INSO
18547-3
1st.Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۸۵۴۷-۳

چاپ اول

۱۳۹۲

لیزرها و تجهیزات مرتبط با لیزر– روش‌های آزمون برای آستانه تخریب ناشی از لیزر– قسمت ۳: تضمین قابلیت‌کاربا توان (انرژی)تابش لیزر

Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser-induced damage threshold — Part 3: Assurance of laser power (energy) handling capabilities

ICS: 31.260

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید.

سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون برای آستانه تخریب ناشی از لیزر

قسمت ۳: تضمین قابلیت کار با توان (انرژی) تابش لیزر»

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
صدیق پور، همایون (دکتری رادیولژی)	مرکز ام آر آی پارس
دبیر :	
فاطمی، سیده راحیل (مهندسی برق الکترونیک)	کارشناس شرکت اندیشه فاخر شهرکرد
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسدیان، سمیه (کارشناسی ارشد برق الکترونیک)	دانشگاه آزاد شهرکرد
بنی طالبی دهکردی، بهروز (کارشناسی ارشد برق مخابرات)	کارشناس اداره مخابرات استان
قادری، نوشین (دکتری برق الکترونیک)	هیئت علمی دانشگاه دولتی شهرکرد
صیادی، سعید (کارشناسی ارشد برق الکترونیک)	مدیر عامل شرکت بهساز طب
عجمی، عاطفه (کارشناسی ارشد فیزیک)	جهاد دانشگاهی شریف
فاطمی، سید احسان (مهندسی برق)	کارشناس اداره کل کار و تعاون استان چهارمحال و بختیاری

فروزنده سامانی، محمد (مهندسی برق)	کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان چهارمحال و بختیاری
قانی ، امیر محمد (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)	کارشناس تجهیزات پزشکی حوزه معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد
کاظمی ، سید مهدی (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)	مسئول اداره تجهیزات پزشکی حوزه معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار ز
مقدمه ح
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۱
۳-۱ درجه تضمین □ ۲
۳-۲ مساحت مورد اطمینان A_{Φ} ۲
۳-۳ درجه اطمینان (ضریب اطمینان) γ ۲
۳-۴ پرتو بالاتخت ۲
۳-۵ کسر مساحت در معرض تابش f_{test} ۲
۳-۶ مساحت تحت آزمون A_{test} ۲
۳-۷ هم پوشانی افقی Ω_x ۳
۳-۸ هم پوشانی عمودی Ω_y ۳
۳-۹ فاصله بین مقاطع تحت آزمون d_{ts} ۳
۴ نمادها و یکاهای اندازه گیری ۳
۵ روش‌های آزمون ۴
۵-۱ اصول ۴
۵-۲ روش‌های آزمون ۵
۶ درستی ۷
۷ گزارش آزمون ۸
پیوست الف (اطلاعاتی) یک مثال از گزارش آزمون ۹
پیوست (اطلاعاتی) یادآوری هائی در خصوص نحوه استفاده ۱۳
ب-۱ کلیات ۱۳
ب-۲ آزمون نوع ۱ ۱۳
ب-۳ آزمون نوع ۲ ۱۵

پیوست پ(اطلاعاتی) توضیحاتی در خصوص نحوه استخراج منحنی مشخصه عملکرد کتاب نامه ۱۷

پیش گفتار

استاندارد " لیزر وتجهیزات مرتبط با لیزر– روش‌های آزمون برای آستانه تخریب ناشی از لیزر- قسمت سوم: تضمین قابلیت کار با توان (انرژی) تابش لیزر" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت مهندسی اندیشه فاخر شهرکرد تهیه و تدوین شده است و در چهارصدو سی و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۲/۱۲/۲۰ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO 21254-3: 2011, Lasers and laser-related equipment —Test methods for laser-induced damagethreshold —Part 3:Assurance of laser power (energy)handling capabilities

مقدمه :

این استاندارد به منظور تأیید قابلیت کار با دانسیته توان (دانسیته انرژی) تابش لیزر توسط اجزای اپتیکی بدون پوشش و دارای پوشش دو روش را شرح می‌دهد.

این روش‌ها نتایج اندازه‌گیری سازگاری را ارائه می‌دهند و بنابراین می‌توانند برای آزمون پذیرش بکار گرفته شده یا برای تهیه نتایجی برای مقایسه توسط آزمایشگاه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

این روش‌ها برای همه انواع لیزر دارای ترکیب‌های مختلف طول موج و طول پالس کاربرد دارند. با این حال، مقایسه داده‌های آستانه تخریب می‌تواند گمراه کننده باشد، مگر اینکه اندازه‌گیری‌ها در طول موج و طول تپ-های یکسان انجام گیرد.

لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون برای آستانه تخریب ناشی از لیزر- بخش ۳ :تضمین قابلیت کار با توان(انرژی) تابش لیزر

هشدار – برون یابی داده‌های مربوط به تخریب می‌تواند منجر به برآورد بیش از اندازه در مورد آستانه تخریب لیزرشود. در خصوص مواد سمی (مانند ZnSe، GaAs، CdTe ، چالکاجنایید[1]، Be، Cr ، Ni)، این گونه برون یابی ها می‌تواند به خطرات جدی برای سلامتی منجرشود. برای اطلاعات بیشتر به پیوست الف از استاندارد ISO 21245-1 :2011 مراجعه شود.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین دو روش برای تایید قابلیت کار با چگالی توان (چگالی انرژی) تابش لیزر توسط سطوح اپتیکی می‌باشد.

در روش اول، آزمون سختگیرانه‌ای ارائه می‌شود که برای شناخت آسیب‌های بالقوه، الزامات را با یک درجه تضمین معین برآورده می‌کند.

روش دوم یک آزمون ساده و بنابراین ارزان است که یک سطح از آزمون حاصل از تجربیات را فراهم می‌کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است . 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 تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

ISO 11145, Optics and photonics — Lasers and laser-related equipment — Vocabulary and symbols

ISO 21254-1:2011, Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser-induced damage threshold — Part 1: Definitions and general principles

1-Chalcogenides

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف مندرج در استانداردهای ISO 11145 و ISO 21245 -1، موارد زیر نیز به کار می‌رود.

