INSO
19429
1st.Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۹۴۲۹
چاپ اول
۱۳۹۳

اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- لیزرها و تجهیزات مرتبط با لیزر- طول عمر لیزرها

Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Lifetime of lasers

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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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 سازندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند 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 می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند 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 می تواند 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 سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . 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

«اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- لیزرها و تجهیزات مرتبط با لیزر- طول عمرلیزرها»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
داداش زاده ، نوشین (دکتری فیزیک اپتیک)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد هادی شهر
دبیر:	
عزی ، صابر (فوق لیسانس مکانیک)	شرکت آتیه صنعت جاوید ارس
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اشجاری ، محمدعلی (دکتری مکانیک)	دانشگاه بین المللی جلفا
پوراصغری ، مهدیه (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت آمیکو
ترکمن ، لیلا (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره استاندارد آذربایجان شرقی
جدیدی علمداری ، سمیرا (فوق لیسانس مکانیک)	شرکت آمیکو
حاتمی ، علی (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت انرژی های نو
حبیبی ، یونس (لیسانس مهندسی برق)	شرکت آمیکو

حیدرآبادی ، پروانه (لیسانس مهندسی معماری)	منطقه آزاد ارس
صمیمی اصل ، تقی (فوق لیسانس مهندسی برق)	شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی
قنبرزاده ، مقداد (فوق لیسانس مکانیک)	شرکت آتیه صنعت جاوید ارس
قنبری ، کیوان (فوق لیسانس فیزیک)	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
مالکی ، نقی (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت آتیه صنعت جاوید ارس
نبوی ، محمدحسین (دکتری مهندسی برق)	دانشگاه آزاد تبریز

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
	پیش گفتار	ه
	مقدمه	و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۳-۱	مدهای عملکرد	۲
۳-۲	شرایط عملکردی	۳
۳-۳	اصطلاحات مربوط به طول عمر	۴
۳-۴	انواع و طبقه بندی	۶
۳-۵	سایر موارد	۷
۴	نمادها و اختصارات	۸
۴-۱	نمادها	۸
۴-۲	اختصارات	۸
۵	روش‌های آزمون	۸
۵-۱	کلیات	۸
۵-۲	انتخاب لیزرها برای آزمون طول عمر	۹
۵-۳	آزمون طول عمر در مد APPC و ACC	۹
۵-۴	آزمون طول عمر در مد APC	۱۰
۵-۵	آزمون طول عمر در گشودگی محدود	۱۱
۶	ارزیابی و برون‌یابی	۱۱
۷	گزارش آزمون	۱۳
	کتابنامه	۱۶

پیش گفتار

استاندارد "اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- لیزرها و تجهیزات مرتبط با لیزر- طول عمر لیزرها" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت آتیه صنعت جاوید ارس تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و نود و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۶ 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 می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 17526:2003, Plain Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Lifetime of lasers

اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- لیزرها و تجهیزات مرتبط با لیزر- طول عمر لیزرها

۱ هدف ودامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین اصطلاحات ، تعاریف و همچنین روش‌های آزمون و روش‌های اجرایی ارزیابی[1] جهت تشخیص[2]، برآورد و پیش‌بینی رفتارهای بلند مدت انواع مختلف لیزر می‌باشد.

این استاندارد ملی اصطلاحاتی را برای طول عمر لیزرها تعریف می‌کند و روش‌های آزمون و جنبه‌های اساسی را برای تعیین طول عمر مشخص می‌کند. این استاندارد برای همه انواع لیزرها از جمله لیزرهای دیودی که طول عمر برای آنها یک مسئله[3] مهم است کاربرد دارد، از جمله لیزرهایی که در مخابرات مورد استفاده قرار می‌گیرند در دامنه کاربرد این استاندارد قرار ندارند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد،اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر ایناستاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۶۵۶۶ سال ۱۳۸۱، اپتیک و وسایل اپتیکی - لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر - روشهای آزمون برای ویژگیهای زمانی , توان و انرژی باریکه لیزر

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۲۵ سال ۱۳۸۷، واژگان الکتروتکنیک- فصل ۱۹۱:قابلیت اعتماد وکیفیت خدمات

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۸۴ سال ۱۳۸۹، عبارات ریاضی برای اصطلاحات قابلیت اطمینان ، آمادگی ، قابلیت نگهداری و پشتیبانی نگهداری

2-4 ISO 11145:2001, Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Vocabulary and symbols

1- Evaluation procedure
2- Characterize
3- Issue

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ISO 11145، تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود:

یادآوری- برای سهولت، در همه قسمت‌های بعدی این استاندارد ملی اصطلاح"توان[1]"به مد cw[2] یا مدcw تکراری اشاره دارد، در حالی‌که "انرژی[3]" به مد پالسی[4] و مد شبه cw اشاره دارد.

۱-۳

مد های عملکرد[5]

یادآوری ۱- مدهای عملکردی ، مشخصه‌های پالسی و زمانی لیزر را تعیین می‌کنند.

یادآوری ۲- ممکن است مدهای عملکردی وجود داشته باشند که در طبقه بندی‌های زیر قرار نگیرند. این مدها باید در گزارش آزمون به همراه جزئیات شرح داده شوند.

۱-۱-۳

مد cw[6] (موج پیوسته)

مدی که در آن لیزر تابش‌های پیوسته‌ای در دوره زمانی بزرگتر یا مساوی ۰/۲۵ ثانیه گسیل می‌کند.

