



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۱۷۱۱-۱
تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

INSO
11711-1
1st. Revision
2017
Identical with
ISO 11151-1:
2015

لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر -
قطعات اپتیکی استاندارد -
قسمت ۱: قطعات برای گستره‌های طیفی
فرابنفش، مرئی و فروسرخ نزدیک

**Lasers and laser-related equipment-
Standard optical components -
Part 1: Components for the UV, visible and
near-infrared spectral ranges**

ICS: 31.260

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۷۱۱ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: 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>



shaghol.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

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

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

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

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

- 1- International Organization for Standardization
- 2- International Electrotechnical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
- 4- Contact point
- 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر - قطعات اپتیکی استاندارد -

قسمت ۱: قطعات برای گستره‌های طیفی فرابنفش، مرئی و فروسرخ نزدیک»

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

پوراکیبر صفار، علی

(کارشناسی ارشد فیزیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

سرپرست آزمایشگاه لیزر - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

نایب رئیس - کمیته متناظر اپتیک (TC 172)

دبیر:

واحدی، رؤیا

(کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی)

کارشناس مسئول - اداره کل استاندارد استان مرکزی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

حلاجان، مهدی

(کارشناسی ارشد فیزیک)

مسئول کنترل کیفیت - مرکز ملی علوم و فنون لیزر ایران

ظهور رحمتی، لاله

(کارشناسی ارشد فیزیک)

کارشناس مسئول - سازمان ملی استاندارد ایران

کارگر راضی، مریم

(فوق دکتری مواد معدنی - شیشه)

مشاور مدیرعامل - شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران

عضو هیأت علمی - دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران شمال)

میرزایی کجانی، مریم

(دکتری فیزیک - فوتونیک)

عضو هیأت علمی - گروه پژوهشی مهندسی پزشکی

پژوهشگاه استاندارد

نامجو، منا

(کارشناسی فیزیک کاربردی)

کارشناس مسئول - سازمان ملی استاندارد ایران

ویراستار:

شرفی، عنایت اله

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

رئیس - اداره استاندارد شهرستان بروجرد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ کد قطعات
۳	۴ مواد
۴	۵ الزامات کیفیت
۶	۶ رواداری ابعاد
۶	۱-۶ ابعاد ترجیحی
۱۱	۲-۶ قطر قطعات اپتیکی دایروی
۱۱	۳-۶ انحنای آینه و جفت‌کننده خروجی
۱۱	۴-۶ پنجره‌های مستطیلی و بیضوی
۱۱	۵-۶ فاصله کانونی
۱۲	۷ ناحیه آزمون
۱۲	۸ شناسه‌گذاری برای سفارش‌دهی
۱۴	۹ پوشش‌دهی
۱۴	۱۰ بسته‌بندی
۱۶	پیوست الف (آگاهی دهنده) یکاهای انگلیسی
۱۷	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- قطعات اپتیکی استاندارد- قسمت ۱: قطعات برای گستره‌های طیفی فرابنفش، مرئی و فروسرخ نزدیک» که نخستین بار در سال ۱۳۸۷ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در ششصد و هفتادمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۵/۱۲/۲۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۷۱۱: سال ۱۳۸۷ می‌شود.

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 11151-1: 2015, Lasers and laser-related equipment- Standard optical components
- Part 1: Components for the UV, visible and near-infrared spectral ranges

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۷۱۱ است و سایر قسمت‌های این مجموعه عبارتند از:

قسمت ۲: تجهیزات برای گستره طیفی فروسرخ

لیزرها در زمینه‌های گوناگونی شامل پزشکی، فرآوری مواد، فن‌آوری اطلاعات و اندازه‌شناسی کاربردهای فراوان دارند. بیشتر لیزرها دارای پنجره‌های اپتیکی و آینه (داخل کاواک) هستند و در اکثر سامانه‌های لیزر از پنجره‌ها، تقسیم‌کننده‌های باریکه، انحراف دهنده‌ها، آینه‌ها و عدسی‌های گوناگونی استفاده می‌شود. در قطعاتی که در لیزرهای توان بالا استفاده می‌شوند برای جلوگیری از آسیب ناشی از لیزر، این قطعات استفاده شده باید در بالاترین توان پیک^۱ و/یا چگالی انرژی مقاومت کنند. بنابراین ویژگی‌های قطعات لیزرهای توان بالا نسبت به قطعاتی که در لیزرهای توان پایین استفاده می‌شود، بسیار ضروری‌تر است.

1- Peak

ز

لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر - قطعات اپتیکی استاندارد - قسمت ۱: قطعات برای گستره‌های طیفی فرابنفش، مرئی و فروسرخ نزدیک

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات برای قطعات اپتیکی لیزر، برای استفاده در گستره طیفی فرابنفش، مرئی و فروسرخ نزدیک، از طول موج ۱۷۰ nm تا ۲۱۰۰ nm و تسهیل در تأمین قطعات یدکی با استفاده از روش‌های زیر است:

- تعیین ابعاد ترجیحی و رواداری‌ها، و به‌موجب آن کاهش تعداد انواع؛
- استانداردسازی ویژگی‌ها و برداشتن موانع تجاری؛
- تدوین شناسه‌گذاری پذیرفته شده برای سفارش قطعات.

