



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۷۲۴۹-۱
تجدیدنظر دوم
۱۳۹۵