۲-۱-۳

مد cw تکراری

مدی که در آن لیزر در مد cw عمل می‌کند اما به طور تکراری بیشتر از یک بار در دقیقه روشن و خاموش می‌شود.

۳-۱-۳

مد پالسی

مدی که در آن لیزر انرژی‌اش را به صورت یک تک‌پالس یا رشته‌ای از پالس‌ها آزاد می‌کند.

یادآوری ۱- مدت زمان یک پالس، کمتر از ۰/۲۵ ثانیه است.

یادآوری ۲- مدهای عملکردی تعریف شده در زیر (۳-۱-۴ تا ۳-۱-۷) نمونه‌های خاصی از مدهای پالسی هستند.

۴-۱-۳

مد پالس رشته‌ای

1- Power
2- Mode
3- Energy
4- Pulsed mode
5- Operation Modes
6- Continous WaveLine

مدی که در آن لیزر حداقل ۱۰۰ پالس تابشی بعدی را (مدت پالس[1] کمتر از ۰/۲۵ ثانیه) با یک نرخ تکرار پیوسته پالس گسیل می‌کند.

۳-۱-۵

مد تک‌پالس

مدی که در آن، لیزر پالس‌های تکی را با نرخ تکرار پائین گسیل می‌کند، یعنی محیط لیزری[2] بین پالس‌های بعدی به حالت تعادل رسیده است.

یادآوری-اگر پس از روشن کردن لیزر، همه مشخصه‌های آن که مربوط به کاربردهای مورد نظر آن است، همانند تپ اول باشد، لیزر در حالت تعادل در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱-۶

مد پالس انفجار[3]

مدی که در آن یک باریکه لیزر پالسی[4] با یک نرخ تکرار پالس ثابت f_p به طور تکراری روشن و خاموش می‌شود، شود، که هر انفجار حداقل شامل دو پالس می‌باشد و فاصله زمانی بین دو انفجار حداقل دو برابر عکس نرخ تکرار پالس می‌باشد.

۳-۱-۷

مد- شبه- cw[5]

مدی که در آن مدت زمان تابش لیزر آنقدر طولانی است که ماده فعال لیزر[6] به تعادل اپتیکی خود رسیده، اما به به تعادل گرمایی خود نرسیده است.

یادآوری-برای برخی از انواع لیزرها (به خصوص لیزرهای دیودی و دستگاه‌های بر پایه لیزر دیودی) این مد عملکرد مناسب می‌باشد.

۳-۲

شرایط عملکردی

یادآوری ۱-در تعاریف زیر مدهای مختلف عملکرد بلندمدت تحت شرایطی که آزمون طول عمر صورت گرفته ، تعریف شده است.

یادآوری ۲-برای سهولت، در بندهای بعدی تنها اصطلاح "لیزر" استفاده می‌شود، هر چند تعاریف و روش‌های مربوطه ممکن است به دستگاه‌های لیزر، واحدهای لیزر[7]، مدول‌های لیزر[8] و غیره مطابق با بند ۳-۴ اشاره کند.

1- Pulse duration
2- Laser medium
3- Burst pulse mode
4- Pulsed Laser beam
5- Quasi-cw-mode
6- Laser optic material
7- Laser units
8- Laser modules

۱-۲-۳

مد کنترل توان پمپ خودکار

مد- APPC[1]

مدی که در آن لیزر در یک توان (انرژی) پمپ ثابت و کنترل شده به طور خودکار عمل می‌کند، در حالی که سایر شرایط عملکردی (مانند دما) ثابت نگه داشته شده‌است.

یادآوری-برای لیزرهایی که بصورت اپتیکی پمپ می شوند، مانندلیزرهای حالت جامد، جریان عملکردی برای لامپ‌های قوسی یا دیودهای پمپ تنظیم می‌شود تا کاهش منبع پمپ جبران گردد.

۲-۲-۳

مد کنترل جریان خودکار

مد- ACC[2]

مدی که در آن لیزر در یک جریان پمپ ثابت و کنترل شده به طور خودکار عمل می‌کند، در حالی که سایر شرایط عملکردی (مانند دما) ثابت نگه داشته شده‌اند.

یادآوری- مد ACC تنها برای لیزرهای با توان خروجی جریان کنترل‌شده ، مانند لیزرهای حالت جامد پمپی لامپ قوسی، برخی از انواع لیزرهای گازی یا لیزرهای دیودی قابل استفاده است. برای انواع معینی از لیزرها،استفاده از مد کنترل ولتاژ خودکار (مد AVC) مجاز است.

۳-۲-۳

مد کنترل توان خودکار

مد- APC[3]

مدی که در آن لیزر در یک توان (انرژی) خروجی اپتیکی ثابت و کنترل شده به طور خودکار از طریق تنظیم توان (انرژی) پمپ عمل می‌کند (برای مثال جریان عملکرد یا توان پمپ اپتیکی)، در حالی که سایر شرایط عملکردی (مانند دما) ثابت نگه داشته شده‌اند.

۴-۲-۳

مد انتخابی کاربر

مدی که در آن لیزر با تنظیمات ثابت قابل دسترس برای کاربر، عمل می‌کند.

یادآوری-مثال‌هایی از پارامترهایی که در یک سطح ثابت نگهداشته می‌شوند عبارتند از: جریان تخلیه برانگیخته[4] گاز لیزر، جریان لامپ پرنور لیزر حالت جامد، جریان لیزر دیودی، توان پمپ یا انرژی پمپ.