این استاندارد، زیرلایه‌های مسطح^۱، بدون نمره^۲ - کروی و کروی، عدسی‌ها و همچنین قطعات اپتیکی که به‌طور مشخص به‌عنوان قطعات اپتیکی استاندارد طراحی شده‌اند و معمولاً در کاتالوگ‌های عرضه شده توسط تأمین کنندگان برای استفاده در لیزر در نظر گرفته می‌شوند را پوشش می‌دهد.

این استاندارد توصیف قطعات، مواد به کار رفته، ابعاد فیزیکی و رواداری‌های ساخت (شامل پرداخت سطوح، شکل و توازی را در بر می‌گیرد. البته بیشتر این قطعات و نه همه آن‌ها پیش از جای‌گذاری در داخل سامانه لیزر، پوشش‌دهی می‌شوند (کاملاً بازتابی، بازتابی جزئی و ضد بازتابی).

این استاندارد، توصیه‌های مربوط به ویژگی‌های پوشش‌دهی^۳ را شامل نمی‌شود.

یادآوری- برای قطعات اپتیکی که در گستره طیفی فروسرخ کاربرد دارند (بزرگتر از ۲۱۰۰ nm) به استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۱۱-۲ مراجعه کنید. برای بررسی ویژگی‌ها و آزمون پوشش‌های اپتیکی به مجموعه استانداردهای ISO 9211 مراجعه کنید.

۲ مراجع الزامی

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

1- Planar
2- Plano
3- Coating

در صورتی که 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 ISO 9211-1, Optics and photonics- Optical coatings- part 1: Definitions

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۸۱۲: سال ۱۳۹۳، اپتیک و فوتونیک- اندودهای اپتیکی - قسمت ۱: تعاریف، با استفاده از استاندارد ISO 9211-1:2010 تدوین شده است.

2-2 ISO 9211-2, Optics and photonics- Optical coatings- part 2: Optical properties

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۷۸۱۲: سال ۱۳۹۳، اپتیک و فوتونیک- اندودهای اپتیکی - قسمت ۲: خواص اپتیکی، با استفاده از استاندارد ISO 9211-2:2010 تدوین شده است.

2-3 ISO 10110-1:2006, Optics and photonics- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 1: General

2-4 ISO 10110-2, Optics and optical instruments- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 2: Material imperfections- Stress birefringence

2-5 ISO 10110-3, Optics and optical instruments- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 3: Material imperfections- Bubbles and inclusions

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۱۰۳۷: سال ۱۳۸۷، اپتیک و تجهیزات اپتیکی - رسم نقشه‌های قطعات و سیستم‌های اپتیکی - قسمت ۳: نقایص ماده - حباب‌ها و ناخالصی‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 10110-3:1996 تدوین شده است.

2-6 ISO 10110-4, Optics and optical instruments- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 4: Material imperfections- Inhomogeneity and striae

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۰۳۷: سال ۱۳۸۷، اپتیک و تجهیزات اپتیکی - رسم نقشه‌های قطعات و سیستم‌های اپتیکی - قسمت ۴: نقایص ماده - ناهمگنی و خش‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 10110-4:1997 تدوین شده است.

2-7 ISO 10110-5, Optics and photonics- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 5: Surface form tolerances

2-8 ISO 10110-6, Optics and photonics- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 6: Centring tolerances

2-9 ISO 10110-7, Optics and photonics- Preparation of drawings for optical elements and systems- part 7: Surface imperfection tolerances

۳ کد قطعات مشمول این استاندارد

کد قطعاتی که در این استاندارد کاربرد دارند، در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- کد قطعات

کد	شکل قطعات
OF	قطعات اپتیکی تخت
WC	پنجره‌های دایروی- تخت
WE	پنجره‌های بیضوی- تخت
WR	پنجره‌های مستطیلی- تخت
OC	جفت‌کننده‌های ^۱ خروجی- تخت
MF	آینه‌های- تخت
MX	آینه‌های- کوژ
MV	آینه‌های- کاو
PX	عدسی‌های بدون نمره- کوژ
PV	عدسی‌های بدون نمره- کاو
BX	عدسی‌های دو کوژ متقارن
BV	عدسی‌های دو کاو متقارن
1- Couplers	

۴ مواد

این استاندارد برای قطعاتی کاربرد دارد که در گستره‌های طول موجی فرابنفش، مرئی و فروسرخ نزدیک، ۱۷۰ nm تا ۲۱۰۰ nm به کار برده می‌شوند. گستره وسیعی از مواد ممکن است مورد استفاده قرار گیرد، مانند:

- شیشه کراون بورو سیلیکات^۱؛
- فیوز سیلیکا^۲؛
- فیوز سیلیکا- درجه UV^۳؛
- فلورید کلسیم.

باتوجه به گوناگونی مواد قابل دسترس، استفاده از کدهای عددی مشخص برای هر یک از مواد، مرسوم نیست. تولیدکنندگان و طراحان باید مواد مصرفی یا موردنیاز خود را به دقت مشخص کنند. ویژگی مواد

1- Borosilicate crown glass
2- Fused silica
3- UV-grade fused silica

باید طبق زیربند 4.7 استاندارد ISO 10110-1:2006 بیان شود. اگر مواد دوشکستی استفاده یا مشخص شوند باید جهت محور اپتیکی نسبت به محور هندسی قطعات بیان گردد.

