INSO
21952
1st.Edition
2017
Identical with
ISO 13694:2015

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

استاندارد ملی ایران
۲۱۹۵۲
چاپ اول
۱۳۹۵

اپتیک و فوتونیک- لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون توزیع چگالی توان(انرژی) پرتو لیزر

optics and photonics-lasers and laser-related equipment-test methods for laser beam power (energy) density distribution

ICS: 31.260

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ 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 استانداردایران به موجب بندیک مادهٔ ۳قانون اصلاح قوانین ومقررات مؤسسهٔ استانداردو تحقیقات صنعتی ایران،مصوب بهمن ماه۱۳۷۱تنها مرجع رسمی کشوراست که وظیفهٔ تعیین،تدوین ونشراستانداردهای ملی (رسمی) ایران رابه 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 منصفانهٔ 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 پیشنهادها در کمیتهٔملی 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استانداردملی ایرانچاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔملی 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)[1]،کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی(OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهایملی ایران ضمن تـوجه 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 زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی 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، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت میکند. ترویج دستگاه بین المللی 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

«اپتیک و فوتونیک- لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون توزیع چگالی توان پرتو لیزر»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
رودکی، مصطفی (دکترای مهندسی برق)	شرکت صنایع قطعات الکترونیک ایران
دبیر:	
ظل انوار، محمدعلی (کارشناسی ارشد مهدسی برق- الکترونیک)	اداره کل استاندارد استان فارس
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آرایش، زهرا (کارشناسی مهندسی برق)	شرکت پارس تکنولوژی
آزادی، پژمان (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	شرکت صنایع قطعات الکترونیک ایران
پروا، بهروز (کارشناسی مهندسی صنایع)	اداره کل استاندارد استان فارس
رازقی، فاطمه (کارشناسی ارشد فیزیک اتمی - مولکولی)	مرکز ملی علوم و فنون لیزر ایران
شایسته نژاد، احسان (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	شرکت صنایع قطعات الکترونیک ایران
شگفت، سامان (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	دانشگاه آزاد اسلامی شیراز
عسکری، هومن (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	شرکت بازرسی آذران آزمایش
علیپور، حمیده (کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر)	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

مصلایی، مهرداد
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)
اداره کل استاندارد استان فارس

نیداری پور، محمد
(کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)
مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

ویراستار:

عطروش، حسینعلی
(کارشناسی مهندسی برق)
اداره کل استاندارد استان فارس

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ح
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۱
۴ سیستم مختصات ۹
۵ توصیف پارامترهای ناشی از توزیع فضایی اندازه‌گیری شده ۱۰
۶ اصول آزمون ۱۰
۷ چیدمان اندازه‌گیری و تجهیزات آزمون ۱۰
۷-۱ کلیات ۱۰
۷-۲ آماده سازی ۱۱
۷-۳ کنترل محیط ۱۱
۷-۴ سیستم آشکارساز ۱۱
۷-۵ اپتیک‌های تشکیل‌دهنده پرتو، تضعیف‌کننده نوری و شکاف دهنده‌های پرتو ۱۲
۸ روش اجرای آزمون ۱۳
۸-۱ آماده سازی تجهیزات ۱۳
۸-۲ روش اجرایی کالیبراسیون آشکارساز ۱۳
۸-۳ ثبت داده‌ها و اصلاح نوفه ۱۴
۹ ارزیابی ۱۶
۹-۱ انتخاب و بهینه‌سازی محدودیت‌های انتگرال‌گیری ۱۶
۹-۲ کنترل و بهینه‌سازی اصلاحات پس‌زمینه ۱۷
۱۰ گزارش آزمون ۱۷
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) گزارش آزمون ۱۸

پیش گفتار

استاندارد «اپتیک و فوتونیک- لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون توزیع چگالی توان (انرژی) پرتو لیزر» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره‌شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در ششصد و شصت و نهمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۲۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ 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 شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر درکمیسیون فنی مربوط، موردتوجه قرارخواهدگرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ISO 13694 :2015 ,(optics and photonics –lasers and laser-related equipment –test methods for laser beam power (energy) density distribution)

اپتیک و فوتونیک- لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون توزیع چگالی توان(انرژی) پرتو لیزر

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های اندازه‌گیری توزیع چگالی توان (انرژی) بوده و پارامترهایی را برای مشخصه‌های خواص فضایی توابع توزیع چگالی‌توان(انرژی) در یک سطح ارائه‌شده تعریف می‌کند. روش‌های ارائه شده در این استاندارد برای آزمون و توصیف مشخصه‌های پرتوهای لیزر پالسی و پرتوهای لیزر موج پیوسته مورد استفاده در اپتیک و ابزارهای نوری کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است.بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO11145,Optics and photonics-Laser and laser-related equipment-Vocabulary and symbols

2-2 ISO11146(all parts),laser and laser -related equipment-test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۷۱۰، لیزرها و تجهیزات مرتبط با لیزر، با استفاده از برخی قسمت های مجموعه استاندارد ISO 11146 تدوین شده است.

2-3 ISO11554, optics and photonics- laser and laser-related equipment- test methods for laser beam power,energy and temporal characteristics

یادآوری- استاندارد ملی ایران ۶۵۶۶، اپتیک و وسایل اپتیکی- لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون برای ویژگی های زمانی، توان و انرژی باریکه لیزر، با استفاده از استاندارد ISO 11554 تدوین شده است.

2-4 IEC 61040, Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در استانداردهای ISO11145 وIEC61040، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود:

۳-۱

کمیت‌های اندازه گیری شده

measured quantities

۳-۱-۱

توزیع چگالی توان

power density distribution

E(x,y,z)

مجموعه‌ای از تمام چگالی‌های توان در مکان z از یک موج پیوسته مشخص با مقادیر غیرمنفی در تمام مختصات عرضی (x,y)

۳-۱-۱-۱

چگالی توان

power density

E(x0,y0.z)

بخشی از توان پرتو در مکان z که از ناحیه SA در مکان (X_0,Y_0) تجاوز می‌کند تقسیم بر ناحیه SA

۳-۱-۲

توزیع چگالی انرژی

energy density distribution

H(x,y,z)

مجموعه‌ای از تمام چگالی‌های انرژی در مکان z از یک پرتو پالسی مشخص با مقادیر غیرمنفی برای تمام مختصات عرضی (x,y)

$$H(x,y,z) = \int E(x,y,z)dt$$

۳-۱-۱-۲

چگالی انرژی

energy density

H(x0,y0,z)

بخشی از انرژی پرتو (توان تجمیع شده در زمان) در مکان z که از ناحیه SA در محل (X_0,Y_0) تجاوز می‌کند، تقسیم بر ناحیه SA

$$H(X0,Y0,Z) = \int E(X0,Y0,Z)dt$$

۳-۱-۳

توان

power

P(z)

توان در پرتو موج پیوسته در مکان z

$$p(z) = \iint E(X,Y,Z)dx\,dy$$

۴-۱-۳

انرژی پالس

pulse energy

Q(z)

انرژی یک پرتو پالسی در مکان z

$$Q(z) = \iint H(x,y,z)dx\,dy$$

۵-۱-۳

حداکثر چگالی (انرژی) توان

maximum power (energy) density

$E_{max}(z)$ [$H_{max}(z)$]

حداکثر تابع توزیع چگالی توان (انرژی) فضایی [H(x,y,z)] E(x,y,z) در مکان z

۶-۱-۳

مکان حداکثر

location of the maximum

(X_{max} , Y_{max}, z)

مکان $E_{max}(z)$ یا $H_{max}(z)$ در صفحه xy در مکان z

یادآوری- (X_{max},Y_{max} , z) زمانی‌که توسط آشکارسازهای با تفکیک‌پذیری فضایی بالا و محدوده دینامیکی نسبتا کوچک اندازه‌گیری می‌شوند، نمی‌توانند به صورت منحصر به فرد تعریف شوند.