۳-۳

اصطلاحات مربوط به طول عمر

1- Automatic Pump Power Control mode
2- Automatic Current Control mode
3- Automatic Power Control mode
4- Exciting discharge

۱-۳-۳

زمان خرابی[1] TTF

مدت زمان کلی عملکرد یک مورد، از لحظه‌ای که برای اولین بار روشن می شود تا لحظه خرابی، یا از لحظه ترمیم[2] تا لحظه خرابی بعدی.

[IEC 60050-191-10-02:1990]

یادآوری-اگر زمان خرابی به یک جزء یا زیرسیستم مهم از لیزراشاره کند، بهتر است با عبارتTTFبیان شود.

۲-۳-۳

زمان میانگین خرابی[3] MTTF

زمان خرابی مورد انتظار

[IEC 60050-191-12-07:1990]

۳-۳-۳

قابلیت دسترسی

توانایی قرار گرفتن یک مورد در وضعیتی که عمل خواسته شده را تحت شرایط معین در یک لحظه زمانی معین یا در یک بازه زمانی معین با فرض این‌که منابع خارجی مورد نیاز تامین شده باشد.

یادآوری ۱-این توانایی بستگی به جنبه های ترکیب شده عملکرد قابل اعتماد[4]، عملکرد قابل نگهداری[5] و عملکرد پشتیبانی نگهداری[6] دارد.

یادآوری ۲-منابع بیرونی مورد نیاز غیر از منابع نگهداری، بر عملکرد قابلیت استفاده[7] مورد تاثیری ندارند.

یادآوری ۳: به استانداردIEC 61703:2001(استاندارد ملی ۱۳۲۸۴) زیربند ۶-۳-۱۰ رجوع کنید.

۴-۳-۳

افت[8]

کاهش عملکرد لیزر در طول مدت عملکرد، در صورتی که تحت شرایط عملکردی و محیطی ثابت مورد آزمون قرار گیرد.

۵-۳-۳

افت توان[9]

1- Time To Failure
2- Instant of restoration
3- Mean Time To Failure
4- Reliability performance
5- Maintainability performance
6- Maintenance support performance
7- Disponibilite
8- Degradation
9- Power Degradation

کاهش تدریجی توان خروجی نوری لیزر در طول مدت عملکرد، در صورتی که تحت شرایط عملکردی و محیطی ثابت مورد آزمون قرار گیرد.

یادآوری–ناپیوستگی‌های اتفاقی (کمتر از 10%افت توان) بعنوان مثال می تواند خرابی بخش های کوچکی از لیزر را در بر گیرد.

۶-۳-۳

نرخ افت (توان)

نسبت کاهش توان (انرژی) خروجی لیزر به مدت زمان عملکرد تحت شرایط ثابت آزمون

یادآوری–اگر لیزر در مد کنترل خودکار توان پمپ (مدAPPC) و یا در مد کنترل جریان خودکار (مدACC) مورد آزمون قرار گیرد، نرخ افت به صورت نسبت کاهش توان مابین زمان های t_1 و t_2(به ترتیبP_1 و P_2) $P_2 - P_1$ و در بازه زمانی $\Delta t = t_2 - t_1$ اندازه‌گیری می‌شود :

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

برای لیزرهای پالسی توان P با انرژی E جایگزین خواهد شد.

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{E_2 - E_1}{t_2 - t_1}$$

اگر لیزر در مد کنترل توان خودکار مورد آزمون قرار گیرد (مد -APC) نرخ افت به صورت افزایش نسبت توان پمپ P_{pump} مابین زمان t_1 و t_2 (به ترتیب$P_{pump,1}$ و $P_{pump,2}$) $P_{pump,2} - P_{pump,1}$ و در بازه زمانی $\Delta t = t_2 - t_1$ اندازه‌گیری می‌شود.

$$\frac{\Delta P_{Pump}}{\Delta t} = -\frac{P_{Pump,2} - P_{Pump,1}}{t_2 - t_1}$$

برای لیزرهای پالسی که در مدپالسی پمپ می‌شوند، توان پمپP_{pump} با انرژی پمپE_{pump} جایگزین می شود.

برای انواع خاصی از لیزرها، به‌عنوان مثال لیزرهای گازی یا لیزرهای دیودی، توان پمپ اساسا متناسب با جریان عملکردی I است. بنابراین در این موارد می‌توان در فرمول، توان پمپP_{pump} را با جریان عملکردی I جایگزین کرد.

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{I_2 - I_1}{t_2 - t_1}$$

۷-۳-۳

پایان عمر[1] EOL

مدت‌زمانی که پس از گذشت آن، لیزر برای اولین بار مشخصه‌های توان خروجی‌اش را کامل نمی‌کند.

۱-۷-۳-۳

پایان عمر برای مدACCیا مدAPPC

$\tau^{APPC}{}_{EOL,\alpha}$ یا $\tau^{ACC}{}_{EOL,\alpha}$

1- End Of Life(EOL)

<مد ACC یا APPC>مدت زمان $\tau^{ACC}{}_{EOL,\alpha}$ یا $\tau^{APPC}{}_{EOL,\alpha}$ که پس از آن توان تا α% توان اولیه کاهش می‌یابد: $P_0[= P(t = 0)]$

به ترتیب $p\left(\tau^{ACC}{}_{EOL,\alpha}\right) = (\alpha/100\%)\,p_0$ یا $p\left(\tau^{APPC}{}_{EOL,\alpha}\right) = (\alpha/100\%)\,p_0$

یادآوری- برای لیزرهای دیودی با توان بالا همواره $\alpha = 80\%$ مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای لیزر دیودی با توان پایین$\alpha = 50\%$ رایج است.توصیه می‌شود سازنده در مدارک فنی خود مقدار α را مشخص نماید.