۵ الزامات کیفیت

ویژگی‌های ترجیحی و طبقه‌ها برای کیفیت مواد و سطح با استفاده از اصطلاحات فنی مطابق با قسمت‌های ۱ تا ۷ مجموعه استاندارد ISO 10110 در جدول‌های ۲ تا ۶ ارائه شده است. به‌طور کلی سطح استاندارد کیفیت برای قطعاتی که با لیزر استفاده می‌شوند بالاتر از قطعات اپتیکی معمولی است. به علاوه با توجه به چگالی انرژی و توان بسیار بالای داخل کاواک لیزر و امکان آسیب ناشی از لیزر، برای قطعات اپتیکی مورد استفاده در داخل کاواک (استفاده درون‌کاواکی^۱) الزام کیفیت متفاوتی نسبت به قطعات اپتیکی مورد استفاده در خارج از کاواک لیزر، وجود دارد.

در نتیجه در این استاندارد دو طبقه کیفیت در نظر گرفته شده است. قطعات اپتیکی طبقه A برای استفاده داخل کاواک، جفت‌کننده‌های خروجی و برای قطعات مورد استفاده در محیطی با چگالی توان (انرژی) بسیار بالا، طراحی شده‌اند. قطعات اپتیکی طبقه A دارای رواداری معنی‌داری به شکل (۳/...) و رواداری عیوب سطحی به شکل (۵/...) است که نسبت به قطعات اپتیکی طبقه B، تنگ‌تر است. همچنین بهتر است توجه شود که ابعاد بحرانی حفره و فرورفتگی^۲ سطحی برای آسیب‌های ناشی از لیزر، $\lambda/10$ تا 10λ می‌باشد که λ طول موج عملکردی لیزر است.

یادآوری - مقادیر درجه قید شده با این فرض تعیین شده است که بیشترین تابش فرودی، به وسیله عیوب از باریکه پراکنده می‌شود. در این حالت، میزان گرفتگی تابش‌سنجی برابر با تاریکی^۳ سطح است. اگر عیوب موجب عبور جزئی تابش شوند، سطح واقعی آن‌ها می‌تواند برابر با مقادیر فرض شده باشد. در استاندارد ISO 14997 روشی برای اندازه‌گیری عیوب سطحی شرح داده شده است (به کتاب‌نامه مراجعه کنید).

اختلاف میان رواداری‌های مواد یا رواداری‌های ساخت برای پنجره‌های دایروی تخت، WC، جفت‌کننده‌های تخت خروجی، OC، و آینه‌های تخت، MF، و رواداری‌های قطعات اپتیکی تخت، OF، ناشی از رواداری‌های ساخت بسیار بالاتر، برای قطعات اپتیکی تخت است و همچنین ناشی از این حقیقت است که بدون در نظر گرفتن قطر قطعات، فقط یک رواداری ساخت وجود دارد. رواداری‌های ساخت مربوط به توازی، برای قطعات اپتیکی تخت " 10 ± 0 " (ثانیه قوسی) است، در حالی که برای قطعات اپتیکی دیگر رواداری " 15_{-1}^{+5} " (دقیقه قوسی) است. دلیل این امر آن است که قطعات اپتیکی تخت، برای ایجاد تداخل سازنده با قطعات دیگر کاربرد دارند در حالی که هدف قطعات دیگر به حداقل رساندن این اثر است.

1- Intracavity use
2- Dig and pit

3- Obscuration

جدول ۲- رواداری مواد و رواداری ساخت برای عدسی‌ها

رواداری کار					رواداری مواد			قطر mm
عیوب سطحی طبقه B ۵/...	عیوب سطحی طبقه A ۵/...	مرکزیت ۴/...	شکل سطح طبقه B ۳/...	شکل سطح طبقه A ۳/...	ناهمگنی و شیار ^۱ ۲/...	حباب و آخال ۱/...	تنش دوشکستی ۰/...	
۱ × ۰٫۰۶۳	۱ × ۰٫۰۴۰	۲'	-(۰٫۴/۰٫۴)	-(۰٫۲/۰٫۲)	۲;۴	۲ × ۰٫۰۶۳	۱۰	۱۵ تا ۵
۱ × ۰٫۰۶۳	۱ × ۰٫۰۴۰	۲'	-(۰٫۶/۰٫۶)	-(۰٫۳/۰٫۳)	۲;۴	۳ × ۰٫۰۶۳	۱۰	۳۰ تا ۱۵ <
۲ × ۰٫۰۶۳	۲ × ۰٫۰۴۰	۲'	-(۱٫۰/۱٫۰)	-(۰٫۵/۰٫۵)	۲;۳	۳ × ۰٫۱۰۰	۱۰	۵۱ تا ۳۰ <
۳ × ۰٫۰۶۳	۳ × ۰٫۰۴۰	۲'	-(۱٫۰/۱٫۰)	-(۰٫۶/۰٫۶)	۲;۳	۵ × ۰٫۱۰۰	۱۰	۱۰۲ تا ۵۱ <

این نقص با نام «دانه تسبیحی» نیز شناخته می‌شود.

