورسنج و طیف نسبی حاصل از کره نورسنجی (تابع $1 - \rho(\lambda)$ که $\rho(\lambda)$ انعکاس طیفی از سطح داخلی کره است)، مشخص می‌شود. همچنین برای تصحیح عدم تطابق طیفی، نیازمندی‌هایی وجود دارد. استفاده از داده‌های پاسخ‌دهی طیفی هدنورسنج به تنهایی، منجر به خطای عمده می‌شود.

طیف نسبی حاصله از کره نورسنجی با زمان تغییر می‌کند، مخصوصاً هنگامی که کره نو هست، یا زمانی که کره خیلی زیاد مورد استفاده قرار گرفته و در معرض آلودگی است. بهتر است طیف حاصله از کره برای بروز رسانی مقدار f_1 یا داده‌های عدم تطابق طیفی، به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شود. این بخصوصاً مهم است، اگر بازتاب از سطح داخلی کره زیاد باشد (>۹۵٪).

یادآوری - دستورالعمل اندازه‌گیری طیف نسبی حاصله از یک سیستم کره، در (IES LM 78(2000)، پیوست ب موجود می‌باشد.

مطلوب است که لامپ کمکی برای اندازه‌گیری خود جذبی، مخصوصاً برای مدول‌های LED تک رنگ، دارای توزیع طیفی مشابه توزیع طیفی DUT اندازه‌گیری شده، باشد

۴-۵-۴ گونیوفتومتر (تمام نوعها)

۴-۵-۴-۱ کلیات

گونیوفتومترها باید یک بازه پویش زاویه‌ای^۱ داشته باشند، بطوری که کل زاویه فضایی که وسیله LED در آن نور پخش می‌کند، را پوشش دهد، بخصوص هنگامی که شار نوری کل اندازه‌گیری می‌شود.

الزامات خاص: زاویه هدف در DUT باید تنظیم شود و در $\pm 0.5^\circ$ در جهت در نظر گرفته شده نگه داشته شود. نمایش دهنده زاویه‌ای باید تفکیک پذیری برابر 0.1° یا تفکیک پذیری بهتری را داشته باشد.

برای اندازه‌گیری توزیع شدت نور، در روش مورد استفاده گونیوفتومترهای مرسوم (میدان دور)، فرض می‌شود که ناحیه روشنایی یک چشمه نور بطور مؤثر یک چشمه نقطه‌ای است. اندازه‌گیری‌های شدت روشنایی نتیجه شده از اندازه‌گیری‌های روشنایی مطابق با قانون مربع معکوس، به یک فاصله نورسنجی کافی نیاز دارند.

الزامات خاص برای فاصله آزمون در نورسنجی میدان دور:

- برای DUT دارای توزیع کسینوسی نزدیک (لامبرتین^۲) (زاویه پرتو $\leq 90^\circ$) در صفحات $C: 5 \times D \leq$
- برای DUT دارای توزیع زاویه‌ای گسترده متفاوت با توزیع کسینوسی (زاویه پرتو $\leq 60^\circ$) در برخی از صفحات $C: 10 \times D \leq$
- برای DUT دارای توزیع زاویه‌ای باریک، توزیع شدت نور با شیب تند یا تابش خیره کننده بحرانی کنترل شده: $15 \times D \leq$
- برای DUT که فضاهای بدون روشنایی بزرگی بین ناحیه‌های روشنایی وجود دارند: $15 \times (D+S) \leq$

که D بعد بیشینه روشنایی در DUT و S بزرگترین فاصله بین دو ناحیه روشنایی مجاور است.

یادآوری - برای این فواصل آزمون، می‌توان انتظار داشت که قانون مربع معکوس نورسنجی در نظر گرفته شده، 1% در محور نوری، حداکثر 3% در محدوده دو برابر زاویه پرتو، بهتر تایید شود. دیگر فواصل آزمون تایید شده با این قانون، بدون انجام تصحیح، می‌توانند اعمال شوند (همچنین به زیربند پ-۳-۶ مراجعه کنید).

برای برخی از محصولات LED که LEDهای تکی بطور مؤثر به صورت نورافکن‌های نقطه‌ای کوچک با جهت متفاوت عمل می‌کنند (بطور مثال LEDهای واگرا روی یک چراغ خطی یا مدول‌های LED جداگانه نصب شده در داخل یک چراغ)، ممکن است فواصل آزمون پیشنهاد شده کافی نباشد. بهتر است در صورت تردید، اگر قانون مربع معکوس به صورت صحیح اعمال شود، آن تایید شود.

برای نورسنجی میدان نزدیک، فاصله آزمون به صورت تئوری، بی‌نهایت در نظر گرفته شده است، اما بهتر است، ارزیابی شود.

1- Angular Scan Range

2 - Lambertian

برای اندازه‌گیری شار نوری کلی (و نه برای توزیع شدت روشنایی)، شرایط میدان دور ضروری نیست، چرا که شار نوری کلی می‌تواند با انتگرال‌گیری توزیع شدت روشنایی استنتاج شود.

بطور کلی، گونیوفتومترها دارای برخی نواحی زاویه‌ای هستند (زاویه مرده نامیده می‌شوند) که گسیل از چشمه نور بوسیله مکانیزم آن، بطور مثال بازوی نگهدارنده چشمه نور، مسدود می‌شود. به منظور اندازه‌گیری شار نوری کلی لامپ‌های بدون جهت یا این گونه چراغ‌ها، بهتر است گونیوفتومترهای دارای یک زاویه مرده بزرگ متجاوز از یک زاویه فضایی 0.1 sr (مربوط به یک زاویه مخروط تقریباً با شعاع 10°)، استفاده نشود، مگر اینکه روش‌های تصحیح مناسب اجرا شود.

۴-۵-۴ گونیوفتومتر با استفاده از هدنورسنج

پاسخ‌دهی طیفی نسبی هدنورسنج (ترکیب شده با انعکاس طیفی از یک آینه، اگر آن استفاده شود) باید با تابع بهره روشنایی طیفی برای دید روزگاهی $V(\lambda)$ ، منطبق باشد. شاخص عدم تطابق $V(\lambda)$ عمومی، f_1 در هدنورسنج (شامل آینه، اگر استفاده شود) باید الزامات زیربند ۴-۵-۲ را برآورده نماید.

جایی که ضروری باشد، تصحیح عدم تطابق طیفی باید اعمال شود. برای این تصحیح، آگاهی در مورد توزیع طیفی نسبی DUT و پاسخ‌دهی طیفی نسبی در هدنورسنج (شامل آینه، اگر استفاده شود) ضروری است. برای تصحیح عدم تطابق طیفی به پیوست پ مراجعه شود.

گونیوفتومترها باید در برابر شدت روشنایی استاندارد یا روشنایی استاندارد قابل ردیابی در SI، واسنجی شوند، و همچنین اگر شار نوری کلی اندازه‌گیری می‌شود، مقدار شار نوری کلی اندازه‌گیری شده (بیان شده برحسب Lm) باید بوسیله اندازه‌گیری شار نوری کلی استاندارد قابل ردیابی در SI، تایید شود. به عنوان راه حل جایگزین، اگر زاویه مرده گونیوفتومتر اثری روی اندازه‌گیری شار نوری کلی لامپ استاندارد نداشته باشد، سیستم گونیوفتومتر برای اندازه‌گیری شار نوری کلی می‌تواند با یک شار نوری کلی قابل ردیابی در SI، واسنجی شود.

یادآوری - برای گونیوفتومترهای نوع آینه‌ای، لامپی با توزیع شدت روشنایی استاندارد معمولاً برای واسنجی هدنورسنج استفاده می‌شود، در این حالت، فاصله نور سنجی و بازتاب از آینه به صورت خودکار در واسنجی لحاظ می‌شود.

۴-۵-۳ گونیو-اسپکترورادایومتر

گونیو-اسپکترورادایومترها باید در برابر تابش طیفی یا با شدت تابش طیفی استاندارد قابل ردیابی در SI، واسنجی شوند. برای گونیواسپکترورادایومترهای نوع آینه‌ای، اگر یک تابش طیفی استاندارد مورد استفاده است، بازتاب طیفی آینه باید به حساب آورده شود. اگر همچنین شار تابشی طیفی کلی اندازه‌گیری می‌شود، مقادیر (بیان شده بر حسب W/nm) همچنین باید با اندازه‌گیری شار تابشی طیفی کلی یک لامپ استاندارد قابل ردیابی در SI، تایید شود. به عنوان راه حل جایگزین، اگر زاویه مرده گونیواسپکترورادایومتر در اندازه‌گیری شار تابشی طیفی کلی لامپ استاندارد تأثیری نگذارد، سیستم گونیو-اسپکترورادایومتر برای

اندازه‌گیری‌های شارنوری کلی یا شار تابشی طیفی کلی، ممکن است با شار تابشی طیفی کلی استاندارد قابل ردیابی در SI، واسنجی شود.

اسپکتروادیومتر مورد استفاده در سیستم گونیو- اسپکتروادیومتر باید بازه طول موج‌های مرئی را پوشش داده و پهنای باند و بازه پویایی مناسبی برای اندازه‌گیری LEDهای تحت آزمون، داشته باشد. بازه طول موج باید دست کم از ۳۸۰ nm تا ۷۸۰ nm را پوشش دهد.

الزامات خاص: پهنای باند (پهنای کامل در نیمه حداکثر) و بازه پویایی نباید بزرگتر از ۵ nm باشد. اسپکتروادیومتر باید یک پهنای باند با عدم قطعیت 0.5 nm ($k=2$) داشته باشد.

اسپکتروادیومترها باید دارای پاسخ خطی به تابش ورودی در هر طول موج روی بازه مرئی باشند. باید تأثیر غیرخطی در بودجه بندی عدم قطعیت در نظر گرفته شود.

باید نور ناخواسته ورودی به اسپکتروادیومتر، در بودجه بندی عدم قطعیت، در نظر گرفته شود.

۴-۵-۴ گونیو- رنگ سنج

گونیو- رنگ سنج، به منظور اندازه‌گیری مقادیر سه گانه X, Y, Z، هدهای رنگ سنجی سه گانه را (ترکیب فیلتر آشکارساز که دارای پاسخدهی طیفی منطبق با توابع تطابق رنگ CIE¹ هستند) به کار می‌گیرد. باید کانال Y در گونیوی رنگ سنج کلیه الزامات زیربند ۴-۵-۴-۱ را برآورده نماید.

بجز مواردی که به غیر از این نشان داده شده، یک گونیو- رنگ سنج به تنهایی نباید برای اندازه‌گیری مطلق کمیت‌های رنگ استفاده شود و فقط می‌تواند برای اندازه‌گیری اختلاف رنگ (یا اندازه‌گیری رنگ نسبی همراه با واسنجی بوسیله یک اسپکتروادیومتر برای یک DUT خاص)، استفاده شود.

۴-۵-۵ درخشندگی سنج‌ها

درخشندگی سنج باید با یک روشنایی استاندارد قابل ردیابی در SI، واسنجی شود. برای هر دو نوع درخشندگی سنج‌های کلاسیکی (وسایل اندازه‌گیری درخشندگی نقطه‌ای تکی) و وسایل اندازه‌گیری درخشندگی به روش تصویر سازی (ILMD) موارد زیر اعمال می‌شود.

پاسخدهی طیفی نسبی درخشندگی سنج‌ها باید با تابع بهره روشنایی طیفی $V(\lambda)$ ، برای دید روزگاهی منطبق باشد. شاخص عدم تطابق $V(\lambda)$ عمومی، f_1 ، باید درخشندگی سنج‌ها الزامات زیربند ۴-۵-۲ را برآورده نماید.

باید تصحیح عدم تطابق طیفی، جایی که ضروری باشد، اعمال شود. برای این تصحیح، توزیع طیفی نسبی DUT و پاسخدهی طیفی نسبی در نورسنج ضروری است. برای تصحیح عدم تطابق طیفی به پیوست پ مراجعه شود.

اگر یک ILMD استفاده می‌شود، عدم قطعیت اندازه‌گیری آن با مقایسه نتایج برای توزیع روشنایی یک وسیله LED نوعی که با یک درخشندگی سنج مجزا اندازه‌گیری شده، باید تایید شود.

۵ شرایط آماده سازی، نصب و عملکرد

۱-۵ کارکردگی

کارکردگی با استاندارد عملکردی مناسب محصول LED، باید مطابق باشد (به بند ۲ مراجعه شود).

۲-۵ وسیله آزمون

درخواست کننده تمام دستورالعمل‌های لازم را برای استفاده مناسب، باید فراهم نماید. قسمت‌های اپتیکی وسیله باید تمیز باشد، بجز آن قسمت‌هایی که درخواست کننده مجاز نداند (بطور مثال تعیین ضریب‌های عوامل تعمیر و نگهداری).

۳-۵ نصب

۱-۳-۵ جهت کارکرد

لامپ‌های LED باید در هوای آزاد با وضعیت کلاهدک رو به بالا کار کنند، مگر اینکه بوسیله درخواست کننده (یا به وسیله مقررات)، جهت عملکردی دیگری مشخص شده باشد. اگر درخواست کننده اظهار کرده باشد که لامپ فقط در یک جهت خاص برای استفاده مناسب است، باید در طول تمام آزمون‌ها در جهت اظهار شده نصب شود. اگر وضعیت عملکردی متفاوتی در حین آزمون استفاده شود، مشخصات زیربند ۴-۲-۵، باید اعمال شود.

برای استفاده چراغ‌های LED، باید آنها در جهت عملکردی توصیه شده بوسیله سازنده در نظر گرفته شده و نصب شوند، بطوری که شرایط دمایی آنها ناشی از جریان هوای داخلی و خارجی وسیله، مشابه شرایط استفاده معمولی باشد (از لحاظ وضعیت عملکردی) و ترازبندی آنها از لحاظ مکانیکی درست بوده و تمام اجزاء دقیقاً در وضعیت طراحی شده خودشان جای داده شده باشند. قسمت‌های قابل تنظیم به صورت صحیح مطابق با دستورالعمل‌های سازنده، باید تنظیم شود. اگر وضعیت عملکردی متفاوتی در حین آزمون استفاده شود، مشخصات زیربند ۴-۲-۵ اعمال شود.

مدول‌های LED، در هر وضعیت عملکردی می‌توانند کار کنند، اگر دمای آنها در دمای t_p تنظیم و نگه داشته شود.

وسایل آزمون باید به گونه ای نصب شوند که هر انتقال حرارتی میان اجزاء کمکی نگهدارنده وسیله، منجر به اثرات خنک کنندگی ناخواسته ناچیزی شود.

یادآوری ۱- برای مثال، یک چراغ می‌تواند در هوا به وسیله سیم آویزان باشد یا بوسیله یک نگهدارنده از جنسی که هدایت گرمایی کمی دارد از جمله تفلن، نگه داشته شود.

در تمام این موارد، وضعیت عملکردی وسیله باید گزارش شود.

یادآوری ۲- فرایند گسیل نور یک LED تحت تأثیر جهت (با توجه به جاذبه) قرار نمی‌گیرد. اما، جهت یک لامپ LED و چراغ LED می‌تواند باعث تغییر در شرایط دمایی برای LEDهای مورد استفاده در وسیله شود، و بنابراین نور خروجی تحت تأثیر جهت وسیله، می‌تواند قرار گیرد.

۵-۳-۲ دستگاه مختصات

توزیع‌های رنگ سنجی و نورسنجی وسایل روشنایی به جهت‌ها و وضعیت‌های قرارگیری وابسته است. بنابراین یک دستگاه مختصات، باید به DUT مرتبط شود و توزیع‌های رنگ سنجی / نورسنجی نسبت به این دستگاه مختصات ارجاع داده می‌شوند. موقعیت‌های مکانیکی وسایل مورد اشاره در این دستگاه مختصات باید یکتا بوده و اعلام شوند. دستگاه مختصات باید هم مرکز با مرکز نورسنجی DUT باشد.

مقررات بند ۴ استاندارد EN 13032-1: 2004+A1:2012 باید اعمال شود.

۵-۳-۳ مرکز نورسنجی

موقعیت مرکز نورسنجی در یک وسیله، باید در مرکز شکل سه بعدی بند شده با خطوط بیرونی سطح نورانی چراغ باشد.

برای چراغ‌های LED با وجوه بطور قابل ملاحظه‌ای مات، درحالتی که محفظه لامپ (یا مدول) بطور قابل ملاحظه‌ای سفید یا روشن است، موقعیت مرکز نورسنجی باید در مرکز دهانه اصلی چراغ باشد، اما برای چراغ‌های LED با وجوه بطور قابل ملاحظه‌ای مات، درحالتی که محفظه لامپ (یا مدول) بطور قابل ملاحظه‌ای سیاه یا غیر درخشان است، موقعیت باید در مرکز نورسنجی لامپ (مرکز شکل سه بعدی مرزبندی شده با خطوط بیرونی سطوح نورانی چراغ در لامپ یا مدول) باشد.