۲-۷-۳-۳

پایان عمر برای مدAPC

$\tau^{APC}{}_{EOL,\alpha}$

<مدAPC> مدت زمان $\tau^{APC}{}_{EOL,\alpha}$ که پس از آن توان پمپ P_{pump} با نسبت$\alpha/(100-\alpha)$ توان اولیه پمپ $P_{pump,0}$ بیش از توان اولیه آستانه ای پمپ $P_{th,0}$ باید افزایش یابد.

$$P_{pump}\left(\tau^{APC}{}_{EOL,\alpha}\right) = P_{pump,0} + \frac{100\% - \alpha}{\alpha}\left[P_{pump,0} - P_{th,0}\right]$$

یادآوری ۱- برای لیزرهایی که از طریق جریان کنترل می شوند (بند ۳-۲-۲) توان پمپ با جریان عملکردی I جایگزین می‌شود و در نتیجه:

$$I\left(\tau^{APC}{}_{EOL,\alpha}\right) = I_0 + \frac{100\% - \alpha}{\alpha}\left[I_0 - I_{th,0}\right]$$

یادآوری ۲-این تعریف از EOL قابلیت مقایسه با طول عمرهای مدACC برای لیزرهای دیودی ([۱ و ۲] را ملاحظه کنید)را در صورتی که جریان آستانه‌ای[1] و بازده شیب که رفتار بلندمدت مشابه با مد های APC و ACC نشان می‌دهد، تضمین می‌کند.

یادآوری ۳- برای لیزرهای دیودی باتوان بالا، اکثرا $\alpha = 80\%$ مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای لیزرهای دیودی با توان کم $\alpha = 50\%$، رایج است. توصیه می‌شود سازنده در مدارک فنی خود مقدار α را درج نماید.

۴-۳

انواع و طبقه بندی

در این استاندارد ملی، علاوه بر طبقه‌بندی‌های تعیین شده درISO 11145، طبقه‌بندی‌های زیر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری- واحد لیزر ممکن است شامل لیزرها یا دستگاه های لیزر باشد (نمونه‌هایی برای این مورد، لیزرهایی هستند که توسط سایر لیزرها، پیکربندی‌های نوسانگر- تقویت‌کننده[2] و مدول‌های چندلیزری پمپ می‌شوند).

۱-۴-۳

مدول چند لیزری

دو یا چند لیزر یا دستگاه‌های لیزر که توسط سازنده ترکیب شده و به یک واحد تبدیل شده‌اند و امکان جدا کردن توسط کاربر وجود ندارد.

1- Threshold current

2- Oscilator-amplifier cinfigurations

۲-۴-۳

منبع لیزر

منبع تابش لیزر شامل تمام دستگاه‌هایی که برای عملکرد آن ضروری هستند به استثنای منابع تغذیه برق و کنترل‌کننده‌ها و تجهیزات سرمایش خارجی (مانندآب‌سردکن).

یادآوری- برخلاف "دستگاه لیزر" که در شکل ۱ از استاندارد ISO 11145:2001 نشان داده شده است، منبع لیزر شامل "لیزر" و "دستگاه‌های هدایت‌کننده باریکه[1] " ضروری است، اما منبع تغذیه راشامل نمی‌شود.

۵-۳

سایر موارد

۱-۵-۳

روشن‌کردن آزمایشی[2]

روشی که توسط سازنده برای یک لیزر یا قطعه مهمی از لیزر مورد استفاده قرار می‌گیرد به طوری که لیزر یا قطعه تحت شرایط عملکردی تعیین شده توسط سازنده مورد استفاده یا آزمون قرار می‌گیرد.

یادآوری-روش روشن‌کردن اولیه، همواره بخشی از برنامه تضمین کیفیت سازنده است.

۳.۵.۲

غربالگری[3]

روش انتخابی مورد استفاده توسط سازنده لیزر برای مطابقت با ویژگی‌ها یا پارامترهای خاص

یادآوری-روش روشن‌کردن اولیه یکی از روش‌های مقدور برای روش غربالگری است.

۳.۵.۳

خرابی ناگهانی

افت لحظه ای(ناگهانی)توان پایین تر از معیار پایان عمرEOL[4]یک لیزر

۴ نمادها و اختصارات

۱-۴

نمادها

نماد	واحد	تعریف
$\Delta I/\Delta t$	A/h	نرخ تنزل در مدAPC برای لیزرهای جریان‌کنترل‌شده

1- Beam-guiding Devices
2- Burn-in
3- Screening
4-EOL

$\Delta P/\Delta t$	W/h	نرخ تنزل درمدAPPC یا ACC
$\Delta P_{pump}/\Delta t$	W/h	نرخ تنزل در مدAPC
α	%	پارامتر درصدی که معیار EOL را تعیین می‌کند
τ_{EOL}	h	مدت‌زمانی که معیار "پایان عمر" به دست می‌آید
$\tau^{ACC}_{EOL,\alpha}$	h	طول عمر در مد کنترل جریان خودکار (مدACC)
$\boldsymbol{\tau^{APC}_{EOL,\alpha}}$	h	طول عمر در مد کنترل توان خودکار (مدAPC)
$\tau^{APPC}_{EOL,\alpha}$	h	طول عمر در مد کنترل توان پمپ خودکار (مدAPPC)