1- Striae

جدول ۳- رواداری مواد و رواداری ساخت سطح برای آینه‌ها (به جز جفت‌کننده‌های خروجی)

رواداری کار					رواداری مواد			قطر mm
عیوب سطح طبقه B ۵/...	عیوب سطح طبقه A ۵/...	مرکزیت ۴/...	شکل سطح طبقه B ۳/...	شکل سطح طبقه A ۳/...	ناهمگنی و شیار ۲/...	حباب و آخال ۱/...	تنش دوشکستی ۰/...	
۱ × ۰٫۰۴۰	۱ × ۰٫۰۲۵	۲'	-(۰٫۴/۰٫۴)	-(۰٫۲/۰٫۲)	NA	NA	۱۰	۱۵ تا ۵
۲ × ۰٫۰۴۰	۲ × ۰٫۰۲۵	۲'	-(۰٫۶/۰٫۶)	-(۰٫۲/۰٫۲)	NA	NA	۱۰	۳۰ تا ۱۵ <
۳ × ۰٫۰۴۰	۳ × ۰٫۰۲۵	۲'	-(۱٫۰/۱٫۰)	-(۰٫۳/۰٫۳)	NA	NA	۱۰	۵۱ تا ۳۰ <
۵ × ۰٫۰۴۰	۵ × ۰٫۰۲۵	۲'	-(۱٫۰/۱٫۰)	-(۰٫۵/۰٫۵)	NA	NA	۱۰	۱۰۲ تا ۵۱ <

یادآوری- NA یعنی: کاربرد ندارد.

جدول ۴- رواداری مواد و رواداری ساخت سطح برای جفت‌کننده‌های خروجی تخت

توازی	رواداری کار		رواداری مواد			قطر mm
	عیوب سطح طبقه A ۵/...	شکل سطح طبقه A ۳/...	ناهمگنی و شیار ۲/...	حباب و آخال ۱/...	تنش دوشکستی ۰/...	
۱۵'	۱ × ۰٫۰۲۵	-(۰٫۲/۰٫۲)	۲;۴	۲ × ۰٫۰۶۳	۱۰	۱۵ تا ۵
۱۵'	۲ × ۰٫۰۲۵	-(۰٫۳/۰٫۳)	۲;۴	۲ × ۰٫۰۶۳	۱۰	۳۰ تا ۱۵ <
۱۵'	۳ × ۰٫۰۲۵	-(۰٫۵/۰٫۵)	۲;۳	۳ × ۰٫۱۰۰	۱۰	۵۱ تا ۳۰ <
۱۵'	۵ × ۰٫۰۲۵	-(۰٫۶/۰٫۶)	۲;۳	۵ × ۰٫۱۰۰	۱۰	۱۰۲ تا ۵۱ <

جدول ۵- رواداری مواد و رواداری ساخت سطح برای قطعات اپتیکی تخت

قطر mm	رواداری مواد			رواداری کار	
	تنش دوشکستی	حباب و آخال	ناهمگنی و شیار	شکل سطح طبقه A	عیوب سطح طبقه A
۱۰ تا ۱۰۲	۱۰	۲ × ۰٫۰۶۳	۲/۴	۳/...	۵/... ۱ × ۰٫۰۲۵

جدول ۶- رواداری مواد و رواداری ساخت سطح برای پنجره‌ها

قطر mm	رواداری مواد			رواداری کار			
	تنش دوشکستی	حباب و آخال	ناهمگنی و شیار	شکل سطح طبقه A	شکل سطح طبقه B	عیوب سطحی طبقه A	عیوب سطحی طبقه B
۱۵ تا ۱۵	۱۰	۲ × ۰٫۰۶۳	۲/۴	۳/...	۲(۰٫۴/۰٫۴)	۱ × ۰٫۰۲۵	۱ × ۰٫۰۴۰
۱۵ < تا ۳۰	۱۰	۳ × ۰٫۰۶۳	۲/۴	۳/...	۳(۰٫۶/۰٫۶)	۲ × ۰٫۰۲۵	۲ × ۰٫۰۴۰
۳۰ < تا ۵۱	۱۰	۳ × ۰٫۱۰۰	۲/۳	۵(۰٫۵/۰٫۵)	۵(۰٫۱/۰٫۱)	۳ × ۰٫۰۲۵	۳ × ۰٫۰۴۰
۵۱ < تا ۱۰۲	۱۰	۵ × ۰٫۱۰۰	۲/۳	۶(۰٫۶/۰٫۶)	۶(۰٫۱/۰٫۱)	۵ × ۰٫۰۲۵	۵ × ۰٫۰۴۰

۶ رواداری ابعاد

۱-۶ ابعاد ترجیحی

به شدت توصیه می‌شود که برای مشخص کردن تمام ابعاد قطعات از یکاهای متریک، استفاده شود. از آنجایی که در حال حاضر در بازار قطعاتی که ابعاد آن‌ها برحسب یکای انگلیسی مشخص شده، وجود دارد در پیوست الف ابعاد ترجیحی برای این یکاها نیز ارائه شده است.

بهرتر است به این نکته توجه شود که نام‌گذاری^۱ (به بند ۸ مراجعه کنید) به گونه‌ای طراحی شده است که در صورت نیاز فراوان بتوان ابعاد غیر ترجیحی را نیز در نظر گرفت با این حال به شدت توصیه می‌شود که طراحان و سازندگان، ابعاد ترجیحی را به کار برند. ابعاد ترجیحی (متریک) و رواداری‌های ابعادی با استفاده از اصطلاحات فنی مرجع طبق شکل ۱، در جدول‌های ۷، ۸ و ۹ ارائه شده اند. توجه شود که تمام قطعات باید پخ‌های^۲ حفاظتی داشته باشند.