۷-۱-۳

چگالی توان (انرژی) سطح برش

clip-level power [energy] density

E ηcl (z) [Hηcl(z)]

کسر η از حداکثر چگالی توان (انرژی) (بند ۳-۱-۵) در مکان z

$E\ \eta cl(z) = \eta\ Emax\ (z)$

$H\ \eta cl(z) = \eta\ Hmax\ (z)$

$0 \leq \eta < 1$

یادآوری ۱- نمادهای $E_\eta T$ یا $H_\eta T$ و نام‌های چگالی توان(انرژی) آستانه، به ترتیب می‌توانند به جای $E_\eta cl$ یا $H_\eta cl$ و نام های چگالی توان (انرژی) سطح برش استفاده شوند، زمانی‌که $E_\eta cl$ یا $H_\eta cl$ بزرگتر از قله‌های نوفه پس‌زمینه آشکارساز در زمان اندازه‌گیری باشد. بند ۸-۳ روش‌های کاهش نوفه پس‌زمینه مورد استفاده را برای تعیین سطوح صفر آشکارساز تشریح می‌کند. مواردی مثل برنامه‌های درگیر، نوع توزیع، حساسیت آشکارساز، خطی بودن، اشباع، خط پایه، سطوح انحراف و غیره همچنین می‌توانند انتخاب η را تعیین کند.

یادآوری ۲- اگر هیچ‌گونه ابهامی وجود نداشته باشد، وابستگی صریح به مکان z، در شرح متن با استفاده از برخی از مقادیر، نه در تعاریف یا در معادلات مربوط به مقادیر، حذف می‌شود.

۲-۳

پارامترهای توصیف

۱-۲-۳

توان (انرژی) سطح برش

clip-level power(energy)

Pη(z) [Qη(z)]

P(z) [Q(z)] با جمع روی مکان‌های (x ,y)، طوری‌که E(x,y,z)□Eηcl(z) باشد، ارزیابی می‌شود.

[H(x,y,z) □ Hηcl(z)]

۲-۲-۳

توان (انرژی) کسری

fractional power(energy)

Fη(z)

کسری از توان (انرژی) سطح برش برای یک η معین (بند ۳-۲-۱) به توان (انرژی) کل در توزیع درمکان z که برابر است با:

$F\eta(z) = \frac{P\ \eta(Z)}{P\ (Z)}$ برای پرتو موج پیوسته

$F\eta(z) = \frac{Q\ \eta(Z)}{Q\ (Z)}$ برای پرتوهای پالسی

$0 \leq F\eta(z) \leq 1$

۳-۲-۳

مرکز گرانش

موقعیت مرکز جرم

centre of gravity
centroid position
(x (z) , y (z))

ممان مرتبه اول یک توزیع توان (انرژی) در مکان z

یادآوری- برای تعاریف با جزئیات بیشتر به استاندارد ISO 11145 و سری استانداردهای ملی ۱۱۷۱۰ مراجعه کنید.

۴-۲-۳

پهنای پرتو

beam widths
d6 x (z) , d 6 y (z)

پهنای d 6 x (z) و d 6 y(z) پرتو در جهات x , y در مکان z ، معادل با چهار برابر جذر ریشه دومین ممان خطی توزیع چگالی توان (انرژی) در اطراف مرکز

یادآوری ۱- برای تعاریف با جزئیات بیشتر به استاندارد ISO 11145 و سری استانداردهای ملی۱۱۷۱۰ مراجعه کنید.

یادآوری۲- مقررات سری استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۷۱۰ به تعاریف و اندازه گیری‌های زیر اعمال می‌شود:

الف- پهنای پرتو ممان دوم d6 x , d 6 y

ب- پهنای پرتو $d_{x,u}$ و $d_{y,u}$ بر حسب کوچک‌ترین پهنای شکاف میانی که u ٪ از چگالی توان(انرژی) کل را انتقال می‌دهد (معمولا u برابر با ۸۶٫۵ است)

پ-اسکن اندازه‌گیری‌های شکاف باریک پهنای پرتو $d_{x,s}$ و $d_{y,s}$ بر حسب تفکیک بین مکان‌هایی که چگالی توان انتقال داده شده (مطابق زیربند ۳-۱-۱-۱) به مقدار Ep ۰٫۱۳۵ کاهش می‌یابد.

ت- اندازه‌گیری پهنای پرتو $d_{x,k}$ و $d_{y,k}$ بر حسب فاصله بین p ۰٫۸۴ و p ۰٫۱۶ مکان‌های تاریک یک لبه تیز متحرک، در جایی‌که P نشان دهنده حداکثر توان بدون مانع و ثبت شده با یک آشکارساز ناحیه بزرگ پشت صفحه با لبه تیز است.

ث- ضریب هم‌بستگی که این تعاریف متفاوت و روش‌های اندازه‌گیری پهنای پرتو را مرتبط می‌سازد.

۵-۲-۳

بیضوی بودن پرتو

beam ellipticity

ε (z)

پارامتر تعیین مقدار مدور بودن یا مربع بودن یک توزیع چگالی توان (انرژی) در مکان z

$$\varepsilon(z) = \frac{d\,y(z)}{d\,x(z)}$$

یادآوری۱- جهت x به گونه ای انتخاب شده است که در امتداد محور اصلی توزیع باشد طوری‌که $d\sigma_x \geq d\sigma_y$ باشد.

یادآوری ۲- اگر ۰٫۸۷ باشد، توزیع بیضوی می‌تواند به عنوان دایره‌ای در نظر گرفته شود. در شرایطی که نمایه پرتو مستطیل شکل باشد، بیضوی بودن به طور معمول به عنوان نسبت ابعاد ارجاع می‌شود.

یادآوری ۳- از لحاظ فنی با استاندارد ISO 11145 و سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۱۰ یکسان می‌باشد.