هنگام استفاده از گونیوفتومتر میدان دور و وسایل اندازه‌گیری با نواحی پخش نور مختلف، که جدایی قابل ملاحظه‌ای داشته و مطابق الزامات خاص فواصل آزمون در زیربند ۴-۵-۴ نیستند، وسایل باید در چندین مرحله با مرکزیت هر یک از نواحی پخش نور اندازه‌گیری شود. داده‌ها برای هر یک از نواحی پخش نور، باید گزارش شود.

یادآوری - نواحی پخش نور، در هنگام اندازه‌گیری با یکدیگر، وقتی انحراف از قانون مربع معکوس غیرقابل چشم پوشی هستند، بطور قابل توجهی جداگانه در نظر گرفته می‌شود

برای راهنمایی تکمیلی برای مرکز نورسنجی به شکل ۵ استاندارد EN 13032-1: 2004+A1:2012 مراجعه شود.

۴-۵ شرایط عملکردی وسایل LED

۱-۴-۵ کلیات

با توجه به خواست درخواست کننده، وسایل LED دارای مدار کم سو کنندگی، باید برای تمام آزمون‌ها در بیشینه نور خروجی یا در سطحی از پیش تعریف شده، تنظیم شوند.

وسایل LED با مدارهای کنترل داخلی که بصورت خارجی قابل تنظیم نیستند، همان گونه که تحویل شده‌اند، باید آزمون شوند.

همانطور که توسط سازنده یا درخواست کننده اشاره شده است، وسایل LED با نقاط رنگ قابل تنظیم، در تنظیمات تعریف شده باید تنظیم یا قرار داده شوند.

وسایل LED با طیف سفید قابل تنظیم در تنظیمات مشخص شده بوسیله درخواست کننده یا مطابق با استانداردهای مربوطه، باید تنظیم شوند.

برای وسایل LED چند رنگ از جمله وسایل RGB LED، هریک از رنگ‌ها با تنظیم توان کامل به تنهایی و همچنین تمام رنگ‌ها باهم با تنظیم توان کامل، باید اندازه‌گیری شود.

۲-۴-۵ لامپ‌های LED

لامپ‌های LED در شرایط آزمون استاندارد اندازه‌گیری شده و باید داده‌ها در دمای $t_{amb} = 25^{\circ}C$ گزارش شود. اگر دمای عملکردی دیگری توسط سازنده اظهار شده باشد، نتایج اندازه‌گیری در دمای داده شده، باید گزارش شود، یا یک ضریب تبدیل کننده در یک جدول یا نمودار برای آن دماها، باید فراهم شود.

۳-۴-۵ مدول‌های LED

برای مدول‌های LED بدون لوازم کنترل، درخواست کننده مشخصات لازم برای تجهیزات کمکی که قرار است استفاده شود را، باید فراهم نماید.

مدول‌های LED در شرایط آزمون استاندارد در دمای عملکردی اسمی اندازه‌گیری می‌شوند. برای اندازه‌گیری‌ها، دما با این مقدار در نقطه t_p تنظیم می‌شود. اگر در دسترس نباشد، سازنده یا درخواست کننده باید یک نقطه پایش دمایی را نشان دهد. اگر برای عملکرد صحیح مدول LED گرماگیر نیاز هست و برای مدول LED که خودش گرماگیر ندارد، می‌توان یک گرماگیر مناسب با دمای کنترل شده استفاده کرد. همچنین روش‌های درون‌یابی می‌تواند استفاده شود (به پیوست پ مراجعه شود).

یک مدول LED می‌تواند مقادیر متفاوت $t_{p,mn}$ را نشان دهد.

مولدهای نوری بدون گرماگیر، در دمای عملکردی اسمی و به روش بالا اندازه‌گیری می‌شوند.

مولدهای نوری ترکیب شده با گرماگیر(ها)، ابتدا در شرایط آزمون استاندارد در دمای $t_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ با مقدار t_p اندازه‌گیری و گزارش شده، باید اندازه‌گیری شود. سپس اندازه‌گیری‌های بیشتری در دماهای عملکردی خاص در نقطه t_p انجام گردد. اگر نقطه t_p در دسترس نباشد، درخواست کننده باید نقطه نشانگر دمایی مربوطه را نشان دهد.

۴-۴-۵ چراغ‌های LED

چراغ‌های LED در شرایط آزمون استاندارد در دمای $t_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری - t_p به کاربر نهایی چراغ LED ارتباطی ندارد و اغلب در دسترس او قرار نمی‌گیرد.

باید داده‌ها در دمای $t_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ گزارش شود. اگر یک بیشینه دما (های) محیط عملکردی اسمی، $t_{q,nn}$ ، به غیر از 25°C اظهار شود، یک ضریب تبدیل کننده باید برای این دما ارائه شود (همچنین به زیربندهای ۴-۲-۲ و ۴-۲-۱-۲ مراجعه شود). بیش از یک بیشینه دمای محیط عملکردی اسمی اظهار شده می‌تواند وجود داشته باشد.

۶ اندازه‌گیری کمیت‌های نورسنجی

۱-۶ کلیات

اندازه‌گیری کمیت‌های نورسنجی زیر توسط این استاندارد پوشش داده می‌شود:

- شار نوری کلی؛
- بهره نوری؛
- توزیع شدت نور؛ و
- درخشندگی.

روش‌های اندازه‌گیری کامل برای تمام وسایل LED ضروری است.

۲-۶ اندازه‌گیری شار نوری کلی

راهنمای عمومی برای اندازه‌گیری شار نوری در استاندارد CIE 84:1989 داده شده است.

شار نوری در یک چشمه نور با روش‌های متفاوتی می‌تواند تعیین شود. روش، بسته به کمیت‌های اندازه‌گیری دیگر (رنگ، توزیع شدت) که نیاز به اندازه‌گیری آنها هست، یا بسته به ابعاد هندسی DUT، می‌تواند انتخاب شود. روش‌های زیر قابل دستیابی هستند:

- روش الف: اندازه‌گیری با کره نورسنجی (با هدنورسنج یا اسپکترورادایومتر). برای موارد نظری مربوط به کره به زیربند ۴-۲ دستورالعمل CIE 84: 1989 مراجعه شود.

- روش ب: محاسبه از طریق توزیع شدت نور. برای مشاهده اصول محاسبه به بند ۴ دستورالعمل CIE 84: 1989 مراجعه شود. شدت‌های نور می‌تواند با انتگرال‌گیری از درخشندگی تعیین شود. به زیربند ۲-۲ دستورالعمل CIE 70: 1987 مراجعه شود.

- روش پ: محاسبه از طریق توزیع شدت روشنایی و فاصله نورسنجی. برای مشاهده اصول محاسبه به بند ۵ دستورالعمل CIE 84: 1989 مراجعه شود.

روش الف برای اندازه‌گیری لامپ‌های LED و مدول‌های LED مناسب است. شار نوری چراغ‌های LED بوسیله انتگرال‌گیری مناسب از داده‌های توزیع شدت نور یا داده‌های توزیع شدت روشنایی (روش ب یا پ)، باید تعیین شود. اگر چراغ LED در مقایسه با کره به اندازه کافی کوچک باشد، روش الف می‌تواند اعمال شود. برای اندازه‌گیری‌های شار نوری جزئی (به زیربند ۶-۳ مراجعه شود) روش ب اعمال می‌شود یا با یک فرمول مناسب، روش پ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

دو موقعیت ممکن برای نصب وسایل LED در کره نورسنجی وجود دارد:

هندسه 4π : برای تمام انواع وسایل LED، به ویژه در وسایل دارای بدون جهت، DUT معمولاً در مرکز کره در موقعیت عملکردی خاصی نصب می‌شود. اگر امکان داشته باشد، DUT در مسیری جهت‌گیری می‌شود که نور مستقیم بر روی سایه‌انداز کمینه مقدار را داشته باشد. بهتر است چشمه‌های خطی به صورتی قرار گیرند که محور آنها با خط بین هد آشکارساز و مرکز کره هم امتداد باشد. کره با شار نوری یک لامپ استاندارد که در موقعیت مشابه DUT قرار گرفته است، واسنجی می‌شود.

هندسه 2π : برای چشمه‌های LED با توزیع نیم کره‌ای یا جهت دار که گسیل به پشت (به عقب) ندارند، DUT روی دیوار کره، جایی که موقعیت عملکردی خاص DUT برآورده شود، می‌تواند نصب شود. یک سایه‌انداز کوچک، برای حفاظت هد آشکارساز از روشنایی مستقیم چشمه نور، باید استفاده شود. در این حالت، کره با شار نوری یک لامپ استاندارد با توزیع نیم کره‌ای که در موقعیت مشابه DUT قرار گرفته است، واسنجی می‌شود.

یادآوری ۱- مثال‌های از کره‌های نورسنجی با هندسه‌های 2π و 4π در شکل ۹ دستورالعمل CIE 127: 2007 در دسترس هستند.

ضریب تصحیح خود جذبی با استفاده از روش لامپ کمکی در دستورالعمل CIE 84: 1989، باید اعمال شود. مگر اینکه DUT و شار نوری استاندارد از لحاظ اندازه و مشخصات انعکاس، مشابه باشند و نشان داده شده باشد که برای ترکیب لامپ استاندارد استفاده شده و نوع DUT مورد اندازه‌گیری، تصحیح ناچیز است. برای کره اسپکتروادیومتر، اندازه‌گیری با لامپ کمکی و تصحیح خود جذبی به صورت طیفی اعمال می‌شود.

یادآوری ۲- اگر چندین DUT با مدل مشابه اندازه‌گیری می‌شوند، همان ضریب تصحیح خود جذبی در مقابل لامپ استاندارد خاص، می‌تواند استفاده شود.

تفاوت‌ها در توزیع شدت زاویه‌ای DUT و شار نوری استاندارد مرجع، باید ارزیابی شود و اگر خطاهای مرتبط قابل ملاحظه باشد، بهتر است تصحیح شود.

۳-۶ شار نوری جزئی

برای یک زاویه مخروطی خاص α ، شار نوری جزئی (به زیربند ۳-۴۰ مراجعه شود) از مجموع داده‌های توزیع شدت $I(\theta_i, \varphi_j)$ با فواصل پویش $\Delta\theta$ و $\Delta\varphi$ بدست می‌آید.

اگر یکی از نقاط اندازه‌گیری θ_k روی دقیقاً $\frac{\alpha}{2}$ بیفتد (بطور مثال $\frac{\alpha}{2} = 45^\circ$ و $\theta_i = 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, \dots$)، مجموع به صورت زیر گرفته می‌شود:

$$\Phi_\alpha = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k I(\theta_i, \varphi_j) \Omega_i \quad (۴)$$

که در آن:

$$\Omega_i = \begin{cases} \frac{2\pi}{n} \left[\cos(\theta_i) - \cos\left(\theta_i + \frac{\theta\Delta}{2}\right) \right] & \text{for } i = 1 \\ \frac{2\pi}{n} \left[\cos\left(\theta_i - \frac{\theta\Delta}{2}\right) - \cos\left(\theta_i + \frac{\theta\Delta}{2}\right) \right] & \text{for } 1 < i < k \\ \frac{2\pi}{n} \left[\cos\left(\theta_i - \frac{\theta\Delta}{2}\right) - \cos(\theta_i) \right] & \text{for } i = k \end{cases} \quad (۵)$$

n تعداد زاویه φ و k تعداد زاویه θ است.

اگر $\frac{\alpha}{2}$ دقیقاً بین دو نقطه با زاویه θ اندازه‌گیری شده واقع شود، یعنی $\frac{\alpha}{2} = \theta_k + \frac{\theta\Delta}{2}$ (برای مثال $\frac{\alpha}{2} = 45^\circ$ و $\theta_i = 40^\circ, 50^\circ, \dots$):

$$\Phi_\alpha = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k I(\theta_i, \varphi_j) \Omega_i \quad (۶)$$

که در آن:

$$\Omega_i = \begin{cases} \frac{2\pi}{n} \left[\cos(\theta_i) - \cos\left(\theta_i + \frac{\theta\Delta}{2}\right) \right] & \text{for } i = 1 \\ \frac{2\pi}{n} \left[\cos\left(\theta_i - \frac{\theta\Delta}{2}\right) - \cos\left(\theta_i + \frac{\theta\Delta}{2}\right) \right] & \text{for } 1 < i \leq k \end{cases} \quad (۷)$$

نسبت شار نوری کلی و شار جزئی از گونیوفتومتر، می‌تواند بدست آید، اگر گونیوفتومتر در یک مقدار مطلق واسنجی نشده باشد، شار نوری کلی، با یک کره نورسنجی، می‌تواند بدست آید و شار نوری جزئی با ضرب شار نوری کلی و این نسبت، می‌تواند محاسبه شود.

برای اندازه‌گیری شار نوری جزئی در زاویه مخروطی برابر 90° یا بزرگتر، بهتر است اندازه‌گیری با بازه‌های پویش 5° یا کمتر برای زاویه‌های θ (زاویه‌های γ در دستگاه مختصات C, γ) و 45° یا کمتر برای زاویه‌های φ (زاویه‌های C در دستگاه مختصات C, γ)، انجام شود. ممکن است بازه‌های زاویه کوچکتر برای DUT‌ها در کاربری‌های خاص نیاز باشد (بطور مثال چراغ‌های روشنایی خیابانی).

۴-۶ بهره نوری

بهره نوری η_v بیان شده بر حسب Lm/W با نسبت شار نوری Φ وسایل LED به توان الکتریکی P_{tot} شامل تمام اجزاء مورد نیاز برای عملکرد وسایل LED، مشخص می‌شود.

$$\eta_v = \Phi / P_{tot} \quad (۸)$$

شار نوری وسیله LED مطابق زیربند ۶-۲ اندازه‌گیری می‌شود. همانطور که درخواست کننده یا مقررات مشخص کرده، توان الکتریکی مطابق زیربند ۴-۳-۲، در ترمینال‌های وسیله LED یا برای وسایل LED نیمه یکپارچه و غیر یکپارچه اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری- اصطلاح «بهره نوری» در این استاندارد به معنی بهره یک چشمه همانطور که در ILV مشخص شده است، استفاده می‌شود.

۵-۶ توزیع شدت نور و ارائه داده‌ها

۱-۵-۶ کلیات

سیستم مختصات $CIE C_{1931}$ ، بجز در مواردی که غیر از این بیان شده، باید اعمال شود (به زیربند ۵-۳ و استاندارد EN 13032-1 مراجعه شود).

بازه زاویه‌ای بین خواننده‌های شدت در صفحات عمودی و فاصله زاویه‌ای بین صفحات عمودی مجاور، بهتر است به صورتی باشد که توزیع شدت نور بتواند با دقت ارائه شود و درون‌یابی مقادیر شدت در طول پس پردازش (محاسبات روشنایی) با یک درستی قابل قبول، امکان پذیر باشد. تعداد صفحات بهتر است همچنین با داشتن ماهیت توزیع با توجه به تقارن یا بی‌قاعدگی و با توجه به نتایج نهایی مطلوب از نتایج آزمون، تعیین شود. دستورالعمل برای گونیوفتومتری چراغ‌ها از استانداردهای کاربری روشنایی EN مربوطه گرفته شده است.

اندازه‌گیری توزیع‌های شدت نور، معمولاً با گونیوفتومترها انجام می‌شود. برای مقرراتی که به گونیوفتومترها اعمال می‌شود، به زیربند ۴-۵-۴ مراجعه شود. همچنین برای انواع گونیوفتومترها به استاندارد EN 13032-1 مراجعه شود.

۲-۵-۶ لامپ‌های LED و مدول‌های LED

توزیع شدت برای این وسایل باید بر حسب cd بیان شود.

۳-۵-۶ چراغ‌های LED

توزیع شدت برای این وسایل باید بر حسب cd بیان شود.

یادآوری ۱- برای برنامه‌های محاسباتی روشنایی، که نیازمند داده‌های توزیع شدت روشنایی بر حسب cd/Klm هستند، مقادیر توزیع روشنایی متناسب اسمی $I_{flux-normalized}$ می‌تواند با فرمول زیر محاسبه شود:

$$I_{flux-normalized} = I_{measured} \times \frac{1000}{\phi_{luminaire}} \quad (9)$$

که در آن:

$\phi_{luminaire}$ شار نوری کل خروجی چراغ LED (بر حسب لومن)؛

$I_{measured}$ شدت روشنایی اندازه‌گیری شده (بر حسب کاندلا).