۴-۲ اختصارات

اختصار	تعریف
ACC	کنترل جریان خودکار (جریان محرک و سایر پارامترهای عملکردی ثابت نگه‌داشته می‌شود)
APC	کنترل توان خودکار (توان پمپ متناسب برای توان خروجی اپتیکی ثابت نگه‌داشته می‌شود، سایر پارامترها ثابت نگه‌داشته می‌شود)
APPC	کنترل توان پمپ خودکار (توان پمپ و سایر پارامترهای عملکردی ثابت نگه‌داشته می‌شوند)
EOL	پایان عمر

۵ روش‌های آزمون

۵-۱ کلیات

روش‌های آزمون و روش‌های اجرایی ارزیابی، برای کلیه انواع لیزرهایی که در بند ۳-۴ و شکل ۱ از استاندارد ISO 11145:2001، تعریف شده‌اند قابل اجرا می‌باشد. آزمون‌های طول عمر، بر روی قسمت‌های مختلف واحد لیزر قابل اجرا است و بنابراین، باید در گزارش آزمون به وضوح بیان شود که آزمون بر روی کدام قطعات لیزر انجام شده است و برای کدام یک از قطعات، نتایج معتبر است.

سرویس و تعمیر و نگهداری روزمره[1] مطابق دستورالعمل[2] سازنده، باید طبق برنامه زمان‌بندی انجام شده و در گزارش آزمون بیان شود.

اندازه‌گیری توان (انرژی) اپتیکی باید مطابق استاندارد ISO 11554 انجام شود.

در حالت کلی، لیزرهای با توان بالای یکسان، مدول‌های چندلیزری بزرگ و منبع‌های لیزر بزرگ را نمی‌توان به تعداد زیادی تولید کرد و آزمون‌های طول عمر، در موارد زیادی بر اساس نمونه‌های با اندازه کوچک انجام خواهد شد که پیش‌بینی‌های آماری و برون‌یابی را با مشکل مواجه می‌کند.

1- Routine
2- Prescription

برای اغلب انواع لیزرها، نه تنها توان (انرژی) اپتیکی خروجی ، بلکه حتی سایر پارامترها و خواص نیز مهم می-باشد [برای مثال توزیع توان (انرژی)، مشخصه‌های میدان دور[1]، ایجاد پارامتر باریکه، پایداری موقعیتی باریکه، رفتار طیفی]. ارتباط این پارامترها، شدیدا تحت تاثیر کاربرد لیزر است. پایداری دراز مدت سایر این پارامترها، می‌تواند از طریق انتخاب مناسب تجهیزات آزمون طول عمر، مد نظر قرار گیرد. تعریف خرابی ناگهانی، مجاز است به همین صورت مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۵

انتخاب لیزرها برای آزمون طول عمر

نمونه ای از لیزرهای انتخابی باید به طور تصادفی، از فرایند تولید استاندارد برداشته شود. انجام هر گونه فرایند، از جمله روشن‌کردن آزمایشی یا سایر روش‌های غربالگری فراتر از روش‌های آزمونی که برای همه لیزرهای عادی استفاده می‌شود، مجاز نیست.

۳-۵

آزمون طول عمر در مدAPPC و ACC

نمونه ای از لیزرها (رجوع کنید به بند ۵-۲) که با توان پمپ ثابت (مدcw یا مدcw تکرارشونده) یا انرژی پمپ ثابت (مد پالسی یا مد شبهcw) در تمام طول مدت آزمون کار می‌کنند و توان (انرژی) خروجی صادرشده به صورت پیوسته یا در فواصل زمانی منظم ثبت می‌شود. توان پمپ باید در محدوده ٪۲± ثابت نگه‌داشته شود.

برای لیزرهای کنترل جریان، توان پمپ ثابت از طریق عملکرد پمپ در مد کنترل جریان خودکار (ACC)[2] به دست می‌آید.

برای لیزرهای دیودی، افت ولتاژ در سرتاسر لیزر نیز باید ثبت شود.

یادآوری-از ولتاژ و جریان، توان ورودی(الکتریکی) و در رابطه با توان خروجی(اپتیکی) کارایی[3]قابل محاسبه است و تغییرات طول موج گسیل‌شده که از افزایش پراکندگی گرما ناشی می‌شود قابل تخمین است.

اگر داده‌ها به صورت پیوسته به دست نیامده‌اند اما فقط در یک بازه زمانی مشخص جمع‌آوری شده باشند، بازه زمانی بین اندازه‌گیری‌های متوالی، باید به اندازه کافی کوتاه باشد تا اطمینان حاصل شود که افت توان بین این اندازه‌گیری‌ها، در حدود ٪۲ باشد. بازه‌های زمانی اندازه‌گیری باید از $\frac{1}{30}$ مدت زمان آزمون، کمتر باشد.

باید این اطمینان حاصل شود که تکرارپذیری سیستم آشکارساز[4]مورد استفاده، بهتر از ٪۰/۵± در کل آزمون می باشد.

دمای لیزر تحت آزمون در طول زمان آزمون طول عمر باید مطابق الزامات عملکرد پایدار لیزرها که توسط سازنده ارائه شده است، ثابت نگه‌داشته شود. سایر شرایط محیطی، مانند رطوبت و تمیزی، باید ثابت و تحت کنترل باشد.

1- Farfield
2- Automatic current control
3- Detector

وقفه در آزمون، برای مثال، به منظور انجام تعمیرات، باید مستند شده و در گزارش آزمون ذکر شود.