۶-۲-۳

مساحت سطح مقطع پرتو

beam cross –sectional area

A_σ (z)

$A_\sigma = \pi\frac{d_\sigma^2}{4}$ برای پرتو با سطح مقطع دایره‌ای

$A_\sigma = (\pi/4)\, d\sigma_x \, d\sigma_y$ برای پرتو با سطح مقطع بیضی

۷-۲-۳

مساحت تابش سطح برش

clip-level irradiation area

A_η^i (z)

مساحت تابش در مکان z که در آن چگالی توان (انرژی) از چگالی توان سطح‌برش (مطابق زیربند ۳-۱-۷) تجاوز می‌کند.

یادآوری ۱- به منظور مجاز بودن توزیع تمامی شکل‌ها، مثال: برای انواع " donut " توخالی، ناحیه تابش سطح برش برحسب پهنای پرتو $d\sigma_x$ یا $d\sigma_y$ (بند ۳-۲-۴) تعریف نمی‌شود.

یادآوری ۲- چگالی توان (انرژی) سطح برش (مطابق زیربند ۳-۱-۷) را مشاهده کنید.

۸-۲-۳

چگالی توان(انرژی) متوسط سطح برش

clip- level average power (energy) density

E_η ave(z), [H_η ave(z)]

چگالی توان (انرژی) متوسط فضایی توزیع در مکان z که به عنوان میانگین وزنی تعریف می‌شود:

E_η ave(z)= $\frac{p_{n\,(z)}}{A^i_{\eta\,(z)}}$ برای پرتوهای موج پیوسته

Hη ave(z)= $\frac{Q_{\eta\,(Z)}}{A^i_{\eta(z)}}$ برای پرتوهای پالسی

یادآوری - E_η ave(z) و E_η cl(z) به پارامترهای متفاوتی ارجاع می‌شوند (به بند ۳-۱-۷ مراجعه کنید)

۹-۲-۳

ضریب صافی

flatness factor

F_η(z)

نسبت چگالی توان(انرژی) متوسط سطح برش به چگالی توان(انرژی) حداکثر توزیع در مکان z

$F_\eta(Z) = \frac{E\,\eta\,ave(Z)}{E\max(z)}$ برای پرتو موج پیوسته

$F_\eta(Z) = \frac{H\,\eta\,ave(Z)}{H\max(z)}$ برای پرتو پالسی

$0 < F_\eta(Z) \leq 1$

یادآوری - برای یک توزیع چگالی توان (انرژی) با بالای کاملاً تخت، $F_\eta=1$ است.

۱۰-۲-۳

یکنواختی پرتو

beam uniformity

U_η(z)

انحراف مجذور میانگین ریشه نرمال (r.m.s) توزیع چگالی توان(انرژی) از مقدار متوسط سطح‌برش در مکان z

$U\eta(z) = \frac{1}{E\,\eta\,ave\,(z)}\sqrt{\frac{1\iint[E(x,y,z)-E\eta\,ave(z)]^2\,dx\,dy}{A^i_{\eta(Z)}}}$ برای پرتو موج پیوسته

$U\eta(z) = \frac{1}{H\,\eta\,ave\,(z)}\sqrt{\frac{1\iint[H(x,y,z)-H\eta\,ave(z)]^2\,dx\,dy}{A^i_{\eta(Z)}}}$ برای پرتوهای پالسی

یادآوری ۱- $U_\eta=0$ بیانگر توزیع کاملاً یکنواخت نمایه بالا-تخت و لبه‌های عمودی است. U_η به صورت یک کسر یا درصد بیان می‌شود.

یادآوری۲- با استفاده از انتگرال‌گیری در سراسر مساحت پرتو بین محدوده سطح‌برش، این تعریف اجازه تعیین کیفیت اثرات پرتو با شکل دلخواه را بر حسب یکنواختی آنها انجام می‌دهد. از این رو، اندازه‌گیری‌های یکنواختی می‌تواند برای کسرهای متفاوتی از توان (انرژی) کل پرتو بدون تعریف یک روزنه یا ارجاع به اندازه یا شکل توزیع انجام شود. بنابراین استفاده از فرمول زیربند ۳-۲-۲ و ۳-۲-۱۰ ، عباراتی مانند « با استفاده از تنظیمات η=۰٫۳ ، ٪ ۸۵ از توان (انرژی) پرتو دارای یکنواختیr.m.s ٪ ۴٫۵ ± از مقدار میانگین در z است» می‌تواند بدون ارجاع به اندازه و شکل توزیع باشد.

۱۱-۲-۳

یکنواختی پلاتو

plateau uniformity

Up (z)

برای توزیع‌هایی با نمایه تقریباً بالا-تخت:

$Up(z)=\frac{\Delta E\ fwhm}{Emax}$ برای پرتوهای موج پیوسته

$Up(z)=\frac{\Delta H\ fwhm}{Hmax}$ برای پرتوهای پالسی

که در آن:

$\Delta E\ FWHM$ ، پهنای‌کامل در نصف بیشینه قله نزدیک به E_{max} [H_{max}] از هیستوگرام چگالی توان (انرژی) [N(Hi)] N(Ei)[است. برای مثال تعداد مکان‌های(x,y) که در آن یک چگالی انرژی (توان) ارائه شده Ei[Hi] ثبت شده است.

یادآوری - $0<Up(z)<1$ ، $Up(z)\rightarrow 1$ هنگامی که توزیع‌ها دارای قله تخت‌تری می‌شوند.

۱۲-۲-۳

تیزی لبه

edge steepness

$S_{\eta,\varepsilon}$ (z)

اختلاف نرمال بین ناحیه‌های تابش سطح‌برش $A^i\ \eta(z)$ (مطابق زیربند ۳-۲-۷) و $A^i\ \varepsilon(z)$ با مقادیر چگالی توان‌سطح برش (بند ۳-۱-۷) به ترتیب بیشتر از [$\eta H_{max}(z)$] $\eta E_{max(Z)}$ و بیشتر از [$\varepsilon E_{max(Z)}$[$\varepsilon H_{max}(z)$]

$$S_{\eta,\varepsilon}(z)=\frac{A^i_{\eta}(z)-A^i_{\varepsilon}(z)}{A^i_{\eta}(z)}$$