شار نوری کل خروجی محاسبه شده چراغ LED، باید اظهار شود.

یادآوری ۲- در برخی موارد می‌تواند LOR برای چراغ‌های LED استفاده کننده از چشمه‌های تعویض‌پذیر (بطور مثال لامپ‌های LED)، تعیین شود. استفاده از LOR برای چراغ‌های LED با چشمه‌های نوری LED غیرقابل تعویض صرف نظر می‌شود. برای چراغ‌های LED با چشمه‌های نوری LED غیر قابل تعویض، تنها شار کلی چراغ می‌تواند اندازه‌گیری شود، که در این حالت به عنوان یک نتیجه LOR، ۱۰۰٪ است و اهمیتی ندارد.

۶-۶ شدت پرتو مرکز و زاویه‌های پرتو

توزیع‌های شدت نور باید مطابق زیربند ۶-۵ اندازه‌گیری شود. برای دستورالعمل برای مشخص کردن شدت پرتو مرکز و زاویه‌های پرتو بر اساس توزیع‌های شدت نور به استاندارد ملی شماره ۲۰۸۷۶ مراجعه شود.

برای اندازه‌گیری‌های توزیع شدت در یک گونیوفتومتر، جهت (0,0) معمولاً در جهت محور نوری طراحی شده در چشمه نور (محور مرجع مکانیکی)، محور گذرکننده از مرکز نوری و عمود بر صفحه خروج نور است، مگر اینکه غیر از این توسط تولید کننده مشخص شده باشد. در استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۸۷۶، شدت پرتو مرکز در جهت محور پرتو مشاهده (محوری که توزیع شدت روشنایی در پیرامون آن بطور قابل ملاحظه‌ای متقارن است) تعیین می‌شود و زاویه پرتو در اطراف محور پرتو نوری مشاهده بررسی می‌شود. محور مکانیکی مرجع می‌تواند برای اندازه‌گیری استفاده شود اما بررسی در اطراف محور پرتو نوری مشاهده، باید انجام گیرد. روش تعیین این محور پرتو نوری در بند ۶ استاندارد ملی به شماره ۲۰۸۷۶ توضیح داده شده است. محور مکانیکی مرجع و محور پرتو نوری مشاهده ضرورتاً برهم منطبق نیستند و این بهتر است برای بررسی زاویه پرتو به حساب آورده شود.

۶-۷ اندازه‌گیری‌های درخشندگی

برای صفحات نوری یکنواخت منطقی، اندازه‌گیری‌های زیر می‌تواند مورد توجه واقع شود:

الف- اندازه‌گیری میانگین درخشندگی تمام چراغ در یک جهت اعلام شده، یا در یک مجموعه از جهات: این روش اغلب بطور مثال برای بررسی خیرگی استفاده می‌شود. در این روش شدت روشنایی (توزیع) معمولاً با یک گونیوفتومتر اندازه‌گیری می‌شود و میانگین درخشندگی با تقسیم شدت روشنایی بر منطقه روشنایی طرح ریزی شده، محاسبه می‌شود.

ب- اندازه‌گیری «پهنه روشنایی^۱»: این روش اغلب برای بررسی غیر یکنواختی فضایی در درخشندگی چراغ‌های داخلی بزرگ استفاده می‌شود برای مشاهده جزئیات به زیربند 6.5.3 استاندارد: CIE 121: 1996 مراجعه شود. میانگین درخشندگی (های) نواحی کوچک مشخص شده در داخل ناحیه روشنایی یک چراغ، که این نواحی «پهنه روشنایی» نامیده می‌شود (تنها اندازه و شکل مشخص هستند و بوسیله یک ماسک و با باز کردن درک می‌شوند)، در جهت (های) اعلام شده اندازه‌گیری می‌شوند. این وصله‌ها در تمام سطح روشنایی چراغ پخش می‌شوند و معمولاً میانگین درخشندگی برای هر مسیر تعیین می‌شود. بیشینه و کمینه میانگین درخشندگی‌ها گزارش می‌شود. اندازه‌گیری برای هر یک با یک گونیوفتومتر که در جهت اعلام شده قرار گرفته، با استفاده از یک ماسک فیزیکی که در پیرامون کل منطقه روشنایی چراغ حرکت می‌کند (با استفاده از اصول تعریف شده در روش الف)، یا با یک درخشندگی‌سنج که میانگین درخشندگی‌های وصله‌های روشنایی در موقعیت‌های متفاوت را اندازه‌گیری می‌کند، انجام می‌شود.

اگر چشمه‌های LED و چراغ‌های LED پوشش پخش کننده نداشته باشند و به عنوان یک جمع چشمه‌های نقطه‌ای مشاهده شوند (بنابراین به صورت ترکیبی از بخش‌های نورانی و غیر نورانی در میان مرز بیرونی ظاهر می‌شوند)، روش الف بالا برای تعیین میانگین درخشندگی از شدت روشنایی در جهت مورد مشاهده و مناطق روشنایی مورد نظر (مرز بیرونی نواحی خروج نور)، غیر معتبر است. برای این گونه وسایل LED، فقط درخشندگی بخش‌های نورانی منطقه خروج نور، برای اندازه‌گیری مناسب هستند. این اندازه‌گیری‌ها، با استفاده از وسایل اندازه‌گیری درخشندگی (LMD)، یا وسایل اندازه‌گیری درخشندگی به روش تصویرسازی (ILMD)، می‌توانند انجام شود.

اگر با توجه به فضای شی مورد نظر، ILMD واسنجی شود، سطح روشنایی می‌تواند با جمع بندی روی ناحیه مورد نظر، در تمام پیکسل‌های علامت گذاری شده محاسبه شود. بهتر است الگوریتم تقسیم بین سطح روشنایی و پشت زمینه، بسته به کاربری تعیین شود (بطور مثال آستانه ثابت، آستانه تطبیقی).

الزامات دیگر برای اندازه‌گیری‌های درخشندگی تحت بررسی هستند.

۷ اندازه‌گیری کمیت‌های رنگ

۱-۷ اندازه‌گیری‌های رنگ سنجی

۱-۱-۷ مفاهیم عمومی

کمیت‌های رنگ که در این استاندارد پوشش داده شده است، موارد زیر هستند:

- مختصات رنگ؛

- دمای رنگ همبسته؛
- فاصله از مکان هندسی پلانکین^۱؛
- شاخص‌های رنگ نمایی؛ و
- یکنواختی رنگی زاویه‌ای.

در محاسبات کمیت‌های رنگ، باید استاندارد EN ISO 11664 به حساب آورده شود. برای اندازه‌گیری کمیت‌های رنگ، اسپکترورادیومترها مورد استفاده هستند. رنگ سنج‌های سه گانه معمولاً، درستی کافی را برای اندازه‌گیری رنگ مطلق ندارند. اما برای بررسی تغییرات مختصات رنگ در جهات مختلف، می‌توانند استفاده شوند.

شاخص‌های رنگ نمایی نیازمند داده‌های طیفی هستند.

مقدار کمیت‌های یی لامپ‌های LED، مدول‌های LED و چراغ‌های LED می‌توانند به صورت زاویه‌ای غیر یکنواخت باشند.

بر پایه استفاده از یکی از هندسه‌های زیر، اندازه‌گیری‌های طیفی و رنگ سنجی می‌توانند انجام شود:

الف- در طول یک جهت خاص؛

ب- به عنوان یک توزیع جهت دار با استفاده از گونیو- رنگ سنج یا تجهیزات اندازه‌گیری‌های گونیو- اسپکترورادیومتر؛

پ- به عنوان مقادیر میانگین فضایی (یعنی، از شار تابشی طیفی کلی)، با استفاده از یک کره نورسنجی یا میانگین حسابی داده‌های گونیو- اسپکترورادیومتر یا داده‌های گونیو- رنگ سنج.

برای تمام لامپ‌های LED، مولدهای نوری و چراغ‌های LED بجز مواردی که به غیر از این توسط تولید کننده یا درخواست کننده مشخص شده است، میانگین فضایی کمیت‌های رنگ، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از روش‌های زیر، میانگین فضایی کمیت‌های رنگ می‌تواند بدست آید:

(۱) اندازه‌گیری‌های کره اسپکترورادیومتر، میانگین فضایی کمیت‌های رنگ محاسبه شده از شار تابشی طیفی کل را فراهم می‌کند.

(۲) اگر داده‌های گونیو- اسپکترورادیومتر در دسترس باشند، شار تابشی طیفی کل به عنوان مبنای محاسبات میانگین فضایی کمیت‌های رنگ محاسبه می‌شود.

(۳) اگر داده‌های گونیو- رنگ سنج $X(\theta, \phi)$ ، $Y(\theta, \phi)$ و $Z(\theta, \phi)$ در دسترس باشند، مقادیر سه گانه انتگرال‌گیری شده فضایی X ، Y و Z بوسیله رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند:

1- Planckian Locus

$$X = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} X(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (10)$$

$$Y = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} Y(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (11)$$

$$Z = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} Z(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (12)$$

رنگ، دمای رنگ همبسته و کمیت‌های رنگ از مقادیر سه گانه X, Y, Z محاسبه می‌شوند. اگر x, y رنگ و شدت روشنایی در هر زاویه در دسترس باشند، می‌توان آنها را با اعمال این روش به X, Y, Z تبدیل کرد. شاخص‌های رنگ نمایی تنها می‌تواند از هریک از روش ۱ یا ۲ استنتاج شود. مختصات رنگ (x, y) و/یا (\bar{u}, \bar{v}) مطابق استاندارد CIE 15 محاسبه می‌شوند.

۲-۱-۷ دمای رنگ همبسته (چشمه‌های نور LED سفید)

رنگ می‌تواند همچنین به وسیله دمای رنگ همبسته (T_{cp}) و کمیت D_{uv} بیان شود. دمای رنگ همبسته مطابق استاندارد CIE 15 محاسبه می‌شود. D_{uv} فاصله علامت‌دار از مکان هندسی پلانکین در نمودار $CIE(\bar{u}, \frac{2}{3}\bar{v})$ است، که برای بالای مکان هندسی پلانکین مثبت و برای پایین آن منفی است.

۳-۱-۷ شاخص‌های رنگ نمایی (چشمه‌های نور LED سفید)

محاسبه شاخص‌های رنگ نمایی باید مطابق استاندارد CIE 13.3 انجام شود.

۴-۱-۷ یکنواختی رنگ زاویه‌ای

یکنواختی زاویه‌ای رنگ به عنوان بزرگترین انحراف رنگ‌پذیری (\bar{u}, \bar{v}) یک وسیله LED گسیل یافته در جهات مختلف، از میانگین فضایی رنگ (\bar{u}_a, \bar{v}_a) محاسبه شده با رابطه زیر، اندازه‌گیری می‌شود:

$$\Delta_{\bar{u}, \bar{v}} = \sqrt{(\bar{u} - \bar{u}_a)^2 - (\bar{v} - \bar{v}_a)^2} \quad (13)$$

مختصات رنگ (\bar{u}, \bar{v}) با یک گونیو-رنگ سنج یا گونیو-اسپکترورادیومتر در یک گستره زاویه‌ای عمودی برابر 10° یا کمتر ($2/5^\circ$ پیشنهاد می‌شود)، و یک گستره زاویه‌ای افقی برابر 90° یا کمتر ($22/5^\circ$ پیشنهاد می‌شود)، اندازه‌گیری می‌شود. برای لامپ‌های دارای بازتابنده، باید افزایش زاویه برابر یک دهم زاویه پرتو یا کمتر باشد (قطر مخروط زاویه گسیل بیشتر از یک دوم بیشینه شدت)، اما بیشتر از 10° نباشد. داده‌ها در نقاط زاویه‌ای، جایی که شدت روشنایی کمتر از ۱۰٪ بیشینه شدت است (مگر به صورتی دیگر در استانداردهای محصول مربوطه مشخص شده باشد)، باید در محاسبات صرف نظر شود.

رنگ‌پذیری میانگین (\bar{u}_a, \bar{v}_a) برای این محاسبات از نقاط اندازه‌گیری گونیو-رنگ سنج توضیح داده شده در بالا، با استفاده از روش‌های محاسبه در زیربند ۷-۱-۱ (۳) بدست می‌آید و از یک سیستم اندازه‌گیری متفاوت (بطور مثال کره اسپکترورادیومتر) بدست نمی‌آید. اگر داده‌ها از یک سیستم اندازه‌گیری متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند تعدادی خطا وجود داشته باشد، چرا که نقاط شدت پایین، ممکن است

در نتایج دیگر لحاظ شده باشد. همچنین دقت در اندازه‌گیری مختصات رنگ برای این یکنواختی رنگ زاویه‌ای، به اندازه‌ای که برای اندازه‌گیری مختصات رنگ DUT توضیح داده شده در زیربند ۷-۱-۱ مهم بود، اهمیت ندارد.

یادآوری- راهنمایی عمومی برای مشخصات تفاوت رنگ چشمه نور در CIE TN 001:2014، در دسترس است.

۸ عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری

۸-۱ کلیات

عدم قطعیت مطابق استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 و مکمل‌های آن، باید ارزیابی گردد. همچنین راهنما در CIE 198 در دسترس هست.

برای تمام کمیت‌های مورد اندازه‌گیری عدم قطعیت گسترش یافته، باید داده شود و برای یک سطح اطمینان ۹۵٪ بیان شود. عدم قطعیت گسترش یافته با حداکثر دو رقم معنی‌دار اظهار می‌شود.

برای اهداف آزمون، هر گزارش آزمون می‌تواند مقادیر عدم قطعیت را برای یک محصول نوعی از انواع مشابه، که توزیع‌های طیفی و توزیع‌های شدت مشابه DUT دارد، گزارش دهد (به یادآوری مراجعه شود). در این حالت، نوع محصول استفاده شده در بودجه بندی عدم قطعیت، باید در گزارش آزمون اعلام شود (به یادآوری مراجعه شود). آزمایشگاه‌ها باید یک بودجه بندی عدم قطعیت دقیقی برای انواع مشابهی از محصولات داشته باشند و هنگام درخواست در دسترس قرار دهند. اگر این چنین بودجه بندی عدم قطعیتی برای یک بازه از محصولات (بطور مثال با CCT از ۲۷۰۰ K تا ۴۰۰۰ K) ایجاد شود، بزرگترین مقدار عدم قطعیت در داخل بازه، باید اعلام شود.

یادآوری- در این زمینه، اگر خواص زیر با DUT مشابه باشند، محصولات می‌توانند هم نوع در نظر گرفته شوند: نوع فسفر یا نوع RGB(A)، شکل هندسی مشابه (بطور مثال نوع فشرده یا لوله‌ای برای لامپ‌ها)، توزیع‌های شدت مشابه، جهت‌دار بودن یا غیرجهت‌دار بودن (زاویه پرتو بین ۵۰٪ + و ۲۵٪- مقدار DUT) CCT بین ۱۵٪± مقدار CCT در DUT.

یک بیانیه به عنوان مثال که در گزارش آزمون می‌توان نوشت در این جا آورده شده است، «مقادیر عدم قطعیت بیان شده در این گزارش آزمون برای همان نوع از محصولات لامپ LED نوع فسفری (فشرده)، جهت‌دار (زاویه پرتو ۶۰°) و CCT برابر ۳۵۰۰ K می‌باشند». اگر نوع DUT با گروه بندی فهرست شده در یادآوری انطباق نداشت، بهتر است، نوع محصول بطور مشخص توضیح داده شود.

زمانی که تصحیح‌ها در نتایج اندازه‌گیری اعمال می‌شود، تصحیح همواره باید ویژگی‌های DUT (یا همان مدل محصول) را استفاده کند و نه محصول با نوع مشابه را.

بدلائل عملی، معمولاً تخمین زدن یا اندازه‌گیری تأثیر تکرارپذیری DUT، بین موقعیت‌های متفاوت راه‌اندازی با حالت سرد ممکن نیست، با این وجود، این اطلاعات باید با بررسی نوع معلوم باشد و در ارزیابی

عدم قطعیت لحاظ شود. این مساله که این پارامترها از داده‌های خاص نوعی یا از اندازه‌گیری‌های DUT تکی تخمین زده شده‌اند، باید در بودجه بندی عدم قطعیت ذکر شود.

برای توزیع‌های شدت روشنایی، عدم قطعیت اندازه‌گیری باید حداقل در جهتی که نماینده جایی می‌باشد که شدت روشنایی نسبتاً مسطح است، گزارش شود. عدم قطعیت تنظیمات زاویه‌ای (شامل چیدمانی از DUT در گونیومتر) یا اندازه‌گیری‌ها، باید به صورت جداگانه گزارش شود.