۴-۵

آزمون طول عمر در مد APC

یک نمونه از لیزرها (رجوع کنید به بند ۵-۲) با توان(انرژی) خروجی اپتیکی ثابت در تمام طول مدت آزمون از طریق تنظیم توان یا جریان عملکردی کار می‌کند. اگر توان خروجی به صورت پیوسته پایش نشود یا توان پمپ/ جریان عملکردی به صورت آنی از طریق یک حلقه بسته تنظیم نشود، تغییر در توان خروجی تا ٪۲± قابل قبول است و تنظیم توان/ جریان خروجی پمپ به صورت تدریجی به منظور ثابت نگه‌داشتن توان خروجی در بازه٪۲± مجاز است. مقادیر زمان و توان/ جریان عملکردی در مراحل تنظیم باید ثبت شده و در گزارش آزمون بیان شود.

برای لیزرهای دیودی، افت ولتاژ در سرتاسر لیزر نیز باید ثبت شود.

یادآوری-از ولتاژ و جریان، توان ورودی(الکتریکی) و در رابطه با توان خروجی(اپتیکی) کارایی قابل محاسبه است و تغییرات طول موج گسیل‌شده که از افزایش پراکندگی گرما ناشی می‌شود قابل تخمین است.

توان/ جریان عملکردی پمپ و توان (انرژی) خروجی یا به صورت پیوسته یا دربازه‌های زمانی منظم، ثبت می-شود.

اگر داده‌ها فقط در یک بازه زمانی مشخص جمع‌آوری شده باشند، بازه زمانی بین اندازه‌گیری‌های متوالی، باید به اندازه کافی کوتاه باشد تا اطمینان حاصل شود که تغییرات توان بین اندازه‌گیری‌ها، در حدود ٪۲ خواهد بود. بازه‌های زمانی باید از $\frac{1}{30}$ مدت زمان آزمون، کمتر باشد.

باید این اطمینان حاصل شود که تکرارپذیری سیستم آشکارساز مورد استفاده، بهتر از ٪۰/۵±در کل آزمون می-باشد.

دمای لیزر تحت آزمون در مدت زمان آزمون طول عمر باید مطابق الزامات عملکرد پایدار لیزرها که توسط سازنده ارائه شده است، ثابت نگه‌داشته شود. سایر شرایط محیطی، مانند رطوبت و تمیزی جو پیرامونی، باید ثابت و تحت کنترل باشد.

وقفه در آزمون، برای مثال، به منظور انجام تعمیرات، باید مستند شده و در گزارش آزمون ذکر شود.

۵-۵

آزمون طول عمر در روزنه[1] محدود

در صورتی که توزیع چگالی توان یا مشخصه‌های میدان دور (واگرایی)، به اندازه آزمون طول عمر اهمیت داشته باشد، آزمون طول عمر، باید از طریق اندازه‌گیری توان خروجی مطابق زاویه فضایی محدود از طریق تنظیم مجموعه مشخصی از روزنه‌ها مابین لیزر و آشکارساز توان، انجام شود.

1- Aperture

اگر روزنه و/یا آشکارساز در طول مدت زمان آزمون از لیزر حذف شوند/شود، احتیاط‌های لازم باید صورت گیرد تا از هم راستایی مناسب که روزنه(ها) با محور پرتو اطمینان حاصل شود. در ابتدای آزمون طول عمر، درستی[1] لازم برای موقعیت روزنه (ها) و آشکارساز، باید تعیین شده باشد.

برای هر سه جهت متعامد [در راستای محور باریکه (محور Z) و محورهای جانبی (محورهای X و Y)]، تا زمانی که توان پشت روزنه تا حدود ۱۰٪ کاهش یابد، روزنه جابجا می‌شود. انتقال‌های خطی مربوطه، ثبت می‌شوند.

تکثیرپذیری موقعیت روزنه(ها) و آشکارساز در رابطه با لیزر، باید از $\frac{1}{5}$ تغییر مکان‌های تعیین‌شده بهتر باشد.

برای تعیین موقعیت زاویه‌ای، روش آنالوگ باید به کار برده شود.

آزمون‌های طول عمر در روزنه محدود، می‌تواند در مدهایAPPC، ACC و همچنین در مدAPC به کار برده شود.

۶ ارزیابی و برون‌یابی

برای تمام انواع آزمون‌های طول عمر(درمدAPPC، ACC وAPC) مقادیر ثبت شده در مقایسه با زمان عملکرد رسم شده‌اند. اگر خرابی‌های ناگهانی در طول آزمون رخ دهد، باید در گزارش آزمون فهرست شده و در نمودار مشخص شوند.

از منحنی‌های آزمون، به‌ترتیب نرخ افت$\Delta P/\Delta T$ یا $\Delta P_{PUMP}/\Delta t$ یا $\Delta I/\Delta t$ تعیین می‌شوند. به‌طور کلی،نرخ افت ثابت نیست بلکه تابعی از زمان است.

یادآوری-لیزرها در ابتدا، همواره نرخ تنزل بزرگی را نشان می‌دهند که تقریباً به یک مقدار ثابتی تمایل دارند. این دوره آزمون اولیه از افزایش تنزل برای برون‌یابی در نظر گرفته نمی‌شود.

دوره زمانی آزمون اولیه افزایش افت، برای ادامه روند قابل ملاحظه نیست.