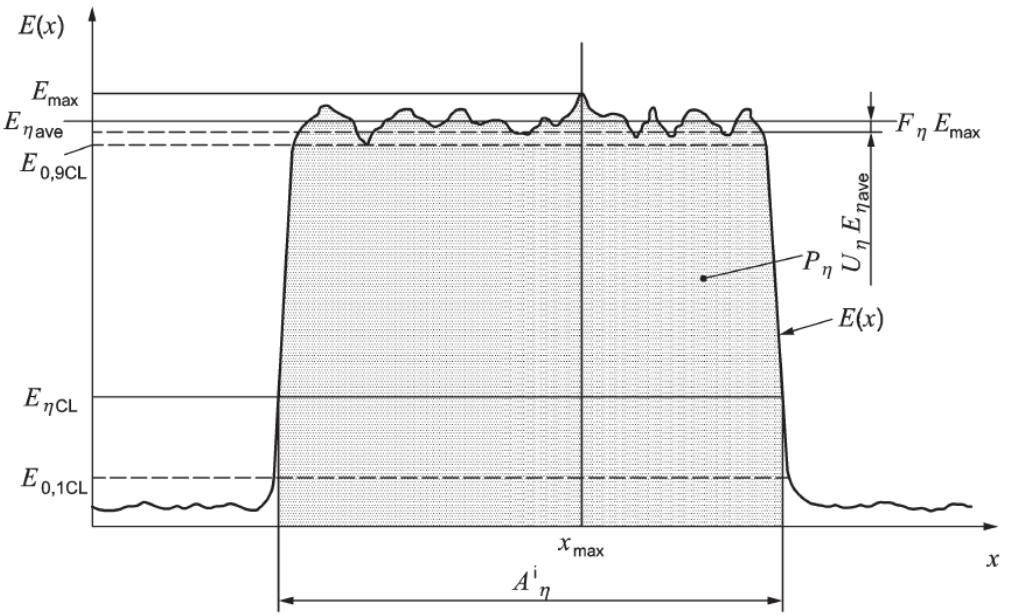
$۰ \leq \varepsilon > \eta < ۱$

$۰ < S\eta, \varepsilon(Z) < ۱$

یادآوری ۱- $S\eta,\varepsilon(Z) \rightarrow ۰$ هنگامی که لبه‌های توزیع ها بیشتر عمودی می‌شوند.

یادآوری۲- η معمولا تا ٪ ۱۰ و ε معمولا تا ٪ ۹۰ چگالی توان (انرژی) حداکثر تنظیم می‌شوند.

یادآوری۳- پارامترهای$U\ \eta\ ,\ F\eta,\ A_\eta^i\ ,\ P\eta\ ,\ E\ \eta\ ave\ ,\ E\ max$ در شکل ۱ برای یک توزیع چگالی توان یکنواخت (زیربند ۳-۱-۱) در یک بعد نشان داده شده است.



شکل ۱- تصویر یک توزیع یکنواخت چگالی توان E(x) در یک بعد

۴ سیستم مختصات

محورهای دکارتی x,y,z جهات فضای متعامد را در سیستم محورهای پرتو تعریف می‌کند. محورهای x,y متقاطع با پرتو می‌باشند و صفحه عرضی را تعیین می‌کنند. پرتو در امتداد محور z انتشار می‌یابد. مبدا محورz در یک صفحه xy مرجع تعریف‌شده توسط سازنده لیزر، به عنوان مثال محفظه لیزر، تعریف می‌شود. برای پرتوهای بیضوی، محورهای اصلی توزیع، به ترتیب مصادف با محورهای x و y می‌شوند. در مواقعی‌که محورهای اصلی توزیع با توجه به سیستم مختصات آزمایشگاه چرخش داشته باشند، مقررات استاندارد ملی ایران سری ۱۱۷۱۰ که چرخش مختصات را از طریق یک زاویه آزیموت Q به سیستم آزمایشگاه تشریح می‌کند، باید اعمال شود.

۵ توصیف پارامترهای ناشی از توزیع فضایی اندازه گیری شده

در تعاریف زیربند ۳-۲-۱ تا ۳-۲-۱۲، انتگرال‌های مجموع باید روی تمام مکان‌های (x,y) محاسبه شود طوری که E(x,y,z)> E ηcl(z) یا H (x,y,z)>H ηcl(z) . این روش اجرایی برش برای کوتاه‌کردن انتگرال‌های جمع از ٪ ۹۹ روشِ کوتاه‌کردن روزنه فضایی توان(انرژی) مورد استفاده برای محاسبه پهنای پرتو ممان دوم در استاندارد ملی ایران سری ۱۱۷۱۰ تفاوت دارد. قبل از استفاده از روش اجرایی برش، اعمال کاهش پس‌زمینه مناسب برای سیگنال اندازه‌گیری‌شده، ضروری است. طبق یادآوری زیربند ۳-۱-۷ ، معمولا مقدار η به گونه‌ای انتخاب می‌شود که Eηcl (یا Hηcl) بزرگ‌تر از قله‌های نوفه پس‌زمینه آشکارساز در زمان اندازه‌گیری‌ها باشد.

یادآوری- از آنجایی‌که پرتوهای لیزر در عمل دارای اندازه‌های جانبی متناهی هستند و آشکارسازها که توزیع چگالی توان آنها را اندازه‌گیری می‌کنند دارای یک وضوح فضایی متناهی می‌باشد، تعاریف این استاندارد که برای محاسبات استفاده شده است بهتر است دقیق‌تر و شامل جمع‌های متناهی گسسته تا انتگرال‌های پیوسته باشند. انتگرال‌های متناهی به دلیل این‌که دارای شکل فشرده‌تری نسبت به مجموع بوده و روش معمولی برای انجام هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای اطلاعات بیشتر در انتخاب محدودیت‌های انتگرال عملی، به زیربند ۹-۱ مراجعه کنید.

۶ اصول آزمون

ابتدا، توزیع چگالی توان (انرژی) [H(x,y,z)] E (x,y,z) در مکان z توسط ثبت موقعیت یک آشکارساز تابش فضایی در ارتباط مستقیم با پرتو، اندازه‌گیری می‌شود. همچنین صفحه آشکارساز، به طور مستقیم در جهت z و به طورعادی با جهت انتشار پرتو قرار گرفته یا یک سیستم تصویربرداری مناسب مورد استفاده قرارگرفته تا صفحه را در z به سوی آشکارساز بازپخش کند. اندازه‌گیری توزیع چگالی توان (انرژی) ایستا مورد نیاز است و برای لیزرهای با پارامترهای نوسان‌کننده با زمان که توزیع چگالی‌توان (انرژی) پرتو را توصیف می‌کنند، از تعاریف ارائه شده در زیربند ۳-۲ محاسبه می‌شود.

۷ چیدمان اندازه گیری و تجهیزات آزمون

۷-۱ کلیات

برای اندازه‌گیری توزیع چگالی‌توان (انرژی) پرتوهای لیزر، هر دستگاه اندازه‌گیری با تفکیک پذیری فضایی بالا و گستره دینامیکی بالا، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

روش‌های معمول مورد استفاده برای تعیین توزیع‌های چگالی توان (انرژی) پرتو لیزر شامل آرایه‌هایی از دوربین‌ها به صورت ماتریس‌های ماتریس1D و2D، روزنه اسکن تک‌محور و دو محوره، شکاف‌ها یا لبه‌های تیز

اسکن تک‌محوره، انتقال از طریق روزنه‌های متغیر (اندازه‌گیری‌های توان در سطح مشخصه[1]) و چگالی‌سنجی 2D به وسیله انعکاس، فلورسنس، فسفرسانس و قرارگیری در معرض فیلم می‌شود.