۳-۱
درجه تضمین[1]

Ø

همان چگالی انرژی/ چگالی توان / چگالی توان خطی تابش لیزر وارد شده بر سطح اپتیکی جزء تحت آزمون است.

۳-۲
مساحت مورداطمینان [2]

A_{ϕ}

مساحت ناحیه ای که مقدار H (x ،y ،z) بر روی آن، مساوی یا بزرگ‌تر از سطح تضمین Ø است.

۳-۳
درجه اطمینان (ضریب اطمینان)[3]

γ

احتمال تکمیل موفقیت آمیز آزمون تضمین است.

۳-۴
پرتو بالا تخت [4]

پرتولیزری که دارای یک ناحیه وسیع دارای پیک شدت (یا پیک شار) تقریبا ثابت است.

۳-۵
کسر مساحت در معرض تابش[5]

---

1 - Assurance level
2 - Assurance area
3 - Confidence level
4 - Flat-top beam
5 - Fraction of test area to be exposed

f_{test}
کسری از کل مساحت یک جزء اپتیکی، که برای دستیابی به یک درجه اطمینان معین، قرار است مورد تحقیق قرارگیرد.

۶-۳
مساحت تحت آزمون[1]
A_{test}
مساحت جزء اپتیکی که برای دستیابی به یک درجه اطمینان معین تحت آزمون قرار می‌گیرد.

۷-۳
هم پوشانی افقی [2]
Ω_x
کسری از مساحت در معرض تابش در راستای محور x ،که در دو پالس متوالی دارای هم پوشانی است.

۸-۳
هم پوشانی عمودی[3]
Ω_y
کسری از مساحت در معرض تابش در راستای محور y که در دو پالس متوالی دارای هم پوشانی است.

۹-۳
فاصله بین مقاطع تحت آزمون[4]
d_{ts}
همان جداسازی بین مقاطع تحت آزمون است.

۴ نمادها و یکاهای اندازه‌گیری

نمادها و یکاهای اندازه‌گیری در جدول ۱ گردآوری شده‌اند. علاوه بر این، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ISO 21254-1 نیز کاربرد دارند.

1 - Area to be tested
2 - Horizontal overlap
3 - Vertical overlap
4 - Distance between test sites

جدول ۱- نمادها و یکاهای اندازه‌گیری

نماد	یکا	اصطلاح
γ		درجه اطمینان
f_{test}		کسر مساحت تحت تابش
N_d		تعداد مقاطع حاوی نشانه شروع آسیب
$\emptyset$	$\frac{J}{cm2}$ ، $\frac{w}{cm2}$ ،$\frac{w}{cm}$	درجه تضمین
A_ϕ	Cm^2	مساحت تضمین شده
A_{test}	Cm^2	مساحت تحت آزمون
Ω_x		هم پوشانی افقی
Ω_y		هم پوشانی عمودی
d_{ts}		فاصله بین مقاطع آزمون

۵ روش‌های آزمون

۵-۱ اصول

این استاندارد ملی، روش‌های آزمونی را فراهم می‌کند که در خصوص قابلیت کار جزء تحت آزمون، با چگالی توان (چگالی انرژی) تابش لیزر درجه بالایی از اطمینان را ایجاد می‌کند.

این روش‌ها می‌توانند در گستره وسیعی از کاربردها، شامل: آزمون غیر مخرب، نمونه برداری شاهد، نمونه برداری بهر[1] و بازرسی زیر روزنه‌ی نور[2] ، مورد استفاده قرار گیرند. آن درجه از اطمینان که نشان می‌دهد جز ء مورد آزمون دارای نقص نبوده و آستانه آسیب آن کمتر از قدرت قابل قبول تابش نیست، با افزایش درصد کسر مساحت تحت آزمون افزایش می‌یابد. این درجات اطمینان در پیوست‌های ب و پ مورد بحث قرار گرفته‌اند.

تعریف درجه اطمینان مورد نیاز و تعداد دفعات تکرار آزمون در هر مقطع (۱آزمون در ۱ مقطع یا S آزمون در ۱ مقطع) ونیز فرکانس تکرار پالس در هر مقطع آزمون، در خلال مباحثه بین دست‌اندرکاران آزمایشگاه و کاربر/ تولید کننده آن جزء، بدست می‌آید.

به این ترتیب پارامترهائی مانند مساحت مورد اطمینان، A_ϕ ، فاصله بین مقاطع آزمون، d_{ts} ، و تعداد کل مقاطع در معرض تابش ، N_{ts}، تعریف خواهند شد.

دراستاندارد ISO 21254-1، بر پایه اصول عمومی، دستگاهی برای نمونه برداری به منظور آزمون آستانه تخریب تعیین شد ه است. یک سامانه لیزر همراه با یک سامانه مناسب برای آماده‌سازی پرتو که بتواند یک پرتو لیزر با

1 -Lot
2- Sub-aperture inspection

پروفایل فضایی بالا تخت تجدید پذیرتولید نماید، برای اطمینان از قابلیت کارجزء مورد نظر با توان (انرژی) لیزر، مورد نیاز است.
در این آزمون، مقاطعی از سطح هر نمونه، با توان و ترتیب مشخص یا توافق شده، تحت تابش قرار گرفته تا عدم وجود هر گونه آسیبی تایید شود. تعداد مقاطع تحت آزمون بر روی یک سطح اپتیکی که تحت تابش قرار می‌گیرد، باید به اندازه کافی باشد تا درجه طمینان مورد نظر بتواند حاصل شود.
از آنجا که مشاهده هر گونه آسیب در طی یک آزمون به منزله شکست آزمون برای آن جزء است، این آزمون برای اجزائی که این آزمون برای آن‌ها قابل قبول است، می‌تواند غیر مخرب بشمار آید.
به منظور آشکار سازی هر گونه آسیب، مقطع تحت آزمون قبل و بعد از تابش مورد بازرسی میکروسکوپی قرار می‌گیرد.
قابلیت کار با شار نوری در مورد هر یک از سطوح اپتیکی تحت تابش توسط لیزر پالس کوتاه، معمولاً با یکای چگالی انرژی بیان می‌شود، برای مثال ژول بر سانتی متر مربع.
قابلیت کار یک سطح اپتیکی تحت تابش توسط لیزرهای CW[1] (موج پیوسته)یا لیزرهای شبه موج پیوسته، معمولاً با یکای چگالی توان خطی بیان می‌شود، برای مثال وات بر سانتی متر. بیان چگالی توان خطی با یکای وات بر سانتی متر برای درجه بندی و مقایسه نتایج به دست آمده در خصوص لیزرهای موج پیوسته و شبه پیوسته، مناسب تر است.