برای توزیع‌های روشنایی، عدم قطعیت اندازه‌گیری در یک نقطه نماینده جایی که توزیع روشنایی نسبتاً مسطح است، باید گزارش شود.

۸-۲ دستورالعمل برای بودجه‌های عدم قطعیت اندازه‌گیری

اجزاء رایج در عدم قطعیت برای اندازه‌گیری وسایل LED به صورت زیر فهرست شده است.

۸-۲-۱ پارامترهای مشترک در تمام اندازه‌گیری‌ها

دست کم سهم‌های زیر، باید مورد نظر واقع شوند:

- تنظیمات دما و عدم قطعیت در اندازه‌گیری دما؛
 - تنظیمات الکتریکی و عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌های الکتریکی (منبع تغذیه، دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی)؛
 - نوسان در نور خروجی DUT (اگر قابل توجه باشد)؛
 - استاندارد واسنجی (گواهی واسنجی)؛
 - عملکرد استاندارد واسنجی (کارکردگی، اندازه‌گیری‌های الکتریکی، فرایندهای واسنجی)؛
 - خطی بودن وسایل اندازه‌گیری؛
 - قابلیت تجدید پذیری و تکرار پذیری (در صورت امکان اگر در یک DUT خاص بررسی نشده، می‌توان از مقدار پیش فرض برای تجهیزات و نوع وسایل عمومی، استفاده کرد).
- برای تمام اندازه‌گیری‌ها، نه تنها سهم مربوط به دستگاه و روش‌های اندازه‌گیری، بلکه سهم مشخصات DUT خاص (یا نوع مشابه) نیز، باید به حساب آورده شود.

۸-۲-۲ شار نوری

علاوه بر ۸-۲-۱، دست کم سهم‌های زیر باید در نظر گرفته شود (جایی که مناسب باشد) :

اندازه‌گیری (بسته به روش)

الف - گونیوفتومتر:

- سطوح آینه‌ها و اثرات قطبی‌نمایی؛
- بازتاب طیفی آینه(ها)؛
- نور ناخواسته (فضایی)؛
- درستی موقعیت یابی؛
- تطابق طیفی (آشکار ساز+ آینه، توزیع‌های توان طیفی متفاوت استاندارد واسنجی و DUT)؛
- منطقه مورد پذیرش آشکارساز؛
- پاسخ کسینوسی (انگزال روشنایی)؛
- عدم قطعیت فاصله نورسنجی اگر هدنورسنج برای پاسخ‌دهی روشنایی واسنجی شده است؛
- عدم قطعیت مقدار بازتاب از آینه اگر آن استفاده می‌شود، اگر هدنورسنج برای پاسخ‌دهی روشنایی واسنجی شده است.

ب - کره نورسنج:

- خود جذبی؛
- رفتار حرارتی؛
- غیریکنواختی فضایی پاسخ‌دهی کره؛
- بارتاب کره؛ (تأثیر در تطابق طیفی)
- تطابق طیفی (آشکارساز+ کره، توزیع‌های توان طیفی متفاوت استاندارد و DUT)؛
- تکرارپذیری مکانیکی هنگامی که کره باز و بسته می‌شود؛
- پایداری در پاسخ‌دهی کره در طول دوره زمانی تا واسنجی مجدد؛
- پاسخ کسینوسی هدنورسنج؛
- اثرات فلورسانس ناشی از پوشش کره.

پ - کره اسپکترو رادیومتر:

- خود جذبی؛
- رفتار حرارتی؛

- غیر یکنواختی فضایی پاسخ‌دهی کره؛
 - بارتاب کره؛
 - درستی طول موج؛
 - نور ناخواسته در اسپکترورادایومتر؛
 - باند گذر اسپکترورادایومتر؛
 - پاسخ کسینوسی کانال‌های ورودی اسپکترورادایومتر؛
 - تکرار پذیری مکانیکی هنگامی که کره باز و بسته می‌شود؛
 - پایداری در پاسخ‌دهی کره در طول دوره تا واسنجی مجدد؛
 - اثرات فلورسانس ناشی از پوشش کره.
- ت - گونیو اسپکترو رادیومتر:
- سطوح آینه‌ها و اثرات قطبی نمایی؛
 - انعکاس طیفی آینه؛
 - نور ناخواسته (فضایی)؛
 - درستی موقعیت یابی؛
 - منطقه مورد پذیرش آشکارساز؛
 - پاسخ کسینوسی (انتگرال روشنایی)؛
 - درستی طول موج؛
 - نور ناخواسته در اسپکترورادایومتر؛
 - باندگذر اسپکترورادایومتر؛
 - عدم قطعیت در فاصله نورسنجی اگر اسپکترورادایومتر با یک تابش طیفی استاندارد واسنجی شود؛
 - عدم قطعیت در بازتاب طیفی از آینه اگر آن استفاده می‌شود، اگر اسپکترورادایومتر با یک تابش طیفی استاندارد واسنجی شود.

۳-۲-۸ شدت روشنایی و درخشندگی

مشابه پارامترهای زیربند ۲-۲-۸ باید در نظر گرفته شود.

۴-۲-۸ پارامترهای رنگ

شامل مختصات رنگ سنجی، دمای رنگ همبسته و شاخص‌های رنگ نمایی می‌باشد.

علاوه بر زیربند ۸-۲-۱ دست کم سهم‌های زیر، باید در نظر گرفته شود:

- همبستگی به دلیل عدم قطعیت دمای رنگ در منابع واسنجی؛

- نور ناخواسته در اسپکترورادیومتر؛

- پهنای باند (تأثیر، تصحیح)؛

- درستی طول موج؛

- بازه دینامیکی در روی بازه طیفی.

۸-۲-۵ توان الکتریکی

علاوه بر زیربند ۸-۲-۱ دست کم سهم‌های زیر باید در نظر گرفته شود:

- پهنای باند در وات متر AC (تأثیر، تصحیح)؛

- امپدانس ورودی وات متر AC.

۸-۲-۶ بهره نوری

بهتر است همبستگی بین مقدار شار نوری و اندازه‌گیری توان الکتریکی، به منظور کاهش عدم قطعیت اندازه‌گیری مرتبط، به حساب آورده شود. بطور مثال، اگر جریان تغذیه هم روی شار نوری خروجی و هم توان الکتریکی DUT در جهت مشابه و پاسخ‌دهی یکسان تأثیر بگذارد، عدم قطعیت بهره نوری برای این مولفه لغو خواهد شد.

۹ ارائه نتایج آزمون

۹-۱ گزارش آزمون

۹-۱-۱ مقدمه

فهرست زیر بعنوان یک راهنما، برای اطلاعاتی شامل اندازه‌گیری‌های نورسنجی/رنگ سنجی وسایل LED است، که بهتر است در گزارش آزمون گنجانده شود.

در گزارش آزمون هر بازه رواداری و الزامات خاصی را که توسط آزمایشگاه برآورده نشده است، با شرایط واقعی مورد استفاده، در صورت کاربرد، و این واقعیت که نتایج برای شرایط آزمون استاندارد تصحیح شده است، باید گزارش شود.

۹-۱-۲ اطلاعات عمومی

بهتر است اطلاعات زیر فراهم شود:

- آزمایشگاه آزمون کننده و آدرس، شماره گزارش و تاریخ آن؛
- مشخصات درخواست کننده؛
- تاریخ (های) آزمون و انواع آزمون: عنوان توصیفی به منظور نشان دادن آنچه که اندازه‌گیری شده است؛
- معرفی مدارک پیوست شده.

۹-۱-۳ اطلاعات وسیله (های) تحت آزمون

توضیحات مربوط به DUT:

- شماره شناسایی DUT؛
- در صورت امکان، نام تولید کننده، نوع، شماره مدل، مقادیر اسمی پارامترهای الکتریکی، مقادیر اسمی شار نوری، CCT، CRI، ناحیه روشنایی DUT و ابعاد مربوطه؛
- توصیف DUT که شامل اجزاء اپتیکی آن از جمله شکننده‌های نور، بارتابنده‌ها و غیره، با یک گزینه که شامل تصویر DUT می‌شود؛
- اطلاعات ضروری دیگر (از جمله روش انتخاب نمونه اگر آن یک آزمون نوعی است)؛
- برای مدول‌های LED، بیشینه دمای عملکردی اسمی، $t_{p,nn}$ ، توصیف گرماگیر اضافه شده اگر استفاده شده است؛
- برای چراغ‌های LED، بیشینه دمای محیط عملکردی اسمی، $t_{q,nn}$ ، اگر اظهار شده باشد؛
- برای چراغ‌های LED دارای چشمه‌های LED تعویض پذیر، تعداد لامپ‌های LED یا مدول‌های LED، و در صورت امکان توصیف مشخصات ثابتی لامپ‌های LED و مدول‌های LED از جمله نام سازنده، نوع، شماره مدل، ویژگی‌های الکتریکی اسمی، بیشینه دمای عملکردی اسمی، $t_{p,nn}$ ، شار نوری اسمی، CCT اسمی و CRI اسمی.

توصیف تجهیزات کمکی (لوازم کنترل LED، منبع تغذیه) برای وسایل نیمه یکپارچه و غیر یکپارچه:

- نام سازنده، نوع، مدل (شماره سریال اگر در دسترس باشد)؛
- ویژگی‌های الکتریکی اسمی.

۹-۱-۴ اطلاعاتی در مورد روش آزمون

بهتر است، اطلاعات زیر فراهم شود:

- توصیف کوتاهی از روش نورسنجی و تجهیزات مورد استفاده؛
- برای یک گونیوفتومتر، نوع و فاصله نورسنجی؛
- برای یک کره، قطر، هندسه 2π یا 4π ؛
- کره نورسنج یا کره اسپکترورادایومتر؛
- گونیوفتومتر یا گونیواسپکترورادایومتر.
- مرجع در شرایط آزمون استاندارد در این استاندارد یا شرایط خدمات خاص؛
- موقعیت عملکردی DUT
- برای توزیع شدت در چراغ‌ها، گرایش و کجی DUT در حین اندازه‌گیری (به استاندارد EN 13032-1 مراجعه شود)، موقعیت نسبی دستگاه مختصات و مرکز نورسنجی DUT؛
- دمای محیط آزمون، ولتاژ آزمون و فرکانس؛
- زمان پایدار سازی و زمان کارکردگی؛
- ردیابی و مرجع‌ها برای گواهی نامه‌های واسنجی در استاندارد برای کمیت‌های نورسنجی و رنگ سنجی در صورت امکان (اسپکترورادایومتر).
- مشخصات واضح تمام تجهیزات مورد استفاده در اندازه‌گیری، در صورت درخواست باید در دسترس قرار گیرد.

۹-۱-۵ داده‌های نورسنجی و/یا رنگ سنجی

داده‌های نورسنجی و/یا رنگ سنجی ارائه شده در گزارش آزمون، به وسیله (های) خاص تحت آزمون مربوط می‌شود. گزارش باید شامل تمام اندازه‌گیری‌های مفید مرتبط، الکتریکی، دمای سطوح و دمای محیطی باشد. عدم قطعیت اندازه‌گیری ارزیابی شده مطابق بند ۸، باید گزارش شود.

اگر مقادیر عدم قطعیت برای یک محصول نوعی در یک نوع مشابه، اعلام شده است، در گزارش آزمون نوع محصول مورد استفاده در بودجه بندی عدم قطعیت، باید اعلام شود (به بند ۸ مراجعه شود).

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

راهنمای کاربری این استاندارد

الف-۱ کلیات

این استاندارد به گونه‌ای طراحی شده است که آزمایشگاه‌ها می‌توانند پیرو این روش‌ها، آزمون‌های تجدید پذیر و دقیق رنگ سنجی و نورسنجی بر روی محصولات اپتیکی LED را انجام دهند.

به منظور دست یابی به این امر، DUT مطابق شرایط آزمون استاندارد، آزمون می‌شوند. هر شرط آزمون استاندارد یک مقدار تنظیمی و یک بازه رواداری را شامل می‌شود (به پایین صفحه مراجعه شود). انجام اندازه‌گیری‌ها، دقیقاً در مقدار تنظیمی، ایده‌آل خواهد بود، اما به صورت معمول امکان پذیر نیست و بنابراین، نیاز است که شرایط آزمون در داخل بازه رواداری قرار گیرد. بنابراین برای بهترین حالت، در جایی که امکان پذیر و عملی است، نتایج اندازه‌گیری به مقدار تنظیمی شرایط استاندارد تصحیح شوند. اگر گستره رواداری برآورده می‌شود تصحیح به شرایط آزمون استاندارد اجباری نیست، اما بسیار توصیه می‌شود.

مثال ۱ - در طول یک آزمون، دمای محیط به جای $25/0^{\circ}\text{C}$ برابر با $25/5^{\circ}\text{C}$ است. و عدم قطعیت اندازه‌گیری دمای محیط $0/2^{\circ}\text{C}$ است. این شرایط الزامات رواداری را برآورده می‌کند، و می‌تواند تصمیم‌گیری شود که تصحیح انجام نگیرد و بجای آن در بودجه بندی عدم قطعیت، یک سهم عدم قطعیت $0/7^{\circ}\text{C}$ برای دما اضافه شود ($0/5^{\circ}\text{C}$ برای انحراف و $0/2^{\circ}\text{C}$ برای عدم قطعیت در واسنجی دماسنج). اما، اگر عدم قطعیت اندازه‌گیری، می‌بایست کاهش پیدا کند، برای تصحیح نتایج در مقدار اندازه‌گیری شده در دمای $25/5^{\circ}\text{C}$ به آنچه که در دمای $25/0^{\circ}\text{C}$ باید باشد، می‌تواند یک آزمون اضافی کم اهمیت انجام شود.

اگر هریک از شرایط آزمون، خارج از بازه رواداری متناظر قرار بگیرد، باید یک آزمون تصحیح اضافی برای تصحیح مقدار به سمت شرط آزمون استاندارد، انجام گیرد.

مثال ۲ - آزمون کره نورسنجی با ولتاژ تغذیه 230 V AC انجام می‌گیرد، اما به دلیل تفکیک پذیری تنظیمات منبع تغذیه ولتاژ نمی‌تواند بین $229/4\text{ V}$ و $230/6\text{ V}$ تنظیم شود و عدم قطعیت اندازه‌گیری ولتاژ $0/2\%$ است. در این حالت بازه رواداری برآورده نمی‌شود. در این حالت، آزمون می‌تواند در هر دو ولتاژ $229/4\text{ V}$ و $230/6\text{ V}$ انجام و سپس نتیجه برای 230 V با درون‌یابی مشخص شود.

در پیوست ت مثال‌هایی از تخمین‌های عدم قطعیت با اجزاء عدم قطعیتی که احتمالاً هنگام انجام اندازه‌گیری‌های نورسنجی محصولات LED با آنها مواجه می‌شویم، آورده شده است.

با توجه به درخواست‌های روز به روز آزمون، اگر شرایط آزمون برآورده شود، تصحیحات آزمون بطور معمول انجام نمی‌شود، یا فقط چند تصحیح از جمله تصحیح عدم تطابق طیفی و تصحیح دمای محیط، انجام می‌شود. اما به منظور واسنجی یا انجام آزمون برای مقادیر اسمی (به پیوست ت مراجعه شود)، آزمایشگاه به

منظور کاهش عدم قطعیت و در نتیجه افزایش اطمینان به نتایج آزمون، می‌تواند زمان طولانی‌تر و انجام تصحیحات بیشتر را انتخاب کند.

داشتن مستندات برای قضاوت هر تغییر در اجزاء عدم قطعیت، خیلی مهم است. این می‌تواند به شکل گواهی نامه‌های واسنجی، داده برگ‌های نشر محاسبات یا سایر شواهد تجربی باشد.