۷-۲ آماده سازی

پرتو لیزر و محور نوری سیستم اندازه‌گیری بهتر است هم محور باشند. دستگاه‌های تنظیم نوری مناسب برای این منظور در دسترس هستند. هرگونه تغییر جهت پرتو در طول دوره زمانی اندازه‌گیری‌ها، باید جهت عدم تاثیرگذاری بر دقت اندازه گیری، مورد تایید قرار گیرد.

مولفه‌های نوری مثل شکاف‌دهنده پرتو، تضعیف‌کننده‌ها، عدسی‌های رله باید به گونه‌ای نصب شوند که محور نوری از مرکز هندسی آنها عبور کند. توجه کافی جهت جلوگیری از خطاهای سیستماتیک باید انجام پذیرد. انعکاس، نور محیط خارجی، تابش حرارتی یا هواکش‌ها[2] همگی منابع بالقوه خطا هستند.

میدان دید سیستم نوری باید به گونه‌ای باشد که مطابق با تمام سطح مقطع پرتو لیزر باشد. افت ناشی از برش یا پراش (انکسار) باید کمتر از ٪ ۱ توان یا انرژی کل پرتو باشد.

بعد از اینکه آماده‌سازی اولیه تکمیل شد، یک ارزیابی جهت تعیین دستیابی تمام پرتو لیزر به سطح آشکارساز انجام شود. برای انجام این آزمون، روزنه‌هایی با قطرهای مختلف می‌تواند در مسیر پرتو در مقابل هر قطعه نوری و خود آشکارساز معرفی شود. روزنه‌هایی که توان لیزر را ٪ ۵ کاهش می‌دهد بهتر است دارای قطری کمتر از ۰٫۸ برابر روزنه قطعه نوری باشد.

۷-۳ کنترل محیط

اقدامات مناسب مثل عایق سازی صوتی و مکانیکی تنظیمات آزمون، حفاظت در برابر تابش غیراصلی، تثبیت دمای آزمایشگاه و انتخاب تقویت‌کننده با نوفه پایین جهت اطمینان از پایین بودن سهم خطاهای کلی محتمل در پارامترهای مورد اندازه گیری، باید انجام پذیرد.

باید اطمینان حاصل شود که در مسیرهای عبور پرتو لیزر با توان بالا (انرژی)، محیط اتمسفر شامل گازها یا بخارات که می‌تواند تابش لیزر را جذب کنند و باعث اعوجاج حرارتی به توزیع چگالی توان (انرژی) پرتو مورد اندازه‌گیری گردد، نباشد.

۷-۴ سیستم آشکارساز

پارامترهای اندازه‌گیری توزیع چگالی توان (انرژی) نیازمند استفاده از یک توان سنج با تفکیک پذیری فضایی بالا و نسبتِ سیگنال به نویز(SNR) برای تشخیص تابش در طول موج لیزر می‌باشد. دقت اندازه گیری به

1- power in a bucket measurements
2- air draughts

طور مستقیم مرتبط با تفکیک پذیری فضایی سیستم آشکارساز و نسبت سیگنال به نویز آن می‌باشد. نکات زیر باید مشاهده شده و در جایی‌که مناسب باشد، ثبت گردند.

- سطح اشباع، نسبت سیگنال به نویز و خطی‌بودن سیستم آشکارساز به توان (انرژی) ورودی لیزر ورودی باید از داده‌های سازنده یا از اندازه‌گیری در طول موج لیزر مورد نظر، تعیین شود. هر وابستگی به طول موج، غیرخطی بودن، غیر یکنواخت بودن آشکارساز به طور موضعی یا در میان روزنهِ آن باید به حداقل رسیده یا با استفاده از یک روش کالیبراسیون تصحیح شود.

- محدوده دینامیکی حسگر باید بزرگتر از ۱۰۰:۱ باشد.

- جهت تامین تفکیک‌پذیری فضایی کافی، بیشتر از ۲۵۰۰ نقاط داده غیر همپوشانی فضایی باید یک سیگنال را ثبت کند.

- باید توجه نمود آستانه آسیب چگالی توان (انرژی) سطح آشکارساز برای طول موج و پهنای پالس معلوم شود تا پرتو لیزر از آن حد متجاوز نشود.

- مقررات استاندارد ملی‌ایران سری ۱۱۷۱۰، روش‌های روزنه متغیر، شکاف اسکن و لبه تیز را برای اندازه گیری پهنای پرتو و همچنین اندازه‌گیری توزیع دامنه پرتو در مکان z تشریح کرده است.

- هنگام استفاده از یک دستگاه اسکن جهت اندازه‌گیری تابع توزیع چگالی توان (انرژی) باید اطمینان حاصل شود خروجی لیزر در یک بازه زمانی کامل اسکن، از نظر زمانی و فضایی پایدار خواهد بود.

- هنگام اندازه‌گیری پرتوهای لیزر پالسی، جهت اطمینان از عدم تغییر پارامترهای پرتو در میان فواصل نمونه برداری، تاخیر زمانی راه‌اندازی و فواصل زمانی نمونه‌برداری باید اندازه‌گیری شده و در گزارش آزمون ثبت شود.

۵-۷ اپتیک‌های تشکیل دهنده پرتو، تضعیف‌کننده نوری و شکاف‌دهنده‌های پرتو

اگر سطح مقطع پرتو لیزر بزرگتر از مساحت آشکارساز باشد یا اگر صفحه قرار گرفته در مکان Z برای سیستم آشکارسازی غیرقابل دسترس باشد، یک سیستم نوری مناسب جهت به تصویر کشیدن ناحیه سطح مقطع پرتو لیزر در مکانZ روی سطح آشکارساز باید مورد استفاده قرار گیرد. در این موقعیت‌ها، بزرگنمایی/ کوچک‌نمایی نوری سیستم تصویربرداری باید ثبت شده باشد. مولفه‌های نوری باید متناسب با طول موج لیزر انتخاب شوند و فاقد ابیراهی[1] باشند. یک تضعیف‌کننده می‌تواند جهت کاهش چگالی توان (انرژی) در سطح آشکارساز مورد نیاز باشد. تضعیف‌کننده‌های نوری هنگامی‌که چگالی توان (انرژی) خروجی لیزر از محدوده کاری (خطی) آشکارسازها یا آستانه آسیب تجاوز نماید، باید مورد استفاده قرار گیرد. هر طول‌موج، قطبش و

1- aberration

وابستگی زاویه‌ای، غیرخطی‌بودن یا غیر یکنواختی تضعیف‌کننده نوری باید به حداقل رسیده یا توسط یک روش اجرایی کالیبراسیون تصحیح شود.

هیچکدام از مولفه‌های نوری مورد استفاده نباید به طور قابل توجهی بر توزیع چگالی توان (انرژی) نسبی تاثیر بگذارد. هنگام تصویربرداری پرتو لیزر روی سطح آشکارساز، ضریب بزرگ‌نمایی/کوچک‌نمایی باید در ارزیابی روش اجرایی مورد توجه قرار گیرد.