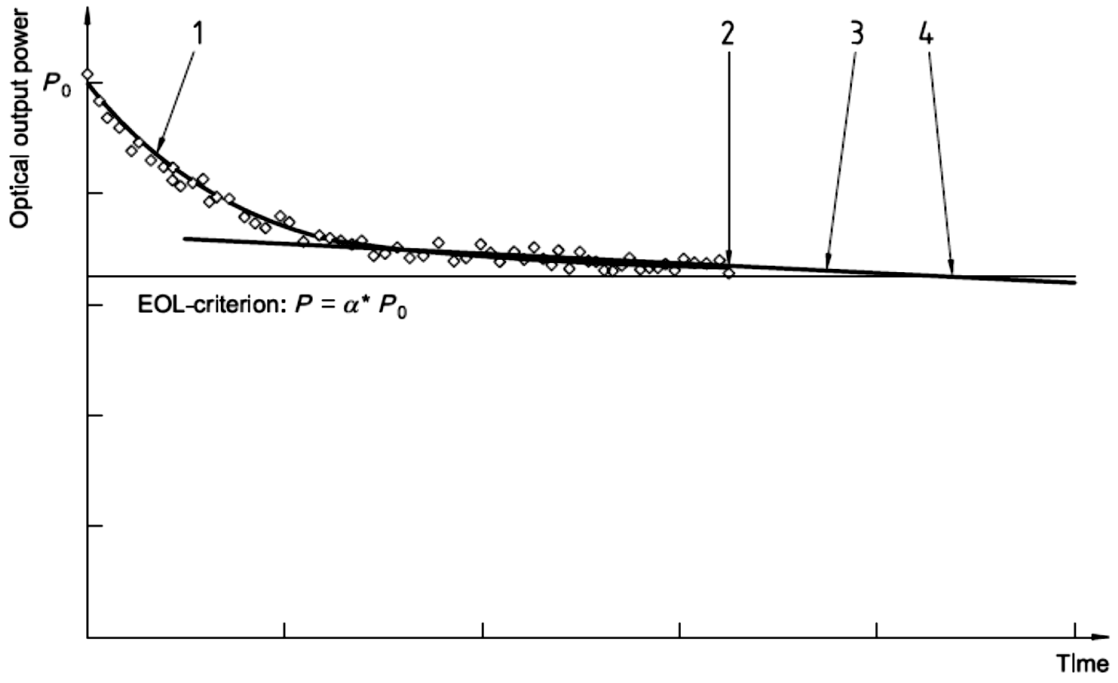
از قسمت نهایی آزمون واقعی انجام شده، طول عمر$\tau^{APPC}_{EOL,\acute{\alpha}}$،$\tau^{ACC}_{EOL,\alpha}$یا$\tau^{APC}_{EOL,\alpha}$از طریق برون‌یابی خطی تعیین می‌شوند: داده‌های ثبت شده در آزمون از طریق خط مستقیم امتدادمی‌یابد تا اینکه معیار EOL به‌دست آید. برون‌یابی خطی باید براساس حداقل $\frac{2}{3}$ (یعنی ۶۷٪) پایانی تست انجام گرفته باشد و نرخ افت تغییرات در طول این دوره باید در حدود ٪۱۰± ثابت باشد.

اگر از منحنی‌های ثبت‌شده آزمون، تنزل غیرخطی در نظر گرفته شود، یعنی منحنی چندجمله‌ای درجه[2]بالاتر می‌توان به‌وسیله نمودار لگاریتم – لگاریتم مقادیر ثبت شده را در مقایسه با زمان عملکرد بررسی کرد. بالاترین درجه چندجمله‌ای به‌وسیله شیب نمودار لگاریتم - لگاریتم تعیین می‌شود.

اگر کاهش چندجمله‌ای درجه بالاتر بتواند به وضوح از نمودار لگاریتم – لگاریتم به‌دست آید، برازش چندجمله ای می‌تواند برای برون‌یابی و تعیین طول عمر $\tau^{APPC}_{EOL,\acute{\alpha}}$،$\tau^{ACC}_{EOL,\alpha}$ یا $\tau^{APC}_{EOL,\alpha}$ مورد استفاده قرار گیرد.

1- Accuracy
2- Order

درجه تابع چندجمله‌ای و ضرایب باید در گزارش آزمون بیان شوند. برای اطمینان از قابلیت اعتماد نتایج برون-یابی باید استانداردهای مناسب تبعیت شود (برای مثال استاندارد ISO 16269-7). شکل ۱ را مشاهده نمایید.



راهنما

1 دوره اولیه بالاترین تنزل

2 پایان آزمون

3 برون یابی خطی

4 τ_{EOL}

شکل ۱- مثالی از نمودار مربوط به آزمون طول عمر در مدAPPC یا مدACC، با فرض تنزل خطی در بخش پایانی آزمون

برون‌یابی فقط تا n برابر مدت زمان آزمون واقعی،که برای دنبال‌کردن تنزل خطی مطابق با تعریف در نظر گرفته می‌شود. اگرمعیار EOL درآن زمان حاصل نشد،یک طول عمرمعین $\tau_{EOL,\alpha}$ نمی تواند تعیین شود، اما باید توضیح داده شود که طول عمراز n برابر مدت زمان آزمون بیشتر است.

حد مجاز برون یابی،n ،توسط تعداد لیزرهای آزمایش شده وتغییرات در نرخهای تنزل خطی نهایی مربوطه تعیین می‌شود. جدول ۱ راببینید.

جدول ۱ – حد مجاز برون‌یابی

تعداد لیزرهای آزمون	انحراف استاندارد نرخ تنزل	گسترش مجاز برون‌یابی، n
۵ تا ۱۰	٪ ۵ تا ٪۱۰	۳
۵ تا ۱۰	< ۵ ٪	۵
> ۱۰	٪ ۵ تا ٪۱۰	۵
> ۱۰	< ۵ ٪	۷

برون‌یابی به منظوردستیابی به داده‌های طول عمر، فقط برای آن دسته از لیزرهایی که به یک نرخ ثابت تنزل در طول مدت زمان آزمون رسیده‌اند (تغییرات کمتر از ۱۰٪)، به‌طوری‌که برازش خطی منطقی باشد معتبر است. سایر لیزرها نیاز به اجرای محدوده زمانی کامل برای رسیدن به یک نتیجه طول عمر دارند.