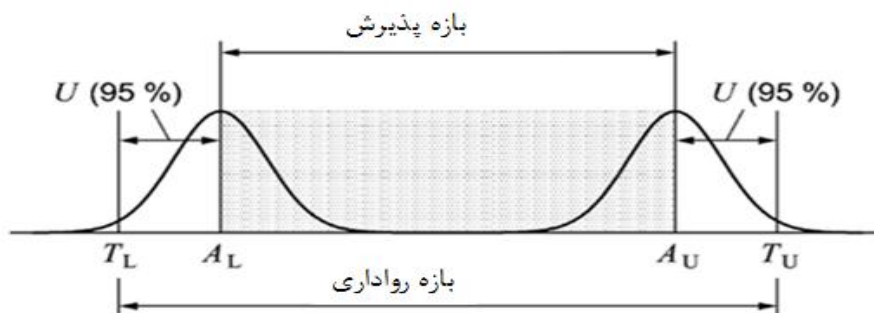
آزمایشگاه ممکن است مایل به استفاده از بودجه بندی عدم قطعیتی باشد که برای همه آزمون‌هایش مشترک بوده و با لحاظ تجهیزات مورد استفاده در واسنجی سیستم و انجام اندازه‌گیری‌ها، از آن بعنوان بودجه بندی عدم قطعیت پیش فرض خود، استفاده کند. سپس برای هر نوع محصول متفاوت، یک داده برگ نشر جداگانه بر اساس داده برگ نشر پیش فرض، می‌تواند ایجاد نماید و مقادیر ویژه آزمون از جمله پایداری DUT و خطاهای عدم تطابق طیفی یا مقادیر ویژه نوعی را به حساب آورد.

یادآوری- یک بودجه بندی عدم قطعیت پیش فرض که تمام آزمون‌ها را پوشش دهد، به صورت معمول دارای عدم قطعیت بالاتری نسبت به بودجه بندی عدم قطعیت ویژه آزمون خواهد بود، زیرا نیاز خواهد بود فواصل به سمت بدترین شرایط افزایش یابد، در حالی که بودجه بندی عدم قطعیت ویژه آزمون، فواصل ویژه‌ی DUT را خواهد داشت.

استاندارد، همچنین استفاده از تکنیک‌های اندازه‌گیری جدید را مجاز می‌داند، در حالیکه الزامات خاص هنوز مورد توجه هستند. در این حالت، علاوه بر بررسی دقیق روش و عدم قطعیت‌های مربوطه، نیاز است که اعتبار بخشی روش، بوسیله مقایسه با روش‌های به خوبی پذیرفته شده آزمون‌ها، انجام شود. در حقیقت، برای تمام روش‌های آزمون، از جمله روش‌های جدید یا شناخته شده، اعتبار بخشی با مقایسات بین آزمایشگاهی توصیه می‌شود، که آن به آزمایشگاه برای تشخیص خطاهای سیستمی ناشناخته، از جمله ضریب واسنجی نادرست معرفی شده در نرم افزارهای اندازه‌گیری، کمک می‌کند.

الف- ۲ بازه رواداری

در این استاندارد، اصطلاح «بازه رواداری» به عنوان یک تعریف آنچنان که در ISO/IEC Guide 98-4 معرفی شده، شرح داده شده است. بازه رواداری یک بازه قابل پذیرش در مقادیر درست پارامتر است (نه بازه مربوط به خواننده‌های ابزار). بنابراین، برای اطمینان از اینکه این الزامات برآورده می‌شوند، نیاز است که عدم قطعیت در اندازه‌گیری پارامترها به حساب آورده شود.



شکل الف- ۱- بازه رواداری و بازه پذیرش

برای اطمینان از اینکه مقدار درست پارامتر در بازه رواداری با سطح اطمینان ۹۵٪ است، بازه پذیرش برای خواننده‌های ابزار اندازه‌گیری پارامتر در ابزار باید در یک بازه کوچکتر از بازه رواداری، کاهش یافته روی هر دو حد رواداری، توسط عدم قطعیت گسترش یافته در اندازه‌گیری پارامتر (با سطح اطمینان ۹۵٪)، قرار گیرد. همانطور که در شکل الف - ۱ نشان داده شده است، این بازه قابل قبول برای خواننده‌ها در ابزار «بازه پذیرش» نامیده می‌شود.

برای مثال، در این استاندارد بازه رواداری برای دمای محیط $1,2^{\circ}\text{C} \pm$ است، و اگر عدم قطعیت گسترش یافته در اندازه‌گیری دماسنج ($k=2$) برابر $0,2^{\circ}\text{C}$ باشد، بازه پذیرش برابر $1,0^{\circ}\text{C} \pm$ می‌باشد. بنابراین خواننده‌های دماسنج باید در $1,0^{\circ}\text{C} \pm$ مقادیر تنظیمی قرار بگیرد.

در برخی از روش‌های دیگر آزمون که قبلاً انتشار یافته است، رواداری تهیه شده و به عنوان بازه پذیرش استفاده شده است، اگرچه به صورت صریح تعریف نشده بود، اما در عین حال، عدم قطعیت ابزار در اندازه‌گیری پارامتر رواداری مشخص شده بود. بطور مثال، «رواداری دمای محیط، $1,0^{\circ}\text{C} \pm$ » و «عدم قطعیت دماسنج $> 0,2^{\circ}\text{C}$ ». این الزامات اساساً یکسان و سازگار با بازه رواداری $1,2^{\circ}\text{C} \pm$ است، که در این استاندارد با فرض اینکه سهم‌های اضافی عدم قطعیت در اندازه‌گیری پارامترها، قابل چشم‌پوشی هستند، مشخص می‌شود.

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

نور ناخواسته - جلوگیری از ورود نورهای ناخواسته در یک گونیوفتومتر

نور ناخواسته (در یک گونیوفتومتر) هر نوری است که به دریچه ورودی هدنورسنج می‌رسد، به غیر از نورهایی که به صورت مستقیم از چشمه نور یا از طریق بازتابنده‌های در نظر گرفته شده برای اندازه‌گیری، به این دریچه می‌رسد. این می‌تواند به دلیل بازتاب از دیوارها، سقف، کف یا قسمت‌های دیگر DUT یا ابزار یا در به دلیل سایر چشمه‌های نوری باشد.

دریچه ورودی هدنورسنج باید حفاظت شود، بطوری که تا حد امکان تنها DUT و در صورت مناسب بودن سطح پایینی تخته نصب مشاهده شود. جایی که یک گونیوفتومتر آینه استفاده می‌شود، دریچه ورودی هدنورسنج باید برای تنها دیدن تصویر DUT حفاظت شود، و بنابراین از هیچ قسمت خود DUT نور مستقیمی نمی‌رسد.

تمام سطوح، بغیر از DUT (یا آینه)، که بوسیله دریچه ورودی هدنورسنج دیده می‌شوند، شامل لبه‌های خم شده آینه‌ها، باید با پوشش سیاه مات پوشانده شود. بهتر است، توجه شود که خیلی از رنگ‌های سیاه مات دارای یک ضریب درخشندگی در نزدیکی عمود بر سطح به بزرگی 4% و بیشتر در زاویه بین برخورد تابش به صفحه و خود صفحه، می‌باشد.

صفحات جلوگیری کننده، بهتر است به صورتی چیدمان شود که نور ناخواسته از DUT تنها بعد از دو بازتابش یا بیشتر از سطوح سیاه، بتواند به دریچه ورودی هدنورسنج برسد. جایی که این امکان پذیر نیست، بهتر است سطوح با یک ماده غیر بازتابنده، بطور مثال مخمل سیاه یا فرش سیاه، پوشانده شود. برای کمینه کردن بازتاب‌ها روی دریچه ورودی هدنورسنج، هر سطح از جمله لبه‌های صفحات جلوگیری کننده که موازی با محورها در DUT/دریچه ورودی هدنورسنج می‌باشد، بهتر است شیاردار، زاویه‌دار یا به لبه‌های تیز پخ شود. پس زمینه دید DUT از هدنورسنج، باید سیاه مات باشد. این می‌تواند شامل کف و سقف باشد. مابقی اتاق می‌تواند با رنگ روشن‌تر پوشش داده شود، بطوری که اقدامات احتیاطی برای از بین بردن نور ناخواسته انجام شود.

مسیرهای ممکن نورهای ناخواسته، که توصیه می‌شود نادیده گرفته نشوند، عبارتند از:

الف - DUT - سطح سیاه شده (بطور مثال کف یا صفحه جلوگیری کننده^۱) - آینه - دریچه ورودی هدنورسنج؛

ب- DUT - سطح سیاه شده (بطور مثال کف یا صفحه جلوگیری کننده) - DUT - آینه - دریچه ورودی هدنورسنج؛

ج - DUT - آینه - DUT - آینه - دریچه ورودی هدنورسنج.

نور ناخواسته‌ای که قابل حذف نیستند، بهتر است اندازه‌گیری شوند، و از خواننده‌ها با در نظر گرفتن تغییرات نورهای ناخواسته با موقعیت DUT، کسر شود. مقدار نور ناخواسته حاصل ممکن است به سختی اندازه‌گیری شود. برای مثال، هر صفحه جلوگیری کننده قرار گرفته بین DUT و دریچه ورودی هدنورسنج، ممکن است مسیر نورهای ناخواسته از آینه به سمت دریچه ورودی هدنورسنج را، حفاظت کند.

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

شرایط عملی آزمایشگاهی

پ-۱ ضریب‌های تصحیح

پ-۱-۱ ضریب‌های تصحیح اندازه‌گیری

هنگامی که شرایط اندازه‌گیری در آزمایشگاه مطابق شرایط آزمون استاندارد نمی‌باشد، یا هنگامی که عدم قطعیت باید کاهش داده شود، ضریب‌های تصحیح اندازه‌گیری اعمال می‌گردد. به منظور تصحیح تفاوت در شرایط عملکردی (بطور مثال، تفاوت در دمای محیط، تفاوت در دمای عملکردی t_p و موقعیت عملکردی و غیره)، این ضریب‌ها به صورت مستقیم به مقادیر اندازه‌گیری شده اعمال می‌شوند.

اگر تنها دمای محیط یا دمای عملکردی اندازه‌گیری شده، t_p ، تفاوت کند، نتایج اندازه‌گیری (همانطور که در بند ۴ خواسته شد) باید براساس مشخصات وابسته به دما در یک DUT خاص و دمای واقعی تصحیح شود (به زیربند پ-۳ مراجعه شود).

اگر موقعیت نصب یک DUT در کره نورسنجی یا یک گونیوفتومتر (بطور مثال، حرکت دورانی حول محور افقی گونیوفتومتر) با مکان عملکردی استاندارد متفاوت باشد و بر شار نوری اثر گذارد، تصحیح مقادیر اندازه‌گیری ضروری است. نتایج اندازه‌گیری (همانطور که در بند ۴ خواسته شد) باید براساس مشخصات وابسته به موقعیت عملکردی یک DUT خاص و موقعیت واقعی مورد استفاده تصحیح شود. تا زمانی که هدنورسنج جهت و فاصله‌اش تا چشمه نور را در حین حرکت تغییر ندهد، بطوری که تغییرات شار نوری ناشی از تغییر موقعیت عملکردی، منجر به یک جریان نوری متناسب شود، این می‌تواند با یک نورسنج کمکی مشخص شود.

خطاهای دیگر در مقادیر روشنایی اندازه‌گیری شده، می‌تواند به دلیل متفاوت بودن توزیع طیفی ویژه DUT از توزیع طیفی لامپ استاندارد مورد استفاده در واسنجی نورسنج باشد. اگر توزیع طیفی ویژه شناخته شود، ضریب تصحیح عدم تطابق طیفی، بهتر است اعمال شود (به زیربند پ-۳-۵ مراجعه شود).

پ-۱-۲ ضریب‌های تبدیل کننده

ضریب‌های تبدیل کننده هنگامی که شرایط به صورت عمدی با شرایط آزمون استاندارد متفاوت است، اعمال می‌شود. این ضریب‌ها اغلب از نورسنجی نسبی استنتاج می‌شود و ممکن است به دماهای محیطی متفاوت، دماهای عملکردی متفاوت t_p ، مشخصات الکتریکی متفاوت یا موقعیت‌های عملکردی متفاوت، مربوط باشد.

زمانی که نتایج اندازه‌گیری برای شرایط آزمون استاندارد، گزارش می‌شود، این ضریب‌ها معمولاً با جداول یا نمودارهای جداگانه داده می‌شود.

پ-۲ ضریب‌های حساسیت

اگر شرایط عملی آزمایشگاهی با شرایط آزمون استاندارد متفاوت باشد، خطایی در مقادیر اندازه‌گیری (کمیت خروجی) معرفی خواهد شد. این خطا به حساسیت کمیت خروجی به پارامترهای مختلف مؤثر، وابسته است. کمیت اندازه‌گیری شده Y (از جمله شار نوری، شدت روشنایی،...)، به تعداد زیادی از پارامترهای مؤثر X_1, X_2, \dots (از جمله، دمای محیطی، جریان الکتریکی) وابسته است. این می‌تواند به عنوان یک مدل ارزیابی به صورت فرمول زیر، بیان شود:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots) \quad (پ-۱)$$

بنابراین تعیین مقدار تأثیر یک پارامتر خاص X_i از طریق ضریب حساسیت c_i ، امکان‌پذیر است:

$$c_i = \frac{\partial F}{\partial X_i} \quad (پ-۲)$$

برای توضیح جزئیات بیشتر به استاندارد CIE 198-2011، مراجعه شود.

به دلیل تنوع زیاد در مشخصات محصولات LED، فراهم نمودن مقادیر عمومی مشکل است. بر اساس دانش امروزی، مقادیر نوعی برای تعدادی از ضریب‌های حساسیت در زیربند پ-۳ داده شده است. با این حال، اگر امکان‌پذیر باشد، بهتر است اعتبار این مقادیر برای DUT، بررسی شود.

پ-۳ ضریب‌های حساسیت نوعی و بازه‌های رواداری

پ-۳-۱ کلیات

مقادیر نوعی زیر برای محصولات LED داده شده است. به عنوان مثال، رواداری‌ها، طوری تعیین شده‌اند که سهم خطای یک کمیت مؤثر ویژه، کوچکتر از $\pm 1\%$ باشد، با این حال، جایی که امکان‌پذیر باشد، بهتر است تأثیر ویژه به یک مقدار کمینه، کاهش یابد.

پ-۳-۲ دمای محیط

شار نوری یک لامپ LED به دمای محیط به مقدار $0.5\% / ^\circ C$ ، یک حساسیت نسبی نوعی دارد. از این رو، برای یک تأثیر ویژه کوچکتر از 1% ، دمای محیط، t_{amb} ، در داخل یک بازه رواداری $(2 \pm 25.0)^\circ C$ ، باید قرار گیرد. بهتر است، بازه رواداری توصیه شده $(1.2 \pm 25.0)^\circ C$ ، تأثیر ویژه را به 0.6% کاهش دهد.

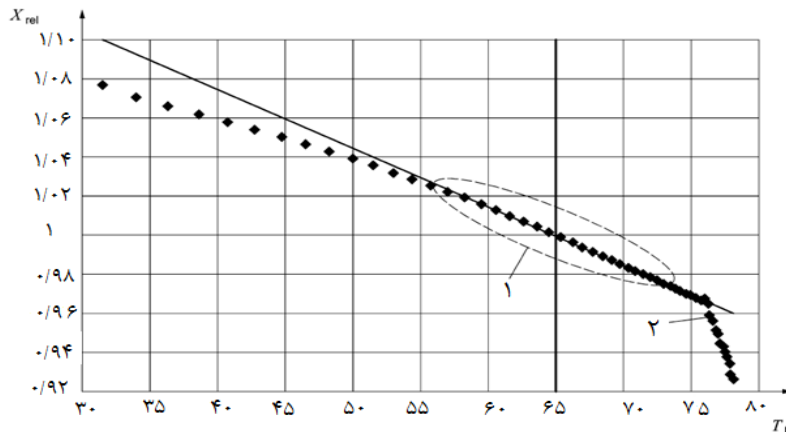
شار نوری در یک تراشه LED با دمای کنترل شده، به دمای محیط برابر $0.1\% / ^\circ C$ ، حساسیت نسبی نوعی دارد. از این رو، برای تأثیر ویژه برابر 1% ، دمای محیط، t_{amb} ، در یک بازه رواداری $(10 \pm 25.0)^\circ C$ ، می‌تواند قرار بگیرد. بنابراین، همچنین کار کردن با این گونه فواصل، می‌تواند مشخصات الکتریکی که برای

شرایط آزمون استاندارد در 25°C گزارش می‌شود، را اصلاح نماید. بهتر است به عنوان یک نتیجه، برای ضمانت اندازه‌گیری درست توان، دمای محیطی توصیه شده t_{amb} در بازه رواداری $(25,0 \pm 1,2)^{\circ}\text{C}$ ، نگه داشته شود.

پ-۳-۳ اندازه‌گیری یک مدول LED در دمای عملکردی

دو روش ممکن برای اندازه‌گیری مقدار X از یک پارامتر در دمای داده شده، به عنوان یک مثال، توضیح داده خواهد شد. با فرض یکسان بودن موقعیت‌های نقاط آزمون، دمای عملکردی t_p و بیشینه دمای اسمی t_c داده شده‌اند، و یک سری از نتایج اندازه‌گیری X (از جمله شار نوری)، یک مدول LED با کنترل یکپارچه دما (یا حفاظت دما $t_p = 65^{\circ}\text{C}$) و / یا حفاظت دما ($t_c = 75^{\circ}\text{C}$) گرفته می‌شوند، و به صورت شکل پ-۱ به صورت نموداری ارائه می‌گردند.