1- Nomenclature
2- Bevels

جدول ۷- ابعاد ترجیحی برای قطعات دایروی یا مستطیلی تخت

(به شکل های الف تا پ در شکل ۱ مراجعه کنید)

ابعاد بر حسب میلی متر

ضخامت	رواداری قطر یا طول لبه	طول لبه بزرگ تر	قطر یا طول لبه کوچک تر
۱ یا ۲	-۰٫۱۰	۶٫۵	۴
۱ یا ۲	-۰٫۱۰	۸	۵
۱ یا ۲	-۰٫۱۰	۱۰	۶
۲ یا ۴	-۰٫۱۰	۱۳	۸
۳، ۵، ۶	-۰٫۱۰	۱۵	۱۰
۳، ۵، ۶	-۰٫۱۵	۲۰	۱۲٫۵
۳، ۵، ۶	-۰٫۱۵	۲۵	۱۵
۵ یا ۶	-۰٫۱۵	۳۰	۲۰
۵ یا ۶	-۰٫۱۵	۳۵	۲۵
۶ یا ۸	-۰٫۱۵	۴۰	۳۰
۸	-۰٫۱۵	۵۰	۴۰
۱۰	-۰٫۱۵	۶۰	۵۰
۱۲	-۰٫۲۰	۸۰	۶۰
۱۵ یا ۲۰	-۰٫۲۰	۹۰	۷۵
۱۵ یا ۲۰	-۰٫۲۰	۱۰۰	۸۰
۱۵ یا ۲۰	-۰٫۲۰	۱۲۰	۱۰۰



جدول ۸- ابعاد عدسی استاندارد شده
(به شکل ت در شکل ۱ مراجعه کنید)

ابعاد بر حسب میلی متر

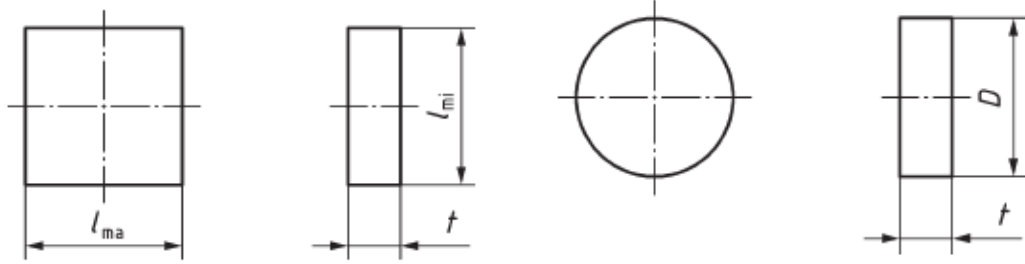
کوژ	کوژ	روداری قطر	قطر
کاو	ضخامت لبه ^a		
ضخامت مرکز $\pm 0,2$	$\pm 0,2$		
N/A	N/A	-0,10	۵
۶,۳,۵,۱	۶,۳,۵,۱	-0,10	۸
۶,۴,۲	۶,۴,۲	-0,10	۱۰
۶,۴,۲	۶,۴,۲	-0,15	۱۵
۶,۴,۲	۶,۴,۲	-0,15	۲۰
۶,۴,۲	۶,۴,۲	-0,15	۲۵
۶,۴,۲	۶,۴,۲	-0,15	۳۰
۶,۴,۲	۶,۴,۲	-0,15	۴۰
۸,۶,۳	۸,۶,۳	-0,15	۵۰
۸,۶,۳	۸,۶,۳	-0,20	۷۵
۸,۶,۳	۸,۶,۳	-0,20	۱۰۰

^a فقط برای عدسی‌های بدون نمره- کوژ و بدون نمره- کاو (به زیربند ۶-۵ مراجعه کنید).

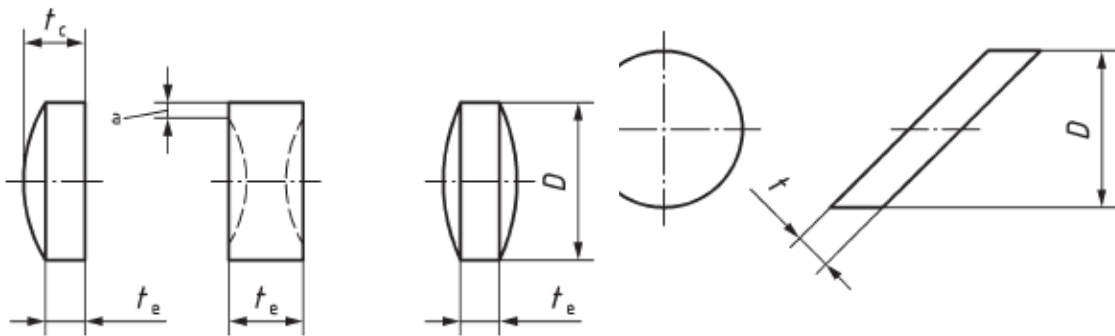
جدول ۹- ابعاد استاندارد شده برای آینه های بدون نمره-کاو
(به شکل ت در شکل ۱ مراجعه کنید)