باید توجه کرد تا اطمینان حاصل شود که تاثیراتی مثل بازتاب‌های سرگردان، پراکندگی یا تداخل پرتو لیزر توسط آشکارساز یا سیستم تشخیص تا یک سطح کافی نشان داده نشود تا بر توزیع چگالی انرژی (توان) اندازه‌گیری شده تاثیر بگذارد. برای مثال در موقعیت آشکارسازهای ماتریس این قبیل تاثیرات نادرست می‌تواند توسط یک پنجره حسگر به اندازه‌گیری‌های اعمال شوند. دراین موقعیت یک اندازه‌گیری مفید و مناسب، به کارگیری پوشش ضدانعکاس یا حذف کامل پنجره است.

۸ روش اجرایی آزمون

۸-۱ آماده سازی تجهیزات

یک بازه زمانی با مدت یک ساعت برای گرم‌کردن لیزر و دستگاه حسگر، قبل از اندازه‌گیری باید در نظر گرفته شود، غیراز اینکه به گونه دیگری توسط سازنده تعریف شده باشند. وضعیت‌های عملکردی باید مطابق آنچه توسط سازنده مشخص شده، انتخاب شود.

تنظیم دقیق بین سیگنال‌خروجی آشکارساز و داده‌های حاصل از الکترونیک باید توسط تنظیم سطح پس‌زمینه به گونه‌ای انجام شود که بعد از انسداد پرتو برای تمام موقعیت‌های (x,y)، یک سیگنال پس‌زمینه $E_B(x,y) \approx 0$ یا $[H_B(x,y)]$ ثبت شده باشد.

به منظور جبران دامنه‌های مثبت و منفی نوفه در محاسبات پارامترهای پرتو (زیربند ۸-۳-۲)، بهتر است عدم برش یا کوتاه‌کردن قله‌های منفی نوفه توسط سیستم آشکارساز، بررسی شود.

بهره سیستم بازخوانی الکترونیکی آشکارساز باید به گونه‌ای تنظیم شود که سیستم اندازه‌گیری مورد استفاده، در محدوده دینامیکی خطی فعال شود. تنظیم ارتفاع سیگنال نسبت به محدوده دینامیکی سیستم اندازه گیری باید با استفاده از یک تضعیف‌کننده (مطابق زیربند ۷-۵) و یا کنترل بهره الکترونیک آشکارساز جهت اطمینان از اینکه نسبت سیگنال به نوفه حداقل ۱۰۰:۱ باشد، انجام شود.

۸-۲ روش اجرایی کالیبراسیون آشکارساز

۸-۲-۱ کالیبراسیون فضایی

کالیبراسیون فضایی باید برای مثال با قراردادن یک روزنه یا موانع دیگر با اندازه‌های مشخص نسبت به پرتو در مکان z هم‌راستا با جهت انتشار پرتو و اندازه‌گیری مقدار معادل آن مطابق آنچه روی آشکارساز ثبت شده است، انجام شود. زمانی‌که اپتیک‌های رله جهت تصویرکردن صفحه در مکان z تا سطح آشکارساز به کار می‌رود، اندازه مانع انتخاب شده باید به گونه‌ای باشد که تاثیرات انکسار(پراش) روی تصویر آن، به طور موثر توسط انتخاب توان تفکیکی سیستم تصویربرداری، حذف شود. در چیدمان‌هایی که سر حسگر به طور مستقیم درمکان z قرار می‌گیرد، مانع باید به طور موثر در تماس با حسگر قرار گیرد که تاثیرات پراش از لبه حداقل باشند.

۸-۲-۲ کالیبراسیون توان (انرژی)

اگر مقادیر مطلق برای توزیع چگالی توان (انرژی) مورد نیاز باشد،کالیبراسیون توان باید توسط اولین ثبت توزیع کالیبره نشده [E (x,y)][H(x,y)] و سپس محاسبه P، انتگرال کل چگالی توان کالیبره نشده، [Q انتگرال کل چگالی انرژی کالیبره نشده]، حاصل شود.

$$P' = \iint E'(x,y)dx\,dy \qquad \text{برای پرتوهای موج پیوسته} \qquad (۱)$$

$$Q' = \iint H'(x,y)dx\,dy \qquad \text{برای پرتوهای پالسی} \qquad (۲)$$

سپس یک اندازه‌گیری مستقل توان کل پرتوP (انرژی پالس Q) در توزیع، با استفاده از یک دستگاه کالیبره شده مناسب قرارگرفته در z انجام می‌شود. مقررات استاندارد IEC 61040 و استاندارد ملی ایران شماره ۶۵۶۶ برای سیستم‌های آشکارسازی تابش تک‌مولفه‌ای و روش‌های اندازه‌گیری توان پرتو P و انرژی پالس Q در صفحه Z به کار می‌رود. از این اندازه‌گیری‌ها، یک کالیبراسیون مطلق توزیع چگالی توان (انرژی) ارائه شده است:

$$E(x,y) = \frac{p}{p'} E'(x,y) \qquad \text{برای پرتوهای موج پیوسته} \qquad (۳)$$

$$H(x,y) = \frac{Q}{Q'} H'(x,y) \qquad \text{برای پرتوهای پالسی} \qquad (۴)$$

۸-۳ ثبت داده‌ها و اصلاح نوفه

۸-۳-۱ کلیات

بعد از رفع انسداد پرتو لیزر، توزیع چگالی توان (انرژی) اندازه‌گیری شده $[H_{meas}(x,y)]E_{meas}(x,y)$ باید محاسبه و ثبت شود. برای لیزرهای پالسی، چگالی توان E باید با چگالی انرژی H در متن زیربند ۸-۳ جایگزین شود. در مورد لیزرهای پالسی باید توجه کرد که انرژی در پهنای پالس کامل، جمع می‌شود.

حداقل ۱۰ اندازه‌گیری مستقل مطابق با بندهای ۸ و ۹ باید انجام شود و مقادیر انحراف‌های استاندارد مربوطه باید محاسبه شده و در گزارش آزمون ارائه شود. برای نمایه‌های پرتو لیزر که به

صورت زمانی نوسان دارند، اندازه‌گیری‌های متوسط زمانی از توزیع می‌تواند با میانگین‌گیری حداقل ۱۰ ثبت منحصر به فرد از [$H_{meas}(x,y)$] $E_{meas}(x,y)$ انجام شود.