یادآوری- این اندازه‌گیری‌ها می‌تواند در حین زمان گرم کردن، هنگامی که دما در نقاط اندازه‌گیری برای دمای عملکردی t_p و یک مقدار نسبی (به صورت درخشندگی یا شدت روشنایی در یک گونیوفتومتر) ثبت می‌شود، انجام شود.



راهنما:

- ۱ بازه پیش بینی
- ۲ حفاظت دمایی

شکل پ-۱- مثالی از اندازه‌گیری یک مدول LED

$\alpha_{x,\text{rel}} = -0.3\% / ^{\circ}\text{C} = -0.003 / ^{\circ}\text{C}$ $u(\alpha_{x,\text{rel}}) = 0.1\% / ^{\circ}\text{C} = -0.001 / ^{\circ}\text{C}$	نتایج از ارزیابی ضریب دمایی نسبی $\alpha_{x,\text{rel}}$ در پارامتر X با عدم قطعیت استاندارد مرتبط (مطلق) $u(\alpha_{x,\text{rel}})$
$u(t_p) = 1^{\circ}\text{C}$	مشخص شده با عدم قطعیت استاندارد اندازه‌گیری دما $u(t_p)$

با استفاده از مدل CIE 198:2011-SP1.1,1.4 برای تصحیح دما، می‌توان از فرمول زیر برای تصحیح مقدار اندازه‌گیری شده \hat{x} در $t_{p,1}$ برای مقدار x خواسته شده در $t_{p,0} = t_{p,\text{max}}$ با $t_{p,1} - t_{p,0} = \Delta t_p$ استفاده کرد.

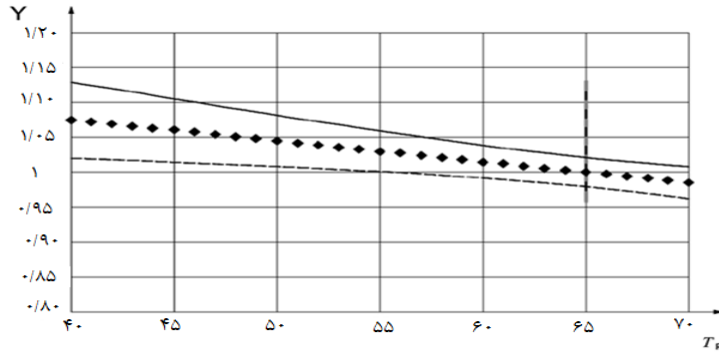
مقدار تصحیح شده می‌تواند با یک تقریب خطی محاسبه شود:

$$x = \hat{x}(1 - \alpha_{x,\text{rel}} \cdot \Delta t_p) \quad (\text{پ-۳})$$

عدم قطعیت مقدار تصحیح شده، می تواند با استفاده از رابطه زیر محاسبه شود:

$$u(x) = u^2(\hat{x})(1 - \alpha_{x,rel} \cdot \Delta t_p) + \hat{x}^2 \{ u^2(\alpha_{x,rel}) \cdot \Delta t_p + u^2(\Delta t_p) [\alpha_{x,rel}^2 + u^2(\alpha_{x,rel})] \} \quad (پ-۴)$$

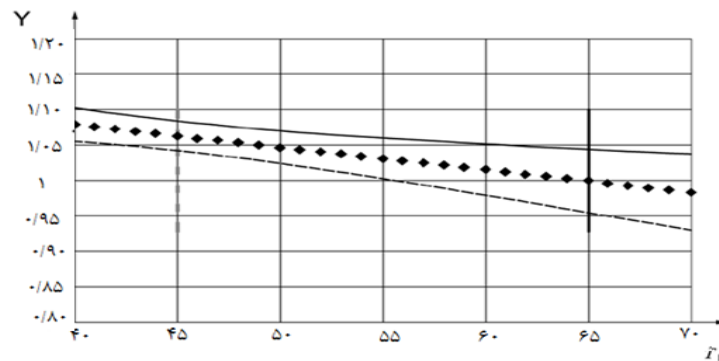
در ادامه، هنگام استفاده از تفاوت های دمایی بزرگ برای اندازه گیری و پیش بینی، رابطه ها برای حالت های $\Delta t_p = 0^\circ C$ (به شکل پ-۲ مراجعه شود) و $\Delta t_p = -20^\circ C$ (به شکل پ-۳ مراجعه شود)، برای نشان دادن تغییر درجه دوم بازه عدم قطعیت (گسترده)، ارائه می شوند.



راهنما:

X	◆
$x-2*u(x)$	-----
$x+2*u(x)$	—————
نقطه تخمین	—————
نقطه اندازه گیری	-----

شکل پ-۲- اندازه گیری برای $\Delta t_p = 0^\circ C$ (دما برای $t_p = t_{p,max}$ کنترل می شود)



راهنما:

X	◆
$x-2*u(x)$	-----
$x+2*u(x)$	—————
نقطه تخمین	—————
نقطه اندازه گیری	-----

شکل پ-۳- اندازه گیری برای $\Delta t_p = -20^\circ C$ (دما همانطور که در مثال استفاده می شود، مانند $t_p = 45^\circ C$)

نتایج:

$u(x)$	تصحیح	$t_{p,1}$	$t_{p,0}$
۱,۰۵ %	۱,۰۰	۶۵ °C	۶۵ °C
۲,۲ %	۰,۹۴	۴۵ °C	۶۵ °C

پ-۳-۴ جابه‌جایی هوا

شار نوری یک وسیله LED، دارای یک ضریب حساسیت نسبی نوعی برای جابه‌جایی هوا برابر $(m/s) \pm 5\%$ می‌باشد. از این رو، برای یک تأثیر ویژه کوچکتر از ۱٪، جابه‌جایی هوا در مجاورت وسیله، صرف نظر از هر اثر خنک سازی اجباری یا اثر خود-گرمایش DUT، بهتر است از $0,2 m/s$ تجاوز نماید.

پ-۳-۵ ولتاژ آزمون

شار نوری یک وسیله LED برای تغییر ۱٪ ولتاژ، نوعاً ۱٪ تغییر می‌یابد، از این رو، حساسیت نسبی برابر ۱ می‌شود.

یادآوری- لوازم کنترل LED می‌تواند کنترل بر روی جریان یا ولتاژ داشته باشد، در این صورت نوسانات ولتاژ تغذیه دستگاه اهمیت کمی دارند.

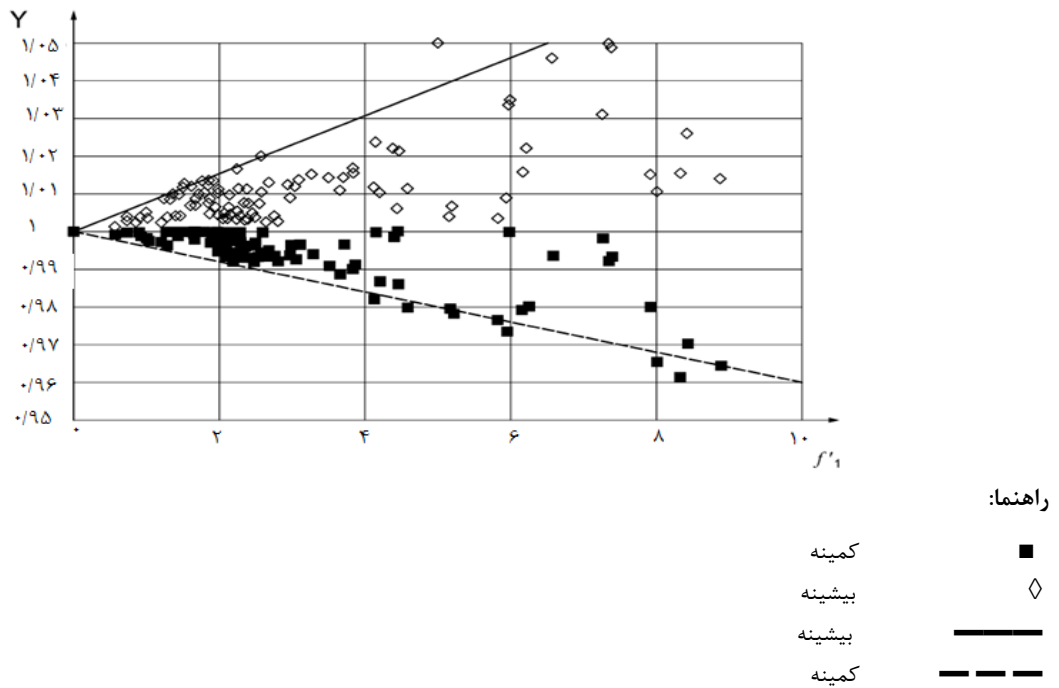
پ-۳-۶ عدم تطابق طیفی در نورسنج

اگر پاسخ‌دهی طیفی نسبی نورسنج و توزیع طیفی نسبی تابش DUT شناخته شده باشند، تصحیح مقدار نورسنجی اندازه‌گیری شده در رابطه با عدم تطابق طیفی نورسنج امکان پذیر است (برای اطلاعات بیشتر و محاسبات تصحیح عدم تطابق طیفی $(S_z(\lambda))$ ، به استاندارد ISO/CIE 19476:2014 مراجعه شود). یک تخمین عدم قطعیت براساس شاخص عمومی عدم تطابق $V(\lambda)$ ، f_1 تعریف شده در استاندارد ISO/CIE 19476:2014، می‌تواند ایجاد شود.

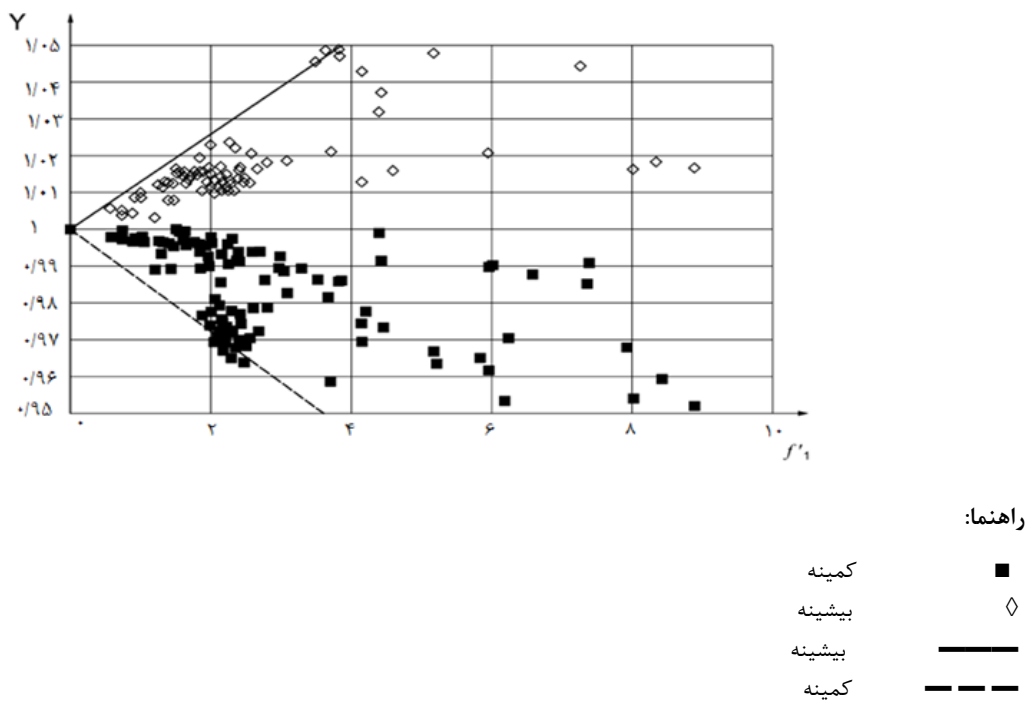
برای محصولات LED سفید نوع فسفری، داده‌ها در شکل پ-۴ نشان داده شده است. نمودار بر اساس ۲۰۰ عدد LED سفید با دماهای رنگ همبسته متفاوت و ۱۲۰ نورسنج است. برای هر نورسنج، مقادیر بیشینه و کمینه ضریب تصحیح عدم تطابق طیفی، F^* ارزیابی شده است. از این داده‌ها، بیشینه ضریب حساسیت نسبی یک مقدار نورسنجی در رابطه با شاخص عمومی عدم تطابق $V(\lambda)$ ، $0,8$ است، بنابراین، اگر قرار است خطاها به کمتر از ۱٪ کاهش یابد، بهتر است برای چنین LEDهایی نورسنجی با $f_1 < 1,3\%$ استفاده شود.

برای محصولات LED سفید نوع RGB، داده‌ها در شکل پ-۵ نشان داده شده است. نمودار بر اساس ۱۰۰ عدد LED نوع RGB (آمیخته با نور سفید) با دماهای رنگ همبسته متفاوت و ۱۲۰ نورسنج است. برای هر نورسنج، مقادیر بیشینه و کمینه ضریب تصحیح عدم تطابق طیفی، F^* ارزیابی می‌شود. برای این داده‌ها، ضریب حساسیت نسبی یک مقدار نورسنجی در رابطه با شاخص عمومی عدم تطابق $V(\lambda)$ ، حدود $1,4$ است.

بنابراین، اگر قرار است خطاها به کمتر از ۱٪ کاهش یابد، بهتر است برای این نوع از LEDها نورسنجی با $f_1 < 0.7$ استفاده شود.



شکل پ ۴- ضریب‌های تصحیح عدم تطابق طیفی (SMCF) برای LEDهای سفید نوع فسفری و مقادیر متفاوت f_1 نورسنج‌ها



شکل پ ۵- ضریب‌های تصحیح عدم تطابق طیفی (SMCF) برای LEDهای سفید نوع RGB و مقادیر متفاوت f_1 نورسنج‌ها

پ-۳-۷ مدلی برای توزیع شدت روشنایی

برای DUTهایی با توزیع شدتی که بطور قابل ملاحظه‌ای با یک رابطه کسینوس متفاوت هستند (بطور مثال، زاویه پرتو باریک $> 30^\circ$ ، شیب تند در توزیع شدت روشنایی یا کنترل خیرگی بحرانی): نیاز است که فاصله اندازه‌گیری انتخاب شود که کاربری با قانون مربع معکوس را مجاز می‌کند.

یک پرتو باریک می‌تواند با تابع $I(\theta) = I_0 \cdot \cos^g(\theta)$ نشان داده شود. بطور مثال، هنگامی که $g = 1$ است، نیم زاویه پرتو برابر 60° ، هنگامی که $g = 20$ ، نیم زاویه پرتو برابر 15° است. اگر منبع مدور و دارای شعاع a باشد، شدت روشنایی در محور نوری در فاصله داده شده d ، می‌تواند با رابطه زیر نشان داده شود:

$$E_V \approx \frac{I_0}{d^2} \left[1 - \frac{g+3}{4} \left(\frac{a}{d} \right)^2 \right] \Omega_0 \quad (\text{پ-۵})$$

که در آن:

$$\Omega_0 = 1 \text{ sr}$$

خطا در قانون مربع معکوس، در مقایسه با شدت روشنایی ایده‌آل I_0/d^2 ، می‌تواند ارزیابی شود.

خطا در قانون مربع معکوس، در میدان دور با استفاده از مدل رابطه بالا، می‌تواند ارزیابی شود. خطاها در زاویه‌های بزرگ از محور نوری w یا برای چشمه با زاویه پرتو کوچک‌تر، می‌تواند بطور قابل ملاحظه‌ای بزرگ شود. بطور مثال، خطا برای چشمه لامبرترین مدور، در فاصله $5 \times D$ در محدوده $\pm 1\%$ در یک بازه $80^\circ \pm$ از محور نوری است. برای یک چشمه با زاویه پرتو 90° ، خطا تقریباً برابر 1% در محور نوری است، اما به مقدار $2/5\%$ در 80° از محور نوری افزایش پیدا می‌کند. خطاها برای یک چشمه لامبرترین خطی، در فاصله $5 \times D$ برابر $0/7\%$ در محور نوری است و تقریباً به 2% در 80° از محور نوری افزایش پیدا می‌کند. برای یک چشمه خطی با زاویه پرتو 30° ، خطا در فاصله $5 \times D$ روی محور نوری نزدیک به 5% است، و خطا در 30° ، نزدیک به 20% می‌شود. افزایش فاصله تا $15 \times D$ این خطاها را به زیر 3% کاهش خواهد داد.