۵-۲ روش‌های آزمون

۵-۲-۱ کلیات

در آزمون‌هایی که توانایی استقامت یک نمونه در برابر اشعه لیزر بررسی می‌شود، امکان تعریف دو نوع آزمون وجود دارد.

اولین آزمون، آزمون نوع ۱ است، این آزمون تعیین درجه ای از اطمینان را مقدور می‌سازد که بیش از یک تعداد معین از نقص در داخل مقطع موردآزمون را مجاز نمی‌داند. آزمون نوع ۱ در بند ۵-۲-۲ شرح داده شده است.

آزمون بعدی، آزمون نوع ۲ است که معمولاً به صورت تجربی طراحی شده است، که بر روی یک نمونه معین برای کاربرد معین، مورد استفاده قرار می‌گیرد. چنین آزمون‌هایی به منظور انجام غربال‌گری مقرون به صرفه وقتی که تعداد زیادی از محصولات در یک محیط صنعتی مورد نظر است به کار گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که چنین آزمون‌های تجربی، از اولین آزمون‌ها در خصوص آسیب‌های مرتبط با لیزر هستند که به طور گسترده

1-Continuous-Wave

در خطوط تولید مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. معیارهای مورد نیاز برای تعیین و تعریف آزمون نوع ۲ در بند ۵-۲-۳ ارائه شده است.

۵-۲-۲ آزمون نوع ۱

درجه تضمین $\emptyset$، درجه اطمینان γ، و تعداد نقص‌های مشاهده شده N_d، به ازای هر آزمونه، بسته به نوع کاربرد انتخاب می‌شود که به طور معمول از مسئولیت‌های کار بر است.

از شکل ۱ به منظور تعیین کسر در معرض تابش f_{test}، از مساحت تحت آزمون A_{test}، استفاده کنید.

توسط اندازه گیری، مقدار A_{ϕ} را از پروفایل چگالی توان یا چگالی انرژی پرتو تابش در صفحه هدف، تعیین کنید.

تعداد دفعاتی که نیاز است کسر f_{test} تحت تابش قرار گیرد، N_{ts}، را از رابطه زیر بدست آورید:

$$N_{ts} = \frac{A_{test} F_{test}}{A_{\emptyset}} \qquad (۱)$$

برای آرایه‌های شش ضلعی تنگ چین [1] و برای آرایه‌های مربعی شکل، فاصله بین مقاطع آزمون، d_{ts}، را ازروابط زیر بدست آورید:

$$\sqrt{\frac{2A_{test}}{N_{ts}\sqrt{3}}} = dts \qquad (۲)$$ برای آرایه‌های شش ضلعی تنگ چین

$$\sqrt{\frac{A_{test}}{N_{ts}}} = dts \qquad (۳)$$ برای آرایه‌های مربعی شکل

همپوشانی Ω_x را از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$\Omega_x = \frac{\iint H(x,y).H(x-dts,y)\,dx\,dy}{\iint H(x,y)^2\,dx\,dy} \qquad (۴)$$

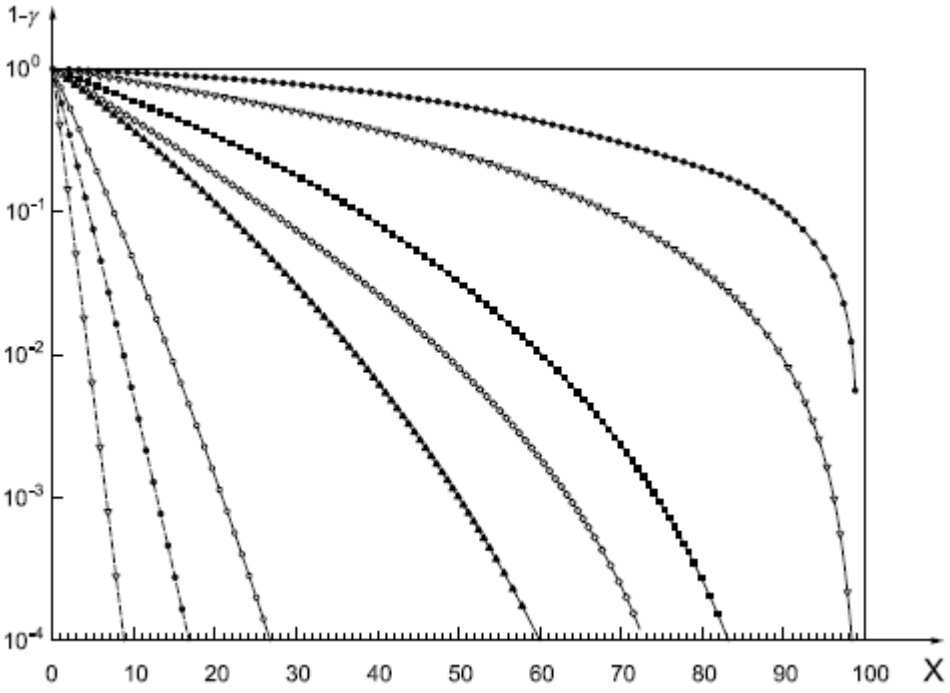
ممکن است آزمون غیر مشروط در همه حالت‌ها انجام پذیر نباشد، برای مثال وقتی که Ω_x یا Ωy خیلی کمتر از ۱ باشند. همچنین توجه کنیدکه اگر $H(x,y)$ به طور قابل ملاحظه‌ای غیر متقارن باشد، محاسبه Ωy، و نیز استفاده از فاصله گذاری متفاوت برای مقاطع درراستای x و y ضروری است. Ωy از رابطه زیر بدست می‌آید: (۵)

$$\Omega_y = \frac{\iint H(x,y).H(x,y-dts)\,dx\,dy}{\iint H(x,y)^2\,dx\,dy}$$

1- Closed packed hexagonal array

N_{ts} مقطع از سطح اپتیکی تحت آزمون را مرحله به مرحله، تحت تابش قرار دهید. مقاطع تحت آزمون باید با فاصله ای برابر با ابعاد یک آرایه شش ضلعی تنگ چین با ثابت شبکه d_{ts}، از هم جدا شده باشند. برای انجام S آزمون در۱ مقطع، هر مقطع آزمون باید با تعداد پالس‌های الزام شده برای هر کاربرد معین، تحت تابش قرار گیرد.