ابعاد بر حسب میلی متر

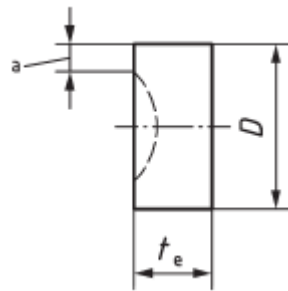
ضخامت لبه $\pm 0,2$	رواداری قطر یا طول لبه	قطر یا طول لبه کوچک تر
۶،۵،۳	-۰،۱۰	۶
۶،۵،۳	-۰،۱۰	۸
۶،۵،۳	-۰،۱۰	۱۰
۱۰،۸،۷،۵	-۰،۱۵	۱۵
۱۰،۸،۷،۵	-۰،۱۵	۲۰
۱۰،۸،۷،۵	-۰،۱۵	۲۵
۱۰،۸،۷،۵	-۰،۱۵	۳۰
۱۳،۱۰،۸،۷،۶	-۰،۱۵	۴۰
۱۶،۱۳،۱۰،۸	-۰،۱۵	۵۰
۱۶،۱۳،۱۰،۸	-۰،۲۰	۶۰
۱۶،۱۳،۱۰،۸	-۰،۲۰	۷۵
۲۰،۱۶،۱۳،۱۰	-۰،۲۰	۸۰
۲۰،۱۶،۱۳،۱۰	-۰،۲۰	۱۰۰



الف- تصویر WC (یعنی پنجره دایروی تخت) ب- تصویر WR (یعنی پنجره مستطیلی تخت)



پ- تصویر WE (یعنی پنجره بیضوی تخت) ت- تصویر BV, PX و BX



ث- تصویر MV

راهنما:

D	قطر
l_{ma}	طول لبه بزرگتر
l_{mi}	طول لبه کوچکتر
t	ضخامت
t_c	ضخامت مرکز
t_e	ضخامت لبه
a	پهنای طوق ^۱ که ممکن است مشخص شود.

1- Annulus

شکل ۱- طرح نمایی انواع گوناگون قطعات اپتیکی

۲-۶ قطر قطعه اپتیکی دایروی

این بند، قطعات اپتیکی دایروی تخت، جفت‌کننده‌های خروجی، پنجره‌ها، آینه‌ها و عدسی‌ها شامل می‌شود. ابعاد ترجیحی و رواداری‌های مربوط در جدول ۷، تعیین شده است.

۳-۶ انحنای آینه و جفت‌کننده خروجی

اگرچه بیشتر آینه‌های لیزر و جفت‌کننده‌های خروجی، از نظر اپتیکی تخت هستند ولی باید به این نکته نیز توجه شود که ممکن است استفاده از قطعات اپتیکی بدون نمره-کوژ و بدون نمره-کاو نیز الزامی باشد. توصیه می‌شود که این قطعات با استفاده از شعاع انحنای مشخص شوند (که نصف آن، معادل فاصله کانونی عدسی است). شعاع انحنای همان‌گونه که در بند ۸ بیان شده است «بعد دوم» می‌باشد. هیچ حدود پایه‌ای برای شعاع انحنای وجود ندارد به جز این که شعاع انحنای نمی‌تواند کوچک‌تر از شعاع زیرلایه باشد. رواداری استاندارد برای شعاع انحنای $\pm 2\%$ است. همه آینه‌ها و پنجره‌های درون‌کاو، باید به‌عنوان طبقه A (کد C1) مشخص شوند یا احتمال آسیب زودهنگام ناشی از لیزر را تحمل کند.

۴-۶ پنجره‌های مستطیلی و بیضوی

در جدول ۷ ابعاد ترجیحی و رواداری‌ها با استفاده از اصطلاحات فنی تعیین شده در شکل ۱ ارائه شده است. بعد کوچک‌تر همراه با قطر قطعات دایروی، و بعد بزرگ‌تر به‌عنوان بعد دوم مشخص شده است. در خصوص پنجره‌های بیضوی، بعد دوم، زاویه‌ای است که قطعه مورد نظر در آن استفاده می‌شود. رواداری برای طول لبه بزرگ‌تر همان رواداری برای ابعاد کوچک‌تر است.

۵-۶ فاصله کانونی

در این استاندارد، مقادیر ترجیحی برای فاصله کانونی عدسی‌ها مشخص نشده است ولی سازندگان باید فاصله کانونی را به‌عنوان یکی از عناصر شناسه‌گذاری مشخص کنند. فاصله کانونی باید در خط سبز-جیوه^۱ با طول موج ۵۴۶/۱ nm، برحسب میلی‌متر مشخص شود. رواداری استاندارد $\pm 2\%$ می‌باشد. ابعاد ترجیحی در جدول ۸ تعیین شده است. ضخامت لبه فقط برای عدسی‌های بدون نمره-کوژ و بدون نمره-کاو، استاندارد شده است. برای انواع دیگر عدسی ممکن است ضخامت لبه به‌گونه دیگری تعیین شود.

به‌علاوه سازنده باید فاصله کانونی پشتی را نیز بیان کند (فاصله از رأس دوم تا نقطه کانونی پشتی).