سیگنال‌های ثبت شده با عنوان [$H_{meas}(x,y)$] $E_{meas}(x,y)$ می‌توانند به مجموع دو قسمت، تقسیم شوند: توزیع چگالی توان (انرژی) « درست» [$H(x,y)$] $E(x,y)$ تولید شده با پرتو تحت آزمون و طرح پس‌زمینه ناهمگن محتمل $E_B(x,y)$ تولید شده با دیگر منابع‌ها مثل تابش محیطی یا خارجی یا با خود دستگاه حسگر:

$$E_{meas}(x,y) = E(x,y) + E_B(x,y) \qquad (۵)$$

برای مقررات اصلاح پس‌زمینه اعمال شده به پارامترهای تعریف شده در زیربند ۳-۲-۳ و ۳-۲-۴ به استاندارد ISO 11145 و استاندارد ملی ایران سری ۱۱۷۱۰ مراجعه کنید. هنگام ارزیابی پارامترهای پرتو تعریف‌شده در زیربند ۳-۲-۱ و ۳-۲-۳ و ۳-۲-۷ الی ۳-۲-۱۲، روش اجرایی برای تصحیح پس‌زمینه باید به کارگرفته شود تا مانع از نوفه در بال‌های توزیع حاکم بر انتگرال‌های (مجموع) درگیر شود. این اصلاح باید به وسیله کاهش طرح پس‌زمینه یا یک پس‌زمینه میانگین از سیگنال ثبت‌شده، انجام شود. برای سیستم‌های آشکارسازی که دارای یک سطح پس‌زمینه ثابت در سرتاسر حسگر هستند، تصحیح به وسیله کاهش سطوح پس‌زمینه میانگین می‌تواند مطابق با زیربند ۸-۳-۳ مورد استفاده قرار گیرد. در دیگر موقعیت‌ها، کاهش طرح پس‌زمینه کامل مطابق آنچه در زیربند ۸-۳-۲ ارائه شده، ضروری است.

۸-۳-۲ تصحیح به وسیله کاهش طرح پس زمینه

با استفاده از یک چیدمان تجربی یکسان، ثبت یک طرح پس‌زمینه «تصویر تیره» $E_B(x,y)$ باید فوراً مقدم بر حصول یک توزیع چگالی توان (انرژی) «طرح سیگنال» انجام پذیرد. برای لیزرهای موج پیوسته، پرتو باید در موقعیتی که پرتو از محفظه لیزر خارج می‌شود، مسدود شود. برای لیزرهای پالسی، اکتساب داده‌ها می‌تواند بدون راه‌اندازی لیزر انجام پذیرد.

با استفاده از کاهش طرح پس‌زمینه، توزیع اصلاح‌شده توسط فرمول ۶ ارائه می‌شود:

$$E(x,y) = E_{meas}(x,y) - E_B(x,y) \qquad (۶)$$

یادآوری- در مواقعی‌که نوسان زمانی تابش محیط باقی‌مانده در روی آشکارساز حادث می‌شود، که می‌تواند باعث تحریف نتایج شود، اندازه‌گیری‌های پس‌زمینه و طرح سیگنال بهتر است در توالی مستقیم انجام شود. برای لیزرهای پالسی یا لیزرهای موج پیوسته با دیافراگم سریع، این اندازه‌گیری می‌تواند با استفاده از چرخه‌های اکتساب متوالی از سیستم آشکارساز همراه با کاهش پس‌زمینه به صورت برخط حاصل شود.

به عنوان یک نتیجه از کاهش پس‌زمینه، مقادیر نوفه منفی می‌تواند در توزیع چگالی توان (انرژی) اصلاح شده وجود داشته باشد. این مقادیر منفی باید در ارزیابی‌های بیشتر به منظور اجازه دامنه‌های مثبت و منفی نوفه گنجانده شود. کاهش طرح پس‌زمینه همیشه منجر به انحراف خط مبداء از صفر نمی‌شود. حتی انحراف از خط مبداء کوچک نیز می‌توانند خطاهای بزرگ در ارزیابی پارامترهای توصیف‌کننده توزیع چگالی توان

(انرژی) اندازه‌گیری‌شده، ایجاد کند. باید توجه شود که این خطاهای انحراف از خط مبداء به حداقل برسد (مطابق زیربند ۹-۲).

۸-۳-۳ تصحیح توسط کاهش پس‌زمینه میانگین

برای سیستم‌های آشکارسازی که دارای یک سطح پس‌زمینه ثابت در سرتاسر حسگر هستند، اصلاح توزیع‌های اندازه‌گیری شده به وسیله کاهش سطح پس‌زمینه میانگین می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

یک سطح پس‌زمینه میانگین آشکارساز $\bar{E}_B$ در سرتاسر حسگر از ثبت و میانگین‌گیری در سراسر آشکارساز در حداقل ۱۰ نقطه اندازه‌گیری منحصر به فرد از توزیع پس‌زمینه $E_B(x,y)$ مشتق می‌شود.

$$\bar{E}_B = \frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M} E\ B\ i,j \qquad (۷)$$

جاییکه N تعداد کل نقاط ثبت داده (x,y) روی آشکارساز می‌باشد.

با استفاده از کاهش پس‌زمینه میانگین، توزیع اصلاح‌شده توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

$$E(x,y) = E_{meas} - \bar{E}_B \qquad (۸)$$

۹ ارزیابی

۹-۱ انتخاب و بهینه‌سازی محدوده‌های انتگرال‌گیری

این مقررات به انتخاب محدوده‌های انتگرال‌گیری برای جمع‌های درگیر در پارامترهای توصیف کننده توزیع چگالی توان (انرژی) تعریف‌شده در زیربندهای ۳-۲-۱ و ۳-۲-۲ ، ۳-۲-۷ الی ۳-۲-۱۲ اعمال می‌شود. برای مقررات اعمال شده در خصوص پارامترهای تعریف شده در زیربندهای ۳-۲-۳ و ۳-۲-۴ به استاندارد ISO 11145 و استاندارد ملی ایران سری ۱۱۷۱۰ مراجعه کنید.

برای اینکه عدم‌قطعیت در اندازه‌گیری‌های مطلوب باشد، نتایج محاسبات پارامترهای توصیف‌کننده توزیع چگالی توان (انرژی) باید نسبت به کسر سطح برش η انتخاب‌شده و مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌ها، غیرحساس باشد. غیرحساس بودن محاسبات نسبت به مقدار سطح برش تنظیم شده[$E\eta cl\ (\ z)][H\eta cl(z)$ باید با تغییر مقدار η به مقدار ٪ ۵ تا ٪ ۱۰ بررسی شود، به عنوان مثال از η = ۰٫۰۱ تا η = ۰٫۰۱۱ و محاسبه مجدد پارامتر مربوطه. اگر یک اختلاف بزرگتر از عدم قطعیت اندازه‌گیری مطلوب حاصل شود، یک مقدار سطح برش دیگر برای محاسبات باید انتخاب شود. این روش بهتر است تا زمانی ادامه یابد که یک مقدار η یافت‌شده منجر به ثابت‌بودن پارامتر محاسبه‌شده، گردد.

از آن‌جایی‌که تمام پارامترهای تعریف‌شده در زیربندهای ۳-۲-۷ ، ۳-۲-۹ الی ۳-۲-۱۲ باید نسبت به توان لیزر (انرژی پالس) مورد استفاده برای اندازه‌گیری توزیع چگالی توان (انرژی) غیر حساس باشند، خود ثباتی

سیستم آشکارسازی می‌تواند به وسیله تغییر یکنواخت P[Q] در سراسر صفحه xy درمکان z و بررسی این که مقادیر دوباره محاسبه‌شده در عدم قطعیت اندازه‌گیری مطلوب هستند، تایید شود.