۷ گزارش آزمون

نتایج آزمون باید ثبت شود و باید شامل موارد زیر باشد. به‌علاوه، باید نموداری مشابه شکل ۱ به گزارش آزمون پیوست شود.

الف) اطلاعات عمومی

۱- آزمون مطابق استاندارد ملی به شماره ... انجام شده است.
۲- تاریخ آزمون
۳- نام وآدرس سازمان انجام‌دهنده آزمون
۴- نام فردی که آزمون را انجام داده است.

ب) اطلاعات مربوط به لیزرآزمون‌شده

۱- نوع لیزر
۲- سازنده
۳- نام مدل سازنده
۴- شماره سریال

پ) شرایط آزمون

۱- طول موج(هایی) که لیزر در آن در شرایط دمایی زیر مورد آزمون قرار گرفته است.

درجه حرارت با واحد کلوینK (در مورد لیزرهای دیودی درجه حرارت مایع خنک کننده) (تنها برای لیزرهای دیودی قابل استفاده است)

۲- مدعملکرد (cw یا پالسی)

۳- تنظیمات پارامترهای لیزر (پارامترهایی که قابل استفاده هستند):

۳-۱- توان یا انرژی خروجی

۳-۲- جریان یا انرژی ورودی

۳-۳- انرژی پالس

۳-۴- مدت زمان پالس

۳-۵- نرخ تکرار پالس

۴- ساختار مد

۵- قطبش

۶- شرایط محیطی

ت) اطلاعات مربوط به آزمون و ارزیابی

۱- روش آزمون مورد استفاده

۲- سیستم آشکارساز و نمونه‌برداری

۲-۱- زمان پاسخ سیستم آشکارساز (در صورت اقتضا)

۲-۲- تاخیر در راه‌اندازی نمونه گیری (در صورت اقتضا)

۲-۳- بازه زمانی اندازه گیری (در صورت اقتضا)

۳- اپتیک‌های شکل‌دهی باریکه و روش تضعیف آنها

۳-۱- نوع تضعیف‌کننده

۳-۲- نوع شکافنده باریکه

۳-۳- نوع قطعه کانونی کننده

۴- سایر اجزا و دستگاه‌های اپتیکی مورد استفاده در آزمون (قطبشگر[1]، تک فام ساز[2] و ...)

۵- سایر پارامترها یا مشخصه‌های مرتبط انتخاب شده برای آزمون (تنظیمات روزنه، صفحه مرجع، محور مرجع، سیستم آزمایشگاهی)

ث) نتایج آزمون

(نمودارهای طول عمر مشابه شکل ۱ باید در گزارش آزمون گنجانده شود).

1- Polarizer
2- Monochromator

تعداد خرابی‌های ناگهانی: ..... زمان سپری شده آزمون قبل از خرابی (ها): ..... ساعت

توقف آزمون برای تعمیر و نگهداری: مدت زمان توقف: ..... ساعت

شرح تعمیر و نگهداری: .....

نوع برون‌یابی و ضرایب، در صورتی که از برون‌یابی غیرخطی استفاده شود.

مد– ACC /APPC:

کل تنزل در مدت‌زمان دوره آزمون τ

$(\Delta P)_t$: ..... W انحراف استاندارد: ..... ٪

نرخ تنزل نهایی:

مقدار میانگین $<\Delta P/\Delta t>$: ..... W/h انحراف استاندارد: ..... ٪

پارامتر درصد α: ..... ٪

طول عمر:

مقدار میانگین $\tau^{ACC}_{EOL,\alpha}$ یا $\tau^{APPC}_{EOL,\alpha}$: ..... ساعت انحراف استاندارد: ..... ساعت

مد – APC :

کل تنزل در مدت‌زمان دوره آزمون τ

$(\Delta I)_t$: ..... A انحراف استاندارد: ..... ٪

نرخ تنزل نهایی:

مقدار میانگین $<\Delta I/\Delta t>$: ..... A/h انحراف استاندارد: ..... ٪

پارامتر درصد α: ..... ٪

طول عمر:

مقدار میانگین $\boldsymbol{\tau^{APC}_{EOL,\alpha}}$: ..... ساعت انحراف استاندارد: ..... ساعت

کتابنامه

[1]DORSCH F. and DAIMINGER F.X., Aging test of high-power diode lasers as a basis for an internationallifetime standard, SPIE proc. Vol. 2870, pp. 381-389, Quebec 1996

[2] DAIMINGER F.X., DORSCH F. and HEINEMANN ST., Aging properties of AlGaAs/GaAs high power diodelasers, SPIE proc. Vol. 3244, pp. 587-595, Boulder, CO 1997

[3] ISO 2859 (parts 0 to 4), Sampling procedures for inspection by attributes

[4] ISO 11252, Lasers and laser-related equipment — Laser device — Minimum requirements fordocumentation

[5] ISO 16269-7, Statistical interpretation of data — Part 7: Median — Estimation and confidence intervals

[6] IEC 60319, Presentation and specification of reliability data for electronic components

[7] IEC 60410, Sampling plans and procedures for inspection by attributes

[8] IEC 61040, Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation

[9] IEC 61751, Laser modules used for telecommunication — Reliability assessment