اگر در هر یک از مقاطع آسیبی مشاهده شود، آن جزء در آزمون رد شده است و باید به همین دلیل کنار گذاشته شود. اگر قطعه تحت آزمون، در برابر تابش استقامت کافی داشته (بدون آسیب در هیچ یک از مقاطع) باشد، آنگاه نمونه مورد نظر برای پارامترهای معین آزمون شده قابل قبول ارزیابی می‌شود.



راهنما

X درصد مساحت آزمون شده

--●-- ۱ نقص	--▲-- ۱۰ نقص
--▽-- ۲ نقص	-- □-- ۳۰ نقص
--■-- ۵ نقص	--●-- ۵۰ نقص
--◇-- ۷ نقص	--△-- ۱۰۰ نقص

شکل ۱ – منحنی شاخص عملکرد

یاد آوری : ساز و کار استخراج منحنی شکل ۱ که منحنی شاخص عملکرد (OC)[1] نامیده می‌شود، مبتنی بر آسیب است و در آن، نقص عنصر غالب است. جزئیات نحوه استخراج منحنی شاخص عملکرد (OC)در پیوست پ داده شده است.

۵-۲-۳ آزمون نوع ۲

به منظور تعیین یک آزمون نوع ۲، پارامترهای زیر باید مشخص و کنترل شوند:

- درجه تضمین، $\emptyset$
- مساحتی که در تمامی نقاط آن حداقل این درجه تضمین بر قرار است، $A\emptyset$
- تعداد مقاطع آزمون شده، N_{ts}
- تعداد تابش‌هایی که هر مقطع در معرض آن قرار می‌گیرد، S
- فرکانس تکرار پالس در یک آزمون S در ۱، f_p
- فاصله بین مقاطع در معرض تابش

در صورتی که این پارامترها توسط کاربر مشخص نشده باشند، آزمایشگاه آزمون کننده باید از مقاطعی با حد اکثر مساحت لازم برای حصول درجه تضمین مورد نظراستفاده کند. آزمایشگاه آزمون کننده همچنین باید یک الگوی تابش بدون همپوشانی مقاطع پیشنهاد کند (برای مثال ۱۰ ردیف از ۱۰ مقطع مجزا بر روی ناحیه مرکزی سطح تحت آزمون).

یک مثال از یک آزمون نوعی ۲ در بخش آخر از پیوست ب داده شده است.

یاد آوری : آزمون نوع ۲ اغلب در خصوص کاربردهای صنعتی (در مقیاس بزرگ) مناسبت بیشتری دارد.

٦ درستی

همان طور که در استاندارد ISO 21245 -1 مشخص شده است، یک برآورد برای خطای کالیبراسیون به منظور تعیین درستی کلی وسایل اندازه‌گیری باید تهیه شود.

تغییرات آهنگ تکرار تپ، انرژی یا توان کلی پرتو، پروفایل فضایی و پروفایل زمانی، باید در برآورد خطا لحاظ شده باشند.

1-Operating - characteristic

۷ گزارش آزمون

به منظور مستند سازی و ارائه داده‌های اندازه گیری، گزارش آزمون باید شامل اطلاعات مشخص شده دربند ۸ استاندارد ISO 21245 -1 : 2011، آیتم‌های الف تا پ)، نوع آزمون تضمین انجام شده، بعلاوه اطلاعات زیر باشد.

الف - شرایط آزمون

- تنظیمات پارامترهای منبع تابش؛
- مساحت آزمون تضمین؛
- انرژی تپ؛
- طول مدت [1]تپ؛
- آهنگ تکرار تپ؛

ب- نتایج آزمون؛

- جزء مورد نظر، آزمون را با موفقیت گذرانده است یا خیر؛
- اگر نتیجه منفی است، در این صورت توصیه می‌شود یک فوتو میکروگراف[2] که محل آسیب را نشان دهد ضمیمه شود.

یک گزارش آزمون شامل مشخصات فنی و نتایج آزمون باید فراهم و به کاربر عرضه شده باشد.
یک مثال در پیوست الف داده شده است.

1-Duration
1- Photomicrograph

پیوست الف

(اطلاعاتی)

یک مثال از گزارش آزمون

تضمین قابلیت کار با انرژی تابش لیزرمطابق با استاندارد ملی ISO 21254-3

موسسه آزمون

نام موسسه:

آزمون کننده / تاریخ:

نمونه

نوع نمونه: قسمت اصلی، HR در ۱۹۳ nm برروی Caf_2

تولید کننده

انبارش، تمیز کاری: شرایط عادی آزمایشگاه

ویژگی‌ها: آینه بازتاب بالا، R>99/5%،در ۱۹۳ nm، زاویه تابش صفر رادیان، پوشش استاندارد برای استفاده نرمال در لیزرهای رادیو اکتیو

شناسه قطعه، تاریخ تولید:

شماره سریال قطعه:

ویژگی‌های آزمون

پارامترهای لیزر

طول موج: ۱۹۳nm

زاویه تابش: 0 rad

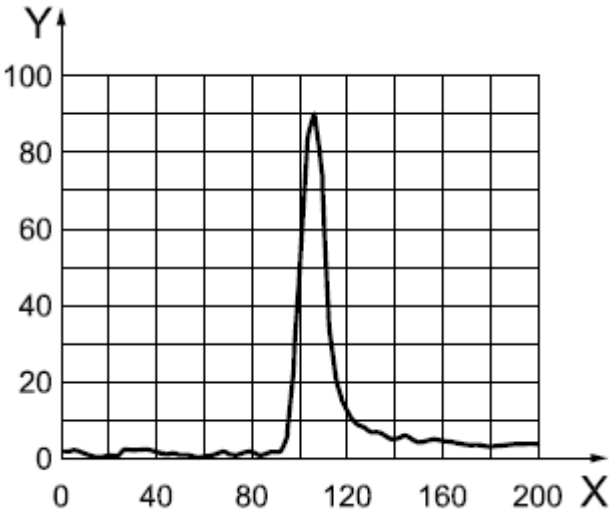
حالت قطبش: بدون قطبش

فرکانس تکرار تپ: ۲۰۰Hz

قطر مؤثر پرتو در صفحه هدف: ۶/۶mm

طول مدت تپ: ۱۳/۰ns

طول مدت مؤثر تپ: ۱۲/۵ns

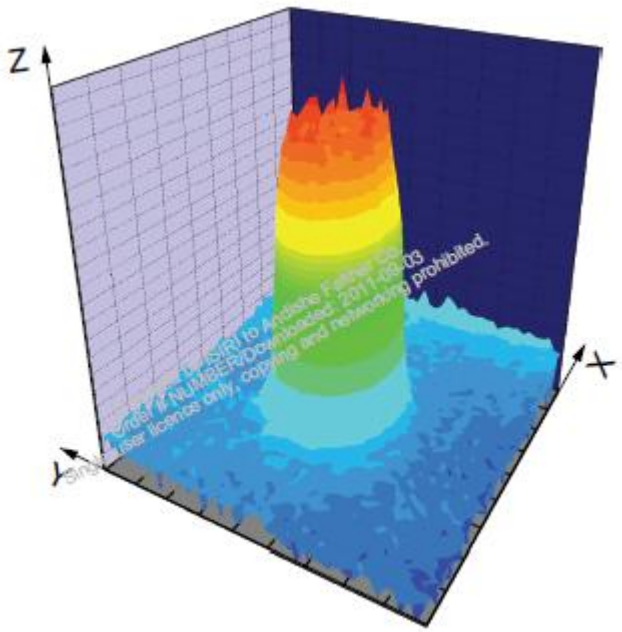


راهنما

X زمان، به نانو ثانیه

Y قدرت، به یکای دلخواه

شکل الف-۱ پروفایل زمانی تابش



راهنما

X مقیاس طول، به میلی متر

Y مقیاس طول، به میلی متر

Z شار، به یکای دلخواه

شکل الف –۲ پروفایل فضایی تابش

برآورد خطا

الف) تغییرات تصادفی:

پایداری انرژی از یک پالس به پالس دیگر	±۷٪
پایداری پروفایل فضایی از یک پالس به پالس دیگر	± ۳٪
پایداری پروفایل زمانی از یک پالس به پالس دیگر	±۱۰٪

ب) تغییرات سیستمی:

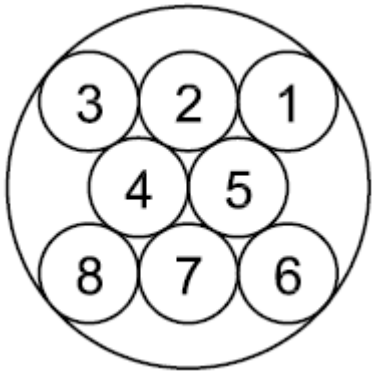
کالیبراسیون پالایشگر انرژی	±۸٪
قابلیت تکرار پذیری کلی اندازه گیری چگالی انرژی	±۸٪
عدم قطعیت کلی اندازه گیری چگالی انرژی	±۱۰٪

روش آزمون

نوع آزمون: نوع ۱

درجه تضمین: ۶/۵ $^{mJ}/_{cm2}$

درجه اطمینان:	٪۹۷
تعداد نقص به ازای یک قطعه:	۵
مساحت آزمون شده:	۴/۹cm^{۲}
آزمون مشروط ؟ (بله یا خیر)	خیر
فرکانس تکرار تپ:	۲۰۰ HZ
تعداد تابش در هر مقطع:	۱۰۰ ۰۰۰
تعداد تابش درهر نمونه آزمون:	۸۰۰ ۰۰۰
ترکیب بندی مقاطع آزمون:	آرایه شش ضلعی تنگ چین (به شکل الف – ۳ مراجعه شود)
فاصله بین مقاطع تحت آزمون:	۶/۷mm
تعداد آزمونه:	۱
تعداد کل مقاطع تحت آزمون :	۸
روش شناسائی آسیب:	بازرسی پس از آزمون با میکروسکوپ نومارسکی
انبارش نمونه:	جعبه تولید کننده، PE، شرایط عادی اتاق
محیط آزمون:	تمیز، هوای فیلتر شده
تمیز کاری:	تمیز کاری دستی با کاغذ لنز، ایزو پروپانول[۱] و استن[۲]
نتیجه آزمون: قبول	



شکل الف-۳ آرایش مقاطع تحت آزمون

1 - Isopropanol
2 - Acetone

پیوست ب

(اطلاعاتی)

یادآوری‌هایی در خصوص نحوه استفاده

ب-۱ کلیات

این پیوست از طریق ارائه یادآوری‌های حاوی دستورالعمل‌های لازم برای آزمون نمونه‌های مورد نظر و گزارش آزمون بدست آمده، نحوه استفاده از این استانداردرا برای آزمایشگاه‌های آزمون کننده مورد بحث قرار می‌دهد.

یک یاد آوری که دستور العمل‌هائی را برای آزمون تضمین به همراه داشته باشد، می‌تواند به صورت زیر باشد:

" سطح اپتیکی پوشش داری که تحت چگالی انرژی ۱۰ j/cm^2 با ضریب اطمینان ٪۹۵ قرار است مورد تایید قرار بگیرد، نباید بر روی روزنه تمیز، حاوی بیش از ۲ مقطع حاوی شروع آسیب باشد. مساحت روزنه تمیز برای این جزء برابر با $۱۰cm^۲$ می‌باشد."