پیوست ت

(آگاهی دهنده)

راهنمای محاسبه عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری

ت-۱ کلیات

هر اندازه‌گیری منوط به برخی از عدم قطعیت‌ها است. نتیجه آزمون فقط اگر با یک بیانیه عدم قطعیت در اندازه‌گیری همراه باشد، کامل است. ارزیابی عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری، یک موضوع پیچیده و هنوز در حال تکامل است. بنابراین، دانستن عدم قطعیت‌ها به منظور قضاوت کردن در مورد کیفیت اندازه‌گیری و توانایی مقایسه مقادیر اندازه‌گیری یا مقایسه نتایج بین آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری، اهمیت دارد. اندازه‌گیری نورسنجی، رنگ سنجی و پارامترهای الکتریکی یک LED معمولاً به خیلی از پارامترها وابسته است و خواستار ارزیابی دقیق بوده و وقت گیر است. کاهش عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری با مشخصات اضافی تجهیزات اندازه‌گیری و DUT امکان پذیر است.

مشخص شده است که خیلی از دسته بندی‌های متفاوت آزمایشگاه، از جمله سازنده‌ها، آزمایشگاه‌های آزمون عمومی، آزمایشگاه‌های R&D و موسسه ملی اندازه‌شناسی، از این استاندارد استفاده می‌کنند. این آزمایشگاه‌ها دارای یک بازه وسیعی از سطوح در تجربه و تخصص برای آزمون کردن و تعیین عدم قطعیت‌ها، و یک بازه وسیع از پیچیدگی و دقت در تجهیزات و کیفیت محیط آزمایشگاهی دارند. هدف از این استاندارد روش آزمون، این هست که با پیروی کردن از این روش آزمون بوسیله تمام آزمایشگاه‌ها، انتظار می‌رود عدم قطعیت‌های معقول اندازه‌گیری‌ها، مورد نیاز برای مقررات و کاربری‌های مختلف، بتواند بدست آید. با این وجود، این روش آزمون تمام جزئیات ابزارهای اندازه‌گیری و اشتباهاتی که ممکن است آزمایشگاه‌های کم تجربه انجام دهند، را پوشش نمی‌دهد. برای اطمینان از عدم قطعیت‌های معقول، این مهم است که تمام آزمایشگاه‌های استفاده کننده از این روش آزمون، دانش عدم قطعیت اندازه‌گیری را داشته باشند و عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری‌های خود را ارزیابی نمایند.

ت-۲ بودجه بندی عدم قطعیت

بودجه بندی عدم قطعیت بیان مدل و فهرست نمودن تمام پارامترهای ذکر شده در مدل است و اطلاعات خاصی برای هر ورودی می‌دهد. دست کم ورودی‌های زیر بهتر است بیان شود:

- نام کمیت X_i و نماد آن همانطور که در مدل ارزیابی استفاده می‌شود؛

- مقدار X_i و عدم قطعیت استاندارد مرتبط $u(X_i)$ ؛

- ضریب حساسیت c_i ؛

- سهم مطلق در عدم قطعیت استاندارد خروجی $u_i(y)$ ؛

- سهم نسبی در عدم قطعیت استاندارد خروجی $U_{rel,i}(Y)$.

این کار رابطه بین ورودی و مدل را امکان پذیر ساخته و سهم فردی در عدم قطعیت و اهمیت آن را نشان می دهد.

برای توضیح جزئیات بیشتر در مورد عدم قطعیت های اندازه گیری، به استانداردهای ISO/IEC Guide 98-3 «راهنمای اصطلاحات عدم قطعیت در اندازه گیری» و CIE 198:2011 «تعیین عدم قطعیت های اندازه گیری در نورسنجی» مراجعه شود.

یادآوری- ارزیابی عدم قطعیت اندازه گیری در یک توزیع کامل شدت روشنایی تحت بررسی است.

ت-۳ مثال هایی از عدم قطعیت های اندازه گیری

به دلیل تنوع زیاد محصولات LED و تنوع ابزارهای مورد استفاده (حتی اگر الزامات خاص در این استاندارد برای پارامترهای مهم داده می شود)، عدم قطعیت ها به خیلی از پارامترها در هر یک از آزمایشگاه ها و هر یک از آزمون ها وابسته است. ارائه مقادیر عمومی عدم قطعیت های اندازه گیری امکان پذیر نیست. در این پیوست تعدادی مثال برای بودجه بندی عدم قطعیت برای اندازه گیری محصولات روشنایی LED، با استفاده از روش های آزمون داده شده در این استاندارد به منظور آگاهی، ارائه شده است.

مقادیر عدم قطعیت در جداول زیر، برای شرایطی که بازه های رواداری و الزامات خاص در این استاندارد برآورده می شوند، تخمین زده شده است. این جداول شامل اجزاء اصلی عدم قطعیت در حالت های عمومی است. ممکن است اجزاء عدم قطعیت بیشتری که می تواند در حالت های خاص قابل توجه باشد، وجود داشته باشد.

مقادیر جدول ها، برای آزمایشگاه های نسبتا با تجربه (آزمایشگاه هایی که همکار هستند یا علاقمند هستند در زمینه آزمون محصولات روشنایی LED همکار باشند)، مقادیر نوعی هستند. این عدم قطعیت های اندازه گیری، بوسیله آزمایشگاه های کم تجربه، به دلیل تنظیمات غیرمنتظره یا معیوبی که آنها استفاده می کنند، می تواند بسیار بزرگتر باشد، که در این جداول در نظر گرفته نشده اند. همچنین، مقادیر عدم قطعیت در جدول، برای محصولات خاص داده شده در یک نوع می باشد و همه محصولات در نظر گرفته نشده اند. عدم قطعیت می تواند برای محصولات داری زاویه پرتو بسیار باریک یا محصولات داری شکل موج جریان تیز (با ضریب توان پایین)، یا دیگر رفتارهای افراطی، بسیار بزرگتر باشد. بنابراین، مقادیر جدول مثال های نوعی هستند، و مقادیر بدترین حالت ها را پوشش نمی دهند. درمقابل، ممکن است در برخی موارد سهم های عدم قطعیت بیشتری تخمین زده شده باشد. همچنین، مقادیر جدول تنها برای محصولات LED نور سفید است و شامل محصولات LED رنگی از جمله مدول های LED تک رنگ قرمز، سبز یا آبی نمی شود. عدم قطعیت اندازه گیری وسایل LED تک رنگ بزرگتر از مقادیر این جدول ها، خواهد بود.

عدم قطعیت های اندازه گیری می تواند با مشخصات کامل تجهیزات اندازه گیری و DUT، تصحیحات اعمالی، و/یا ابزارهایی با کارایی بالا (از جمله مقدار f_1 پایین برای کره های نورسنج و گونیوفتومترها) کاهش یابد.

برای ساده سازی، تنها مقادیر X_i اجزاء عدم قطعیت و سهم نسبی در عدم قطعیت استاندارد خروجی $u_{rel,i}(y)$ در جداول فهرست شده‌اند. مقادیر ضریب‌های حساسیت برای محصولات LED خاص در نظر می‌گیرند.

جدول ت-۱- مثالی از بودجه بندی عدم قطعیت خلاصه شده برای اندازه‌گیری شارنوری یک لامپ LED با استفاده از یک کره نورسنج

سهم نسبی در عدم قطعیت استاندارد خروجی				نام پارامتر X_i
$u_{rel,i}(y)$				
نوع فسفری الف		نوع RGB ب		
عریض پ	باریک ت	عریض پ	باریک ت	
۱٫۰٪				عدم قطعیت واسنجی قابل ردیابی در SI دومین شار نوری استاندارد (حالت: $U = ۲/۰٪$ و $k = ۲$)
۰٫۶٪				کارکردگی شار نوری لامپ استاندارد (لامپ تنگستن تخلیه گازی)
۰٫۴٪				عدم قطعیت جریان DC برای لامپ استاندارد
۰٫۳٪				دمای محیط (و عدم قطعیت دماسنج)
۰٫۲٪				ولتاژ تغذیه LED (و عدم قطعیت ولت سنج)
۳٫۵٪		۱٫۷٪		عدم تطابق طیفی کره نورسنج ($f_1 = ۳٪$)
۰٫۳٪				خطی بودن
۰٫۳٪				تصحیح خود جذبی (عدم قطعیت باقی مانده) ^ث
۱٫۸٪	۰٫۹٪	۱٫۸٪	۰٫۹٪	غیر یکنواختی طیفی کره (تفاوت در توزیع شدت برای لامپ استاندارد)
۰٫۳٪				تکرارپذیری سیستم کره
۰٫۳٪				پایداری سیستم کره (بین دو واسنجی)
۰٫۳٪				جذب میدان نزدیک
۰٫۳٪				تجدید پذیری لامپ آزمون (شامل شرایط پایدار سازی)
۰٫۲٪				پایداری لامپ‌های استاندارد
۴٫۱٪	۳٫۹٪	۲٫۸٪	۲٫۴٪	عدم قطعیت ترکیبی نسبی استاندارد
۸٫۳٪	۷٫۷٪	۵٫۷٪	۴٫۹٪	عدم قطعیت گسترش یافته کلی ($k = ۲$)
<p>الف مقادیر برای LED سفید بر پایه فن‌آوری فسفر در دو ستون سمت راست نشان داده شده است.</p> <p>ب مقادیر برای LED سفید بر پایه فن‌آوری RGB در دو ستون سمت چپ نشان داده شده است.</p> <p>پ مقادیر برای چشمه‌های دارای توزیع شدت زاویه ای عریض در دو ستون اول و سوم نشان داده شده است.</p> <p>ت مقادیر برای چشمه‌های دارای توزیع پرتو باریک وقتی که لامپ استاندارد بدون جهت است و هیچ تصحیحی انجام نشده است در دو ستون دوم و چهارم نشان داده شده است.</p> <p>ث مقادیر برای حالتی که یک لامپ LED فشرده خاص در کره‌ی ۱/۵ m با بازتاب ۹۵٪ اندازه‌گیری می‌شود. این برای شرایط متفاوت کره و برای DUT‌ها با اندازه بزرگتر فرق خواهد کرد.</p>				

جدول ت-۲- مثالی از بودجه بندی عدم قطعیت خلاصه شده برای اندازه گیری شار نوری یک لامپ LED با استفاده از یک کره اسپکترورادایومتر

سهم نسبی در عدم قطعیت استاندارد خروجی		نام پارامتر X_i
$u_{rel,i}(Y)$		
باریک ^ب	عریض ^{الف}	
۱,۰ %		عدم قطعیت شار نوری قابل ردیابی در NMI شار تابشی طیفی کلی استاندارد
۰,۳ %		کارکردگی شار نوری لامپ استاندارد (لامپ تنگستن هالوژن)
۰,۴ %		عدم قطعیت جریان DC برای لامپ استاندارد
۰,۳ %		دمای محیط (و عدم قطعیت دماسنج)
۰,۲ %		ولتاژ تغذیه LED (و عدم قطعیت ولت سنج)
۰,۸ %		غیر خطی بودن اسپکترورادایومتر
۰,۴ %		عدم قطعیت طول موج (۰/۵ nm و $k = 2$)
۱,۰ %		نور ناخواسته در اسپکترورادایومتر (چشمه k ۲۷۰۰ تا k ۶۵۰۰)
۰,۱ %		تجدید پذیری اسپکترورادایومتر
۰,۳ %		تصحیح خودجذبی (عدم قطعیت باقی مانده ^ج)
۱,۸ %	۰,۹ %	غیر یکنواختی فضایی کره (تفاوت در توزیع شدت لامپ استاندارد)
۰,۳ %		تکرارپذیری سیستم کره
۰,۳ %		پایداری سیستم کره (بین دو واسنجی)
۰,۳ %		خودجذبی میدان نزدیک
۰,۳ %		تجدیدپذیری لامپ استاندارد (شامل شرایط پایدار سازی)
۰,۲ %		پایداری لامپ استاندارد
۲,۶ %	۲,۱ %	عدم قطعیت ترکیبی نسبی استاندارد
۵,۲ %	۴,۲ %	عدم قطعیت گسترش یافته کلی ($k = 2$)
<p>^{الف} مقادیر برای چشمه های دارای توزیع شدت زاویه ای عریض در ستون سمت راست نشان داده شده است.</p> <p>^ب مقادیر برای چشمه های دارای توزیع پرتو باریک و اگر لامپ استاندارد بدون جهت است و هیچ تصحیحی انجام نشده است در ستون سمت چپ نشان داده شده است.</p> <p>^ج مقادیر برای حالتی که یک لامپ LED فشرده خاص در کره ۱,۵ m با بازتاب ۹۵٪ اندازه گیری می شود. این برای شرایط متفاوت کره و برای DUTها با اندازه بزرگتر فرق خواهد کرد.</p>		

جدول ت-۳- مثالی از بودجه بندی عدم قطعیت خلاصه شده برای اندازه گیری شار نوری یک لامپ LED یا چراغ LED با استفاده از یک گونیوفتومتر

سهم نسبی در عدم قطعیت استاندارد خروجی $u_{rel,i}(Y)$		نام پارامتر X_i
نوع RGB ^ب	نوع فسفری ^{الف}	
	۱،۰٪	عدم قطعیت واسنجی قابل ردیابی در SI دومین شار نوری استاندارد
	۰،۶٪	کارکردگی شار نوری لامپ استاندارد (تخلیه گازی)
	۰،۴٪	عدم قطعیت جریان DC برای لامپ استاندارد
	۰،۳٪	دمای محیط (و عدم قطعیت دماسنج)
	۰،۲٪	ولتاژ تغذیه LED (و عدم قطعیت ولت سنج)
۳،۵٪	۱،۷٪	عدم تطابق طیفی سیستم نورسنج (شامل آینه) $f_1' = 3\%$
	۰،۳٪	خطی بودن سیستم
	۰،۶٪	نور ناخواسته فضایی
	۰،۱٪	قطبی نمایی
	۰،۳٪	پایداری لامپ آزمون در حین نمونه برداری
	۰،۳٪	تجدید پذیری لامپ آزمون (شامل شرایط پایدار سازی)
	۰،۲٪	پایداری لامپ های استاندارد
۳،۸٪	۲،۳٪	عدم قطعیت ترکیبی نسبی استاندارد
۷،۵٪	۴،۶٪	عدم قطعیت گسترش یافته کلی ($k = 2$)

^{الف} مقادیر برای LED سفید بر پایه فن آوری فسفر در ستون سمت راست نشان داده شده است.

^ب مقادیر برای LED سفید بر پایه فن آوری RGB در ستون سمت چپ نشان داده شده است.