یادآوری - هیچ حدود پایه‌ای برای فاصله کانونی وجود ندارد به جز این که شعاع انحنای نمی‌تواند از نصف قطر عدسی کمتر باشد. برای عدسی‌های بدون نمره-کاو و بدون نمره-کوژ ساده، اگر عدسی نازک باشد، رابطه میان ضریب بازتاب، n و شعاع انحنای، r با فاصله کانونی، f (در هوا) با معادله زیر بیان می‌شود:

$$r = (n - 1)f$$

1- Hg e-line

برای عدسی‌های دوکاو و دوکوژ متقارن ساده، معادله به صورت زیر است:

$$r = 2(n - 1)f$$

برای عدسی‌های ضخیم به کتاب‌های مرجع مربوط مراجعه کنید.

۷ ناحیه آزمون

ناحیه آزمون برای کیفیت سطح، طبق جدول‌های ۲ تا ۶، ناحیه مرکزی قطعات اپتیکی است که با ۹۰٪ قطر قطعات (یا طول جانبی، برای قطعات مستطیلی و بیضوی) مشخص می‌شود.

۸ شناسه‌گذاری برای سفارش دهی

سیستم شناسه‌گذاری به صورت زیر است:

کد کیفیت / ضخامت لبه / (بعد دوم) / (قطر) (کد قطعات) / INSO 11711-1

علاوه بر این روش شناسه‌گذاری، جنس قطعات نیز باید مشخص شود (به بند ۴ مراجعه کنید). ویژگی‌های بیشتر، از جمله پوشش(ها) (به بند ۹ مراجعه کنید)، آستانه آسیب ناشی از لیزر و جذب نیز ممکن است ارائه شود.

مثال ۱:

شناسه مربوط به یک پنجره دایروی تخت مورد استفاده در کاواک به قطر ۲۵ mm و ضخامت ۱۰ mm به صورت زیر بیان می‌شود:

INSO 11711-1 /WC25//10/A

این شناسه‌گذاری از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

معنی	شناسه‌گذاری
کد قطعه برای یک پنجره دایروی تخت	WC***//**/*
قطر ۲۵ mm و رواداری ۰/۱۵-۰/۰۰ را مشخص می‌کند.	**25//**/*
ضخامت ۱۰/۰ mm و رواداری ۰/۲± را مشخص می‌کند.	***//10/*
طبقه کیفیت A برای استفاده داخل کاواک را مشخص می‌کند.	****//**/A

مثال ۲:

شناسه مربوط به یک عدسی دوکوژ متقارن به قطر ۵۰ mm، فاصله کانونی مؤثر ۵۰۰ mm و ضخامت لبه ۴ mm به صورت زیر بیان می‌شود:

INSO 11711-1 /BX50/500/4/B

این شناسه‌گذاری از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

معنی	شناسه‌گذاری
کد قطعه برای عدسی دو کوژ متقارن	BX**/**/**/**
قطر ۵۰ mm و رواداری mm ۰/۱۵/-۰/۰۰ را مشخص می‌کند.	**50/**/**/**
فاصله کانونی ۵۰۰ mm و رواداری % ۲± را مشخص می‌کند.	***/500/**/**
ضخامت لبه ۴ mm و رواداری mm ۰/۲± را مشخص می‌کند.	***/***/4/**
طبقه کیفیت B برای استفاده لیزر را مشخص می‌کند.	***/***/**/B

مثال ۳:

شناسه مربوط به یک پنجره بیضوی تخت با بعد کوچک‌تر ۱۵ mm، طول لبه بزرگ ۲۴ mm و ضخامت ۲ mm به صورت زیر بیان می‌شود:

INSO 11711-1 /WE15/57°/2/A

این شناسه‌گذاری از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

معنی	شناسه‌گذاری
کد قطعه برای یک پنجره بیضوی تخت	WE**/**/**/**
بعد کوچک‌تر ۱۵ mm و رواداری mm ۰/۱۵/-۰/۰۰ را مشخص می‌کند.	**15/**/**/**
استفاده در زاویه برخورد 57° را مشخص می‌کند.	***/57°/**/**
ضخامت ۲ mm و رواداری mm ۰/۲± را مشخص می‌کند.	***/***/10/**
طبقه کیفیت A برای استفاده از قطعه را مشخص می‌کند.	***/***/**/A

مثال ۴:

شناسه مربوط به یک پنجره مستطیلی تخت با ابعاد ۱۰ mm × ۱۶ mm × ۲ mm به صورت زیر بیان می‌شود:

INSO 11711-1 /WR10/16/2/B

این شناسه‌گذاری از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

معنی	شناسه‌گذاری
کد قطعه برای یک پنجره مستطیلی تخت	WR**/**/**/**
بعد کوچک‌تر ۱۰ mm و رواداری mm ۰/۱۰/-۰/۰۰ را مشخص می‌کند.	**10/**/**/**
بعد بزرگ‌تر ۱۶ mm و رواداری mm ۰/۱۰/-۰/۰۰ را مشخص می‌کند.	***/***/**/**

ضخامت ۲ mm و رواداری ± 0.2 mm را مشخص می کند.	****/2/**
طبقه کیفیت B برای استفاده بیرون کاواک را مشخص می کند.	****/**/B

مثال ۵:

شناسه مربوط به یک آینه کاو کاواک لیزر با قطر ۲۰ mm، ضخامت لبه ۱۰ mm و شعاع انحنای ۵۰ mm به صورت زیر بیان می شود:

INSO 11711-1 /MV20/50/10/A

این شناسه گذاری از بخش های زیر تشکیل شده است:

معنی	شناسه گذاری
کد قطعه برای آینه کاو	MV**/**/**/**
قطر ۲۰ mm و رواداری $0.15/-0.0$ mm را مشخص می کند.	**20/**/**/**
شعاع انحنای ۵۰ mm و رواداری $\pm 2\%$ را مشخص می کند.	****/50/**/**
ضخامت لبه ۱۰ mm و رواداری ± 0.2 mm را مشخص می کند.	****/10/**/**
طبقه کیفیت A برای استفاده داخل کاواک را مشخص می کند.	****/**/**/A

همان طور که مشاهده می شود برخی از قسمت های شناسه گذاری، ضروری نیستند. برای مثال در مورد کد مربوط به عدسی های دو کوژ متقارن با قطر ۵۰ mm، ضخامت ترجیحی لبه ۴ mm است (به جدول ۸ مراجعه کنید). بنابراین درج آن در شناسه گذاری الزامی نیست.

۹ پوشش دهی

در شناسه گذاری پیشنهاد شده در بند ۸، به پوشش دهی عدسی، پنجره یا آینه به طور مشخص اشاره نشده است. این پوشش دهی باید با جزئیات مشخص گردد مگر در مواردی که زیرلایه های بدون پوشش خواسته شده باشد و حداقل ویژگی ها شامل نوع پوشش (ضد بازتابی، بازتابی جزئی، کاملاً بازتابی)، طول موج، ضریب بازتاب، زاویه برخورد و مشخصات جذبی است. این موارد باید طبق استانداردهای ISO 9211-1 و ISO 9211-2 رعایت شوند.

۱۰ بسته بندی

همه قطعات اپتیکی باید طبق مقررات قانونی، به دقت بسته بندی شوند و علاوه بر آن با اطلاعات زیر برچسب گذاری شوند:

الف - شناسه قطعه؛

ب - ماده؛

پ - جزئیات پوشش‌دهی (در صورت کاربرد)؛

ت - راهنمای نگهداری و انبارش؛

ث - خطرات بالقوه (مانند سمیت یا سرطان‌زایی)

اگر قطعات یا پوشش‌ها، سمی، خطرناک یا رطوبت‌پذیر باشند، این نکته باید به روشنی روی برچسب مشخص شود.

پیوست الف
(آگاهی دهنده)

یکاهای انگلیسی

به شدت توصیه می‌شود که همه طراحان و سازندگان از یکاهای متریک استفاده کنند. این امر به‌ویژه برای جلوگیری از دو برابر شدن امکانات تولید و به حداقل رساندن هزینه ساخت قطعات اهمیت دارد. ولی مشاهده شده است برخی کشورها یا شرکت‌های دارای طراحی‌ها، قالب‌ها^۱ و قطعاتی با ابعاد بیان شده برحسب یکای انگلیسی هستند. ابعاد ترجیحی و رواداری‌ها در دستگاه انگلیسی برای قطعات تحت پوشش این استاندارد در جدول الف-۱، ارائه شده است.

جدول الف-۱- ابعاد ترجیحی و رواداری قطر

ابعاد انگلیسی inch	معادل متریک mm	رواداری قطر mm
1/4	۶,۳۵	-۰,۱۰
3/10	۷,۷۵	-۰,۱۰
3/8	۹,۵۳	-۰,۱۰
1/2	۱۲,۷	-۰,۱۵
3/4	۱۹,۰	-۰,۱۵
1	۲۵,۴	-۰,۱۵
1 1/2	۳۸,۰	-۰,۱۵
2	۵۰,۸	-۰,۱۵
3	۷۶,۲	-۰,۲۰
4	۱۰۱,۶	-۰,۲۰

مثال: یک شناسه‌گذاری با استفاده از یکاهای انگلیسی: شناسه‌گذاری یک پنجره دایروی تخت برای استفاده داخل کاواک لیزر به قطر ۱ inch و ضخامت ۰,۲۵ inch به شیوه زیر نوشته می‌شود:

INSO 11711-1 /WC25,4//6,3/A

کتابنامه

- [1] ISO 9211-3, Optics and photonics- Optical coatings- part 3: Environmental durability
یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۷۸۱۲: سال ۱۳۹۳، اپتیک و فوتونیک- اندوذهای اپتیکی -قسمت ۳- دوام محیطی، با استفاده از استاندارد ISO 9211-3:2008 تدوین شده است.
- [2] ISO 9211-4, Optics and photonics- Optical coatings- part 4: Specific test methods
یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۷۸۱۲: سال ۱۳۹۳، اپتیک و فوتونیک- اندوذهای اپتیکی -قسمت ۴- روش‌های آزمون ویژه، با استفاده از استاندارد ISO 9211-4:2012 تدوین شده است.
- [3] ISO 11151-2, Lasera and laser-related equipment- Standard optical components- part 2: Components for the infrared spectral range
یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۱۷۱۱: سال ۱۳۹۵، لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- قطعات اپتیکی استاندارد- قسمت ۲- تجهیزات برای گستره طیفی فرورسرخ، با استفاده از استاندارد ISO 11151-2:2015 تدوین شده است.
- [3] ISO 14997, Optics and photonics- test methods for surface imperfections of optical elements
-