ب-۲ آزمون نوع ۱

پارامترهای آزمون درجه تضمین در یاد آوری آخر بند ب-۱ داده شده‌اند.

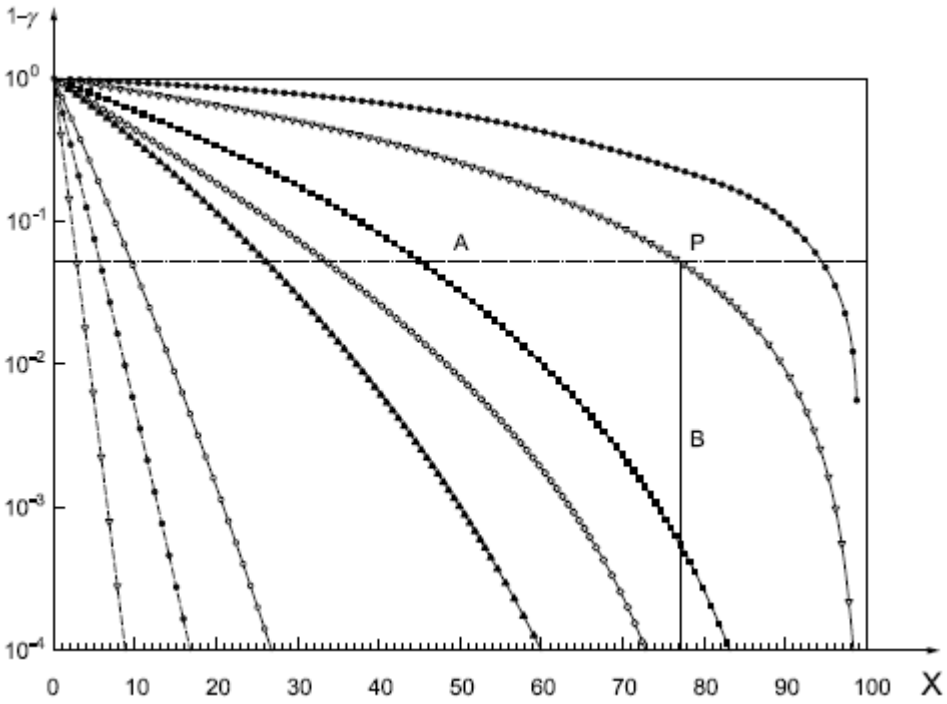
مرحله ۱: برای تأیید ۹۵٪ ضریب اعتماد تحت چگالی انرژی $10\ J/cm^2$، کسر سطح تحت آزمون، f_{test}، را طوری مشخص کنید که بیشتر از ۲ مقطع حاوی شروع آسیب در آن وجود نداشته باشد. برای مشخص کردن f_{test}، به شکل ۱ مراجعه شود. با استفاده از شکل ۱- ب، اقدامات زیر را انجام دهید. یک خط افقی (A) با مقدار ۰٫۰۵ رسم کنید، این مقدار مکمل ضریب اطمینان ۹۵٪ است. (که می‌توان آن را مقدار ریسک خواند). این خط را ادامه دهید تا منحنی مربوط به $N_d = 2$ را قطع کند، محل تلاقی را مثلا نقطه P بنامید. سپس خط B را از نقطه P بر خط A عمود کنید. نقطه تلاقی این خط با محور افقی، کسر مساحت سطحی است که تحت تابش قرار می‌گیرد، برای مثال ۰٫۷۷ یا ۷۷٪ . شکل ب-۱ این فرآیند را نمایش می‌دهد.

مرحله ۲: مساحت مقطع آزمون لیزر با چگالی انرژی برابر یا بیشتر از $10 J/cm^2$را مشخص کنید، A_{10}. برای تعیین A_{10} داشتن آگاهی از پروفایل فضایی $H(y,z)$ الزامی است. در این مثال فرض شده است که پروفایل شار فضایی یک توزیع "کله قندی"[1] ایده آل با شعاع ۱mm دارد. پس :

ب-۱

$$H(y,z) = \begin{cases} H_0 & \text{اگر } 1\ mm \le \sqrt{y^2+z^2} \\ 0 & \text{اگر } 1\ mm > \sqrt{y^2+z^2} \end{cases}$$

برای این توزیع شار، A_{10} برابر با $\pi\ mm^2$ یا به عبارت دیگر برابر با $0/031\ cm^2$ است.



راهنما

X درصد مساحت آزمون شده

—●— ۱ نقص

—▽— ۲ نقص

—■— ۵ نقص

—◇— ۷ نقص

A خط افقی

B خط عمودی

P نقطه تلاقی خط A و خط B

—○— ۹۵٪ اعتماد [$0/05\ p_{r(s)}$]

—▲— ۱۰ نقص

—○— ۳۰ نقص

--●-- ۵۰ نقص

--▽-- ۱۰۰ نقص

1- Top- hat

شکل ب –۱ کسر سطح الزام شده آزمون برای درجه اطمینان **۷** ، به ازای مقادیر مختلف N_d

مرحله ۳: مرحله بعدی، محاسبه تعداد مقاطع مورد نیاز، N_{ts}، برای مواجهه ۷۷٪ از مساحت روزنه تمیز ،A_{test} ، با چگالی انرژی $10\ J/cm^2$ می‌باشد که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Nts = \frac{A\ testf\ test}{A10} = ۲۴۹ \qquad ب-۲$$

مرحله ۴: تعیین فاصله بین مقاطع تحت تابش قدم بعدی است. مؤثرترین آرایه دو بعدی، یک آرایه شش ضلعی تنگ چین است که در آن هر مقطع شش همسایه دارد و فاصله بین آن‌ها مساوی است. اگر فاصله بین مقاطع آزمون با d_{ts} نشان داده شده باشد،

$$d_{ts} = \sqrt{\frac{2\ A\ test}{Nts\sqrt{3}}} \quad \text{برای آرایه‌های تنگ چین شش ضلعی} \qquad ب-۳$$

$$d_{ts} = \sqrt{\frac{A\ test}{Nts}} \quad \text{برای آرایه‌های مربعی شکل} \qquad ب-۴$$

مرحله ۵: با عدد گذاری در رابطه بالا، برای آرایه شش ضلعی تنگ چین ، فاصله مرکز به مرکز برابر با mm ۱٫۹ بدست می‌آید (d_{ts}).