جدول ت-۴- مثالی از بودجه بندی عدم قطعیت خلاصه شده برای اندازه‌گیری شارنوری یک لامپ LED یا چراغ LED با استفاده از یک گونیواسپکترورادایومتر

نام پارامتر X_i	سهم نسبی در عدم قطعیت استاندارد خروجی $u_{rel,i}(y)$
عدم قطعیت واسنجی قابل ردیابی در SI دومین شارنوری استاندارد	۱٫۰ %
کارکردگی شارنوری لامپ استاندارد (تخلیه گازی)	۰٫۶ %
عدم قطعیت جریان DC برای لامپ استاندارد	۰٫۴ %
دمای محیط (و عدم قطعیت دماسنج)	۰٫۳ %
ولتاژ تغذیه LED (و عدم قطعیت ولت سنج)	۰٫۲ %
غیر خطی بودن اسپکترورادایومتر	۰٫۸ %
عدم قطعیت طول موج (۰/۵ nm و $k = ۲$)	۰٫۴ %
نور ناخواسته در اسپکترورادایومتر (چشمه k تا ۲۷۰۰ تا ۶۵۰۰ k)	۱٫۰ %
تجدید پذیری اسپکترورادایومتر	۰٫۱ %
نور ناخواسته فضایی	۰٫۶ %
قطبی نمایی	۰٫۱ %
پایداری لامپ آزمون در حین نمونه برداری	۰٫۳ %
تجدید پذیری لامپ آزمون (شامل شرایط پایدار سازی)	۰٫۳ %
پایداری لامپ‌های استاندارد	۰٫۲ %
عدم قطعیت ترکیبی نسبی استاندارد	۲٫۰ %
عدم قطعیت گسترش یافته کلی ($k = ۲$)	۳٫۹ %

جدول ت-۵- مثالی از بودجه بندی عدم قطعیت خلاصه شده برای اندازه‌گیری رنگ سنجی یک لامپ LED یا چراغ LED با استفاده از کره اسپکترورادایومتر یا گونیواسپکترورادایومتر

(مقادیر برای محصولات LEDهای سفید با فن آوری فسفر برای 6000 K و $T_{cp} = 3000\text{ K}$ نشان داده شده است)

سهام مطلق در عدم قطعیت استاندارد خروجی								نام پارامتر X_i
$u_i(R_a)$	$u_i(D_{uv})$	$u_i(T_{cp})$ ۶۰۰۰ K	$u_i(T_{cp})$ ۳۰۰۰ K	$u_i(\hat{v})$	$u_i(\hat{u})$	$u_i(y)$	$u_i(x)$	
۰٫۴۴	۰٫۰۰۰۵	۶۷٫۸	۲۶٫۶	۰٫۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۱۹	۰٫۰۰۱۴	عدم قطعیت واسنجی قابل ردیابی در SI دومین شار تابشی طیفی استاندارد یا تابندگی طیفی استاندارد
۰٫۰۰	۰٫۰۰۰۰	۵٫۴	۲٫۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	کارکردگی لامپ استاندارد
۰٫۰۸	۰٫۰۰۰۲	۱۷٫۵	۶٫۹	۰٫۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۴	عدم قطعیت طول موج
۰٫۱۰	۰٫۰۰۰۱	۹٫۴	۳٫۷	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۲	تجدید پذیری لامپ و اسپکترورادایومتر
۰٫۲۳	۰٫۰۰۰۱	۳۰٫۲	۱۱٫۸	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۷	غیر خطی بودن اسپکترورادایومتر
۰٫۰۳	۰٫۰۰۰۰	۲٫۷	۱٫۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	باند گذر اسپکترورادایومتر
۰٫۲۵	۰٫۰۰۰۳	-	۵٫۳	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۰۰۶	۳۰۰۰K نور ناخواسته در اسپکترورادایومتر
۰٫۱۴	۰٫۰۰۰۶	۱۰٫۱۵	-	۰٫۰۰۱۷	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۲۹	۰٫۰۰۱۹	۶۰۰۰K
۰٫۵۷	۰٫۰۰۰۷	-	۳۰٫۷	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۰۷	۰٫۰۰۲۳	۰٫۰۰۱۷	۳۰۰۰K عدم قطعیت استاندارد ترکیبی
۰٫۵۳	۰٫۰۰۰۸	۱۲٫۷	-	۰٫۰۰۲۱	۰٫۰۰۰۸	۰٫۰۰۳۶	۰٫۰۰۲۵	۶۰۰۰K
۱٫۱	۰٫۰۰۱۴	-	۶۱	۰٫۰۰۲۷	۰٫۰۰۱۴	۰٫۰۰۴۷	۰٫۰۰۳۵	۳۰۰۰K عدم قطعیت گسترش یافته کلی ($k = 2$)
۱٫۱	۰٫۰۰۱۶	۲۵۵	-	۰٫۰۰۴۲	۰٫۰۰۱۶	۰٫۰۰۷۲	۰٫۰۰۵۰	۶۰۰۰K

برای عدم قطعیت فاصله‌ها مختصات رنگ از نقاط درست روی نمودار مختصات رنگ (x,y) یا (u,v), ضریب پوشش $k = 2$ برای عدم قطعیت گسترش یافته با سطح اطمینان ۹۵٪ بهتر است، استفاده شود.

پیوست ث

(آگاهی دهنده)

راهنمای تعیین مقادیر اسمی پارامترهای نورسنجی چراغ‌های LED

ث- ۱ مقدمه

داده‌های منتشر شده برای چراغ‌های LED، داده‌های اسمی بیان شده برای شرایط آزمون استاندارد هستند. داده‌های اسمی برای انطباق آزمون‌های نوعی، مرجع هستند (آزمون‌های انطباق روی یک یا چند محصول (های) LED نماینده تولید انجام می‌شود). الزامات انطباق بوسیله استانداردهای عملکردی چراغ مناسب، لحاظ می‌شود. داده‌های پایه مختصات رنگ و نورسنجی، نتایج اندازه‌گیری روی یک چراغ LED هستند. بهتر است تولید کننده چراغ LED آگاه باشد که نتایج حاصل از اندازه‌گیری به صورت خودکار داده‌های اسمی محصول نیست. بهتر است تولید کننده چراغ تمام رواداری‌های اجزاء و کیفیت خود فرایند مونتاژ را به حساب آورد. توصیه می‌شود که داده‌های اندازه‌گیری شده به داده‌های اسمی چشمه نور LED درون‌یابی شود.

یادآوری ۱- اجزاء یک چراغ LED می‌تواند چشمه‌های نور LED و لوازم کنترل LED، حتی همچنین اجزاء اپتیکی و غیره باشند.

یادآوری ۲- داده‌های اسمی در استانداردهای مناسب عملکردی چراغ معین می‌شود. آنها حداقل شار نوری و بهره نوری را در بر می‌گیرد، حتی همچنین توزیع شدت نور، CCT، CRI و غیره را شامل شود.

روش‌های مشابه همانند آنچه در اینجا برای چراغ‌های LED تشریح شد، برای محصولات LED در می‌تواند نظر گرفته شود.

ث- ۲ داده‌های اسمی و رواداری برای چراغ‌های LED

در بیشتر چراغ‌های LED، چشمه نور LED از چراغ نمی‌تواند جدا شود. بنابراین، چراغ‌های LED در اصطلاح «نورسنجی مطلق» اندازه‌گیری می‌شوند. داده‌های خروجی در اندازه‌گیری یک چراغ LED، می‌تواند داده‌های خام در شرایط آزمون آزمایشگاه باشد، و برای شرایط آزمون استاندارد، تصحیح و گزارش می‌شود (به بند ۴ مراجعه شود). عدم قطعیت مرتبط نیز گزارش می‌شود.

گزارش مربوط به چراغ LED تکی آزمون شده (یعنی: DUT)، مربوط می‌شود و داده‌های نتیجه شده بوسیله اجزاء خاص در نمونه، به دلیل تنوع منحصر به فرد چشمه‌های نور و لوازم کنترل مورد استفاده، تحت تأثیر قرار می‌گیرند. به عنوان یک نتیجه، داده‌های یک نمونه منفرد در شرایط آزمون استاندارد برای توصیف محصول، برای امکان داشتن ضریب‌های تصحیح اسمی و تکمیلی برای معرفی، ممکن است کافی نباشد.

عدم قطعیت‌ها در اندازه‌گیری و رواداری‌ها در یک محصول، باید به وضوح متمایز شود.

بهتر است سازنده‌های چراغ‌های LED، بررسی کنند که اجزاء مربوط مورد استفاده در اندازه‌گیری چراغ LED نماینده اجزاء غیر وابسته چراغ هستند. بهتر است به اجزاء اصلی چشمه‌های نور LED و لوازم کنترل توجه ویژه داشت. این اجزاء برای متوجه شدن این که این داده‌ها اگر با داده‌های تحویل شده از طرف سازنده انطباق دارند، بهتر است بررسی شوند.

همچنین بهتر است، داده‌ها در ارزیابی اجزاء منفرد به داده‌های اندازه‌گیری نورسنجی به عنوان سهمی از چراغ‌های LED در حال کار، که شرایط کاری جزء را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مرتبط شود. این مستلزم آن است که همان پارامترهای یکسان درحین اندازه‌گیری نورسنجی، و به منظور ارزیابی جزء، اندازه‌گیری شوند. با مقایسه نمودن داده‌های مربوطه، ضریب‌های تصحیح می‌تواند محاسبه شود (بهره نوری یا الکتریکی و غیره).

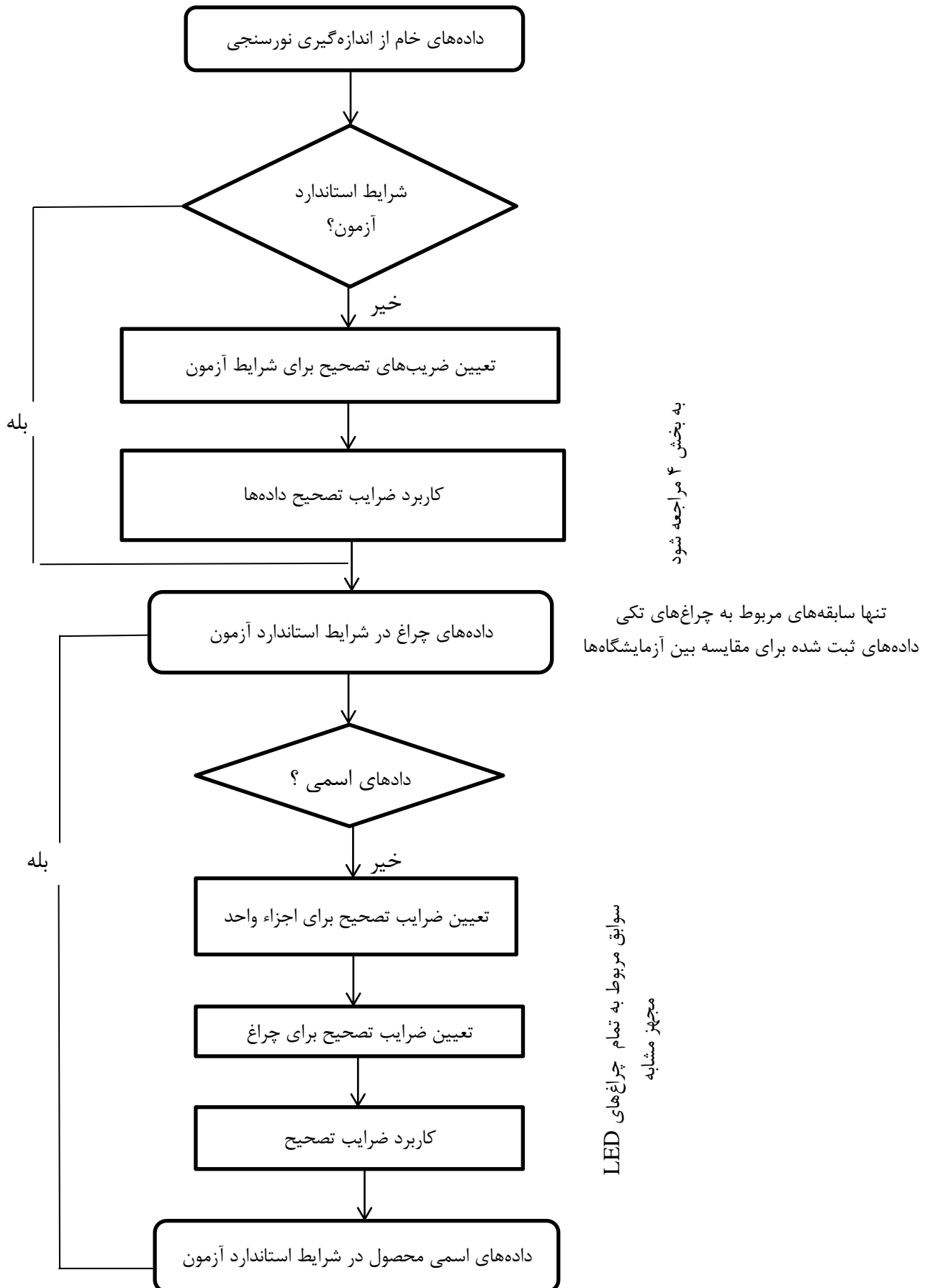
یادآوری ۱- پارامترها می‌تواند جریان چشمه نور LED، دمای چشمه نور LED، لوازم کنترل LED و غیره باشد.

یادآوری ۲- داده‌های اجزاء تحویل شده بوسیله تولید کننده یا فروشنده مسوول می‌تواند داده‌های اسمی، رواداری‌ها، توزیع‌های آماری، مقادیر نوعی و غیره باشد.

یادآوری ۳- اگر داده‌ها درون‌یابی یا برون‌یابی شود باید دقت ویژه ای در گرفتن آنها لحاظ شود.

همچنین مدل تعیین داده‌های اسمی و رواداری‌ها، رواداری‌ها در فرایند مونتاژ (به عنوان مثال، کارایی مدیریت دمای بین چشمه نور LED و گرماگیر)، باید به حساب آورده شود. اگر ضریب تصحیحی برای تعیین داده‌های اسمی استنتاج نشود، رواداری‌ها می‌تواند افزایش داشته باشد.

یک روش دقیق گام به گام، بوسیله سازنده چراغ LED به صورت فردی برای هر سیستم، می‌تواند توسعه داده شود (به شکل ت-۱ مراجعه شود).



شکل ث- ۱- نمودار جریان یک روش گام به گام برای ارائه مقادیر اسمی چراغ‌های LED

کتابنامه

- [1] ANSI NEMA ANSLG C78.377-2008, Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products
- [2] BERGEN. A.S.J., JENKINS, S.E. (2012), Determining the minimum test distance in the goniophotometry of LED luminaires, CIE x037:2012 Proceedings of CIE 2012 “Lighting Quality and Energy Efficiency”
- [3] CIE 063:1984, The Spectroradiometric Measurements of Light Sources
- [4] CIE 179:2007, Methods for Characterising Tristimulus Colorimeters for Measuring the Colour of Light
- [5] CIE TN 001:2014, Chromaticity Difference Specification for Light Sources
- [6] EN 61347-2-13:2006, Lamp controlgear - Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LED modules
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳-۲-۷۶۴۴: سال ۱۳۹۴، لوازم کنترل لامپ قسمت ۱۳-۲: الزامات ویژه برای لوازم کنترل الکترونیکی با تغذیه ac یا dc برای مدول‌های LED، با استفاده از استاندارد IEC 61347-2-13:2014 تدوین شده است.
- [7] EN 62031:2008/A1:2013, LED modules for general lighting - Safety specifications
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۲۱: سال ۱۳۸۷، مدول‌های LED با کاربری روشنایی عمومی - ویژگی‌های ایمنی، با استفاده از استاندارد IEC 62301: 2008 تدوین شده است.
- [8] EN 62384:2006/A1:2009, DC or AC supplied electronic control gear for LED modules – Performance requirements
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۰۷۵: سال ۱۳۹۲، لوازم کنترل الکترونیکی با تغذیه ac یا dc برای مدول‌های LED، الزامات عملکردی، با استفاده از استاندارد IEC 62384: 2011 تدوین شده است.
- [9] EN 62560:2012, Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage > 50 V – Safety specifications
- [10] EN 62612, Self-ballasted LED lamps for general lighting services with supply voltages > 50 V - Performance requirements
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ایزو آی ای سی ۶۲۶۱۲: سال ۱۳۹۱، لامپ دیود نوری (LED) بالاست سرخود برای کاربری روشنایی عمومی - الزامات عملکردی، با استفاده از استاندارد IEC/PAS 62612: 2009 تدوین شده است.
- [11] EN 62722-1:2014, Luminaire performance, General requirements (IEC 62722-1:2014)
- [12] EN 62722-2-1:2015, Luminaire performance. Particular requirements for LED luminaires (IEC 62722-2-1:2014)
- [13] IEC/TR 60725:2012, Consideration of reference impedances and public supply network impedances for use in determining the disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current ≤ 75 A per phase
- [14] ISO/CIE 19476:2014, Characterization of the performance of illuminance meters and luminance meters

- [15] ISO 23539:2005 (CIE S010/E:2004), Photometry – The CIE System of Physical Photometry
- [16] CIE S 017/E:2011, ILV: International Lighting Vocabulary
- [17] CIE 70: 1987, The Measurement of Absolute Luminous Intensity Distributions
- [18] CIE 121:1996, The Photometry and Goniophotometry of Luminaires
- [19] CIE 127:2007, Measurement of LEDs
- [20] ILAC P10:01/2013, ILAC Policy on the Traceability of Measurement Results
- [21] IEC Guide 115:2007, Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electro-technical sector
- [22] IES LM-79-08 (2008), Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products
- [23] IES LM-78-07 (2007), Approved Method for Total Luminous Flux Measurement of Lamps Using an Integrating Sphere Photometer
- [24] EN ISO/IEC 17025:2005, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2005)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ایزو آی ای سی ۱۷۰۲۵: سال ۱۳۸۶، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون، با استفاده از استاندارد ISO/IEC 17025:2005 تدوین شده است.

- [25] KRÜGER. U., BLATTNER, P. (2013), Spectral mismatch correction factor estimation for white LED spectra based on the photometer's $f1'$ value. CIE x038:2013 Proceedings of the CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”, Paris, 2013.
- [26] MARTINSONS. C., ZONG, Y., MILLER, C., OHNO, Y., OLIVE, F., PICARD, N. (2013), Influence of Current and Voltage Harmonic Distortion on the Power Measurement of LED Lamps and Luminaires, CIE x038:2013 Proceedings of the CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”, Paris, 2013