برای مثال: [$\frac{Q_\eta}{Q}$] $=\frac{P_\eta}{p}$ Fη در زیربند ۳-۲-۲ باید برای داشتن یک مقدار نزدیک به واحد و پایدار بودن نسبت به تغییرات کوچک (۲۰٪) به توان لیزر (انرژی پالس) در مکان Z، با انجام یک مقایسه با P [Q] اندازه‌گیری شده و توسط یک نمایشگر توان (انرژی) پرتو کالیبره شده مجزا قرار گرفته در مکان Z، تایید شود. اعتبار η مورد استفاده برای محاسبه P_η $[Q_\eta]$ می‌تواند بررسی شود. روش‌های اجرایی برای کالیبراسیون فضایی و توان(انرژی) سیستم تشخیص در زیربند ۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ تشریح شده است.

۹-۲ کنترل و بهینه سازی اصلاحات پس زمینه

توزیع‌های چگالی توان (انرژی) اصلاح‌شده باید برای محاسبه پارامترهای تعریف شده در زیربند ۳-۲ مورد استفاده قرار گیرد. با تغییر مقادیر سطح برش، باید بررسی شود که پس‌زمینه میانگین به درستی بی‌اثر باشد و پارامترهای توصیف‌کننده توزیع چگالی توان (انرژی) به اندازه کافی نسبت به این تغییرات، پایدار باشد.

اعتبار روش‌های اجرایی اصلاح مورد استفاده برای طرح پس‌زمینه یا کاهش پس‌زمینه میانگین باید به وسیله تغییر بین ٪ ۵ تا ٪۱۰ مقدار E ηcl(z) [Hηcl(z)] و محاسبه مجدد پارامترهای توصیف‌کننده توزیع چگالی توان (انرژی) بررسی شود. اگر اختلاف‌های بزرگتر از عدم‌قطعیت اندازه‌گیری مطلوب حاصل شود، یک بهینه‌سازی اصلاح پس‌زمینه اضافی می‌تواند مورد نیاز باشد. برای اینکه عدم‌قطعیت اندازه‌گیری مطلوب باشد، نتایج محاسبات مربوط به پارامترهای توصیف‌کننده توزیع چگالی توان (انرژی) بهتر است نسبت به کسر سطح برش η انتخاب‌شده و مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌ها، غیرحساس باشد.

۱۰ گزارش آزمون

نتایج آزمون باید مستندسازی و ثبت شوند. یک مثال برای یک گزارش آزمون در پیوست الف ارائه شده است.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

گزارش آزمون

الف-۱ اطلاعات عمومی

نام سازمان آزمون‌کننده----------

تاریخ ---------- نام آزمون‌کننده ----------

الف) جزییات لیزر و تنظیمات در وضعیت آزمون

نوع لیزر ---------- سازنده ----------

مدل---------- شماره سریال-------

طول موج (ها) ---------- قطبش----------

موج پیوسته متوسط توان خروجی----------

پالسی متوسط توان خروجی---------- نرخ تکرار پالس---------

انرژی پالس---------- پهنای پالس ----------

تنظیمات روزنه ---------- اطلاعات دیگر ---------

ب) مکان آزمون

صفحه مرجع انتخاب شده ----------

سیستم آزمایشگاهی x,y,z انتخاب شده ----------

صفحه آشکارساز نسبت به صفحه مرجع ----------

پ) سیستم آشکارسازی

روش آشکارسازی	آشکارساز	خواص ویژه آشکارساز
آرایه هایی از دوربین به صورت ماتریس	CCD	پاسخ طول موج
روزنه متغیر	CID	تفکیک‌پذیری فضایی
اسکن لبه تیز	Si diode	ناحیه آشکارساز
روزنه اسکن شده	pyroelectric	محدوده دینامیکی

اسکن شکاف	pbS vidicon	نسبت سیگنال به نوفه
شکاف متغیر	pyroelectric vidicon	تفکیک پذیری دیجیتال
دیگر	thermopile	زمان نمونه برداری در نقاط داده
	Pyroelectric joulemeter	زمان نمونه‌برداری در نمایه پرتو
	Calorimeter	تعداد پالس‌های نمونه‌برداری شده
	دیگر	

ت) چیدمان نوری

اپتیک‌های آماده‌سازی پرتو بین مکان و آشکارساز----------

بزرگ‌نمایی نوری رله تصویر ----------

ضریب تضعیف----------

انعکاس شکاف‌دهنده پرتو----------

الف-۲ اطلاعات ویژه

پارامترهای زیر باید در تقاضا اظهار شوند:

ث) کسر سطح‌برش مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌ها

η = ----------

ج) توان پرتو(انرژی پالس) در مکان Z

	مقدار میانگین	انحراف استاندارد
توان پرتو P(z)	---------	---------
انرژی پالس Q(z)	---------	---------
توان سطح برش P_η (z)	---------	---------
انرژی سطح برش Q_η (z)	---------	---------

چ) چگالی توان(انرژی) میانگین سطح برش در مکان Z

چگالی توان میانگین سطح برش E η ave (z) ----------

چگالی انرژی میانگین سطح برش H η ave (z) ----------

ح) مکان پرتو در محل z

	مقدار میانگین	انحراف استاندارد
مکان حداکثر (X max, Y max)	---------	----------
موقعیت مرکز جرم (X (z) , Y(z))	---------	----------

خ) اندازه های موثر پرتو در مکان z

	مقدار میانگین	انحراف استاندارد
زاویه Azimuth Ø	----------	----------
پهنا dϭ x(z) , dϭ y(z)	----------	----------
ناحیه سطح مقطع پرتو Aϭ (z)	----------	----------
ناحیه تابش سطح برش A^i (z)	----------	----------

د) پرتو در مکان z

	مقدار میانگین	انحراف استاندارد
بیضوی بودن (نسبت ابعاد) (z)	----------	----------
ضریب صافی F_η (z)	----------	----------
یکنواختی U_η (z)	----------	----------
یکنواختی پلاتو U_P (z)	----------	----------
توان کسری (انرژی) F_η (z)	----------	----------
تیزی لبه $S_{\eta,\square}$ (z)	----------	----------
نوع توزیع برازش شده:	----------	----------
زبری مناسب F	----------	----------
برازش G	----------	----------

ذ) داده توزیع

داده‌ها باید به صورت ایزومتریک، گرافیکی (گرافیک سطح مقطع) یا جدولی برای توزیع چگالی تـوان(انرژی) در امتداد حداقل ۲ محور تعریف‌شده (ترجیحاً محورهای اصلی) که شامل مرکز توزیع در مکان Z است، ارائه شوند. داده‌ها باید با کاهش پس‌زمینه مناسب اما بدون برش آستانه ارائه شوند. مقدار سطح برش باید در داده توزیع نشانه گذاری شود.