مرحله ۶: در این مورد چون d_{ts} بزرگ‌تر از قطر مقطع است، هیچ هم پوشانی وجود ندارد. بنابراین $\Omega = 0$

مرحله ۷: در معرض تابش قرار دادن جزء مورد نظر، قدم پایانی در این روش است. مقاطع روی سطح این جزء که در فاصله mm ۱٫۹ از هم قرار گرفته اند، ۲۴۹ بار تحت تابش قرار گرفته و آسیب وارده به هر مقطع پایش می شود. اگر در هیچ یک از مقاطع در معرض قرار گرفته، آسیبی مشاهده نشود، این قطعه آزمون را گذرانده ومورد تایید قرار گرفته است.

ب-۳ آزمون نوع ۲

در مورد یک آزمون نوع ۲ پارامتر های زیر ثابت هستند:

الف) درجه اطمینان، ϕ

ب) مساحت مورد اطمینان A_ϕ

پ) تعداد دفعات تابش N_{ts}

ت) تعداد دفعات تابش در هر مقطع، S

ث) فرکانس تکرار تپ، f_p، اگر $S>1$

ج) فاصله بین مقاطع تحت آزمون، d_{ts}

در این مثال، یک آزمون بر روی یک پنجره فرضی به ابعاد ۵cm در ۵cm را در نظر بگیرید.

در این استاندارد ملی فرآیندها و پارامترهایی ارائه شده اند که توصیه می‌شود به منظور رسیدن به یک نتیجه تکرار پذیر تعیین شوند. این استاندارد در خصوص مقدار پارامترهای یک آزمون نوع ۲ هیچ گونه راهنمائی ارائه نمی کند. تعیین این مقادیر از مسئولیت های کاربر، تولید کننده یا سازمان آزمون کننده است.

فرض کنید برای پنجره ۵cm در ۵cm ، کاربر مقادیر زیر را تعریف کرده است:

الف) درجه اطمینان، $\phi = 10\ J/cm^2$؛

ب) مساحت مورد اطمینان $A_\phi = 15\ mm^2$؛

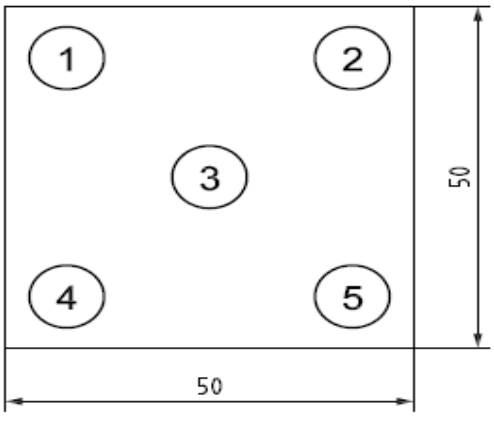
پ) تعداد مقاطع $N_{ts} = 5$؛

ت) تعداد شات‌ها در هر مقطع $S= ۲۰۰$؛

ث) فرکانس تکرار پالس $f_p = 20Hz$؛

ج) فاصله بین مقاطع آزمون، حداکثر ممکن ؛

در مورد این آزمون فرضی، ابتدا یک مقطع از پنجره آزمون، ۲۰۰ بار تحت تابش قرار می‌گیرد (به شکل ب-۲ مراجعه شود). اگر آسیبی در آن مقطع مشاهده نشود، آنگاه تابش لیزر موقعیتش را به مقطع دوم تغییر می‌دهد، و دوباره ۲۰۰ شات شلیک می شود. این فرآیند ادامه پیدا می کند تا زمانی که هر ۵ مقطع، ۲۰۰ شات دریافت کنند یا آسیبی مشاهده شود.



شکل ب-۲ مثالی از چیدمان مقاطع تحت آزمون نوع ۲

پیوست پ

(اطلاعاتی)

توضیحاتی در خصوص نحوه استخراج منحنی شاخص عملکرد

این پیوست جزئیاتی را در مورد نحوه دستیابی به منحنی شاخص عملکرد ارائه می کند که بر پایه ارتباط بین احتمال موفقیت یک آزمون و کسر مساحت تحت تابش از سطح تحت آزمون بر حسب تعداد محل‌های آسیب دیده، N_d، بیان می شود.

احتمال بروز آسیب در اولین شات، با $P(D_1)$ نشان داده شده است، که از رابطه زیر بدست می آید:

$$P(D1)=1-e^{\frac{-A_{\varphi} N_d}{A_{test}}} \qquad \text{پ-۱}$$

احتمال دوام (عدم آسیب) در اولین شات، با $P(ND_1)$ نشان داده شده است که مکمل $P(D_1)$ است، یعنی :

$$P(ND_1) = e^{\frac{-A_{\varphi} N_d}{A_{test}}} \qquad \text{پ-۲}$$

احتمال دوام در شات دوم حاصل ضرب احتمال دوام در شات اول و دوم است. مقدار $P(ND_2)$ از رابطه زیر بدست می آید:

$$P(ND_2)= e^{\frac{-A\phi Nd}{Atest-A\phi}} \qquad \text{پ-۳}$$

علت کم کردن A_{ϕ} در مخرج کسر، عدم مشاهده آسیب در اولین شات است. بنابراین تعداد N_d آسیب در باقی مانده A_{test} باید در نظر گرفته شود. بنابراین احتمال دوام در شات دوم از رابطه زیر بدست می آید:

$$P(S_2)=P(ND_1) \cdot P(ND_2) = e^{\frac{-A_{\varphi} N_d}{A_{test}}} . e^{\frac{-A\phi Nd}{Atest-A\phi}} \qquad \text{پ-۴}$$

از معادله پ-۴، واضح است که مقدار $P(S_n)$ یا احتمال دوام درشات nام از رابطه زیر بدست می آید:

$$P(S_n)= e^{\frac{-A\phi Nd}{Atest}} . e^{\frac{-A\phi Nd}{Atest-A\phi}} \ \dots \ e^{\frac{A\phi Nd}{Atest-(n-1)A\phi}} \qquad \text{پ-۵}$$

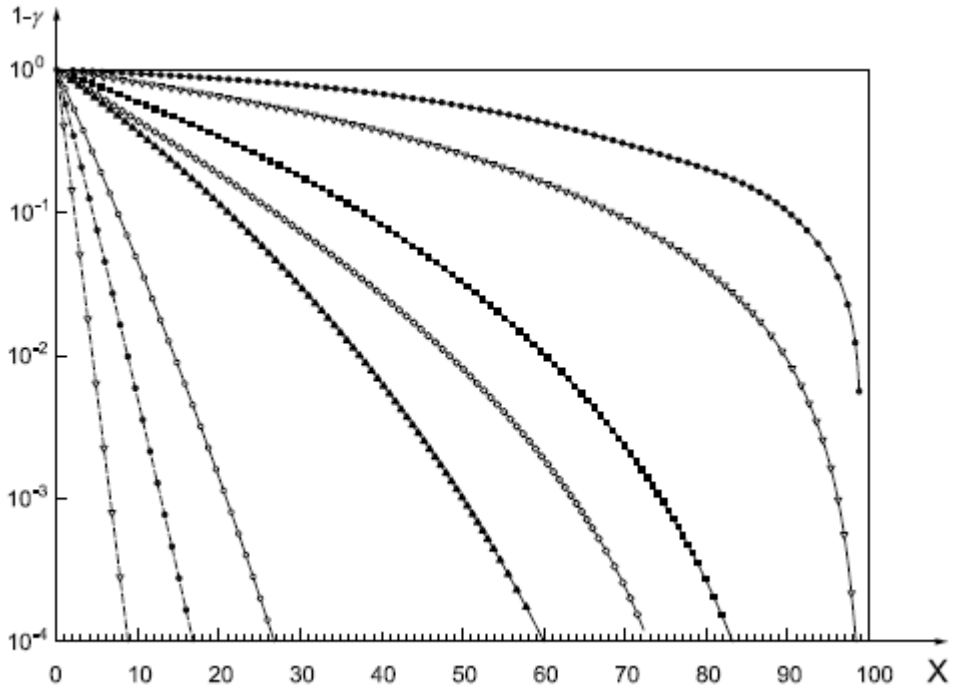
می توان با فاکتور گیری A_{test} ازعبارت توان، بی بعدبودن معادله را نشان داد:

$$P(S_n)=e^{\frac{A\phi Nd}{Atest}}.e^{\frac{\frac{A\phi Nd}{Atest}}{1-\frac{A\phi}{Atest}}}....e^{\frac{\frac{A\phi Nd}{Atest}}{1-(n-1)\frac{A\phi}{Atest}}}$$ پ-۶

اگر $u=\frac{A\phi}{Atest}$، به عبارت دیگر u همان نسبت مساحت مقطع تحت تابش به کل مساحت مورد آزمون باشد، می توان نشان داد که u عکس تعداد مقاطع در معرض تابش برای A_{test} است. بنابراین مقدار (n-1) u کسر مساحت تحت تابش به کل مساحت آزمون (تا n امین مقطع) است. بنابراین معادله (پ-۶) را می توان بصورت زیر نوشت:

$$P(S_n) =.e^{\frac{-uN_d}{1-u}}...e^{\frac{-uN_d}{1-(n-1)u}}e^{-uN_d}$$ پ-۷

یک نمونه از نمودار معادله (پ-۷) در شکل (پ-۱)داده شده است.



راهنما

X درصد مساحت آزمون شده

—●— ۱ نقص
—▲— ۱۰ نقص
—▽— ۲ نقص
—○— ۳۰ نقص
—■— ۵ نقص
--●-- ۵۰ نقص
—◇— ۷ نقص
--▽-- ۱۰۰ نقص

شکل پ-۱– منحني شاخص عملکرد

شکل پ-۱ نشان می دهد که $P(S_n)$ با افزایش تعداد نقص‌ها و کسر مساحت مورد اطمینان به شدت تغییر می کند. به علاوه، $P(S_n)$ به طور یکنواخت با افزایش مساحت تحت آزمون کاهش می یابد. بنابراین، مشاهده تعداد نقص کمتر از N_d در مساحت مورد اطمینان می تواند به منزله استقامت تفسیر شود.

اما یک احتمال محدود وجود دارد که نمونه تحت آزمون درهمان اوایل آزمون با شکست مواجه شود یا علی رغم بروز بیشتر از N_d آسیب، نمونه آزمون را بگذراند. هر چه احتمال مکمل کوچک‌تر در نظر گرفته شود، درجه اطمینان از این که در مساحت مورد اطمینان، تعداد نقص‌ها از N_d بیشتر نشود، افزایش می یابد. بنابراین γ به عنوان شاخصی برای اعتبار نتیجه آزمون تضمین در نظر گرفته می شود.

برای مثال، اگر مساحت خیلی کمی تحت تابش قرار بگیرد، بطورکاذب این انتظار بالا می‌رود که سطح اپتیکی در همه چگالی های تابش بجز در چگالی های بسیار زیاد سالم باقی بماند. بنابراین وقتی برای تعیین حداکثر نقص، مساحت های تحت تابش کم مورد آزمون قرار می گیرند، ضریب اطمینان، کم و مقدار γ کوچک است. بر عکس، اگر یک کسر بزرگ از مساحت تحت آزمون قرار گیرد، این احتمال وجود دارد که حتی مقادیر N_d برابر با ۱ و ۲ را نیز بتوان از هم تفکیک کرد. در نتیجه، γ بزرگ است و اطمینان بالایی وجود دارد که تعداد نقص در مساحت مورداطمینان کمتر از N_d باشد و به این ترتیب انتساب نام درجه اطمینان به γ معنی دار خواهد بود.

کتابنامه

[1] ISO 10110-7, Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements and systems —Part 7: Surface imperfection tolerances

[2] ISO 21254-2, Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser-induced damage threshold — Part 2: Threshold determination

[3] ISO/TR 21254-4, Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser-induced damage threshold — Part 4: Inspection, detection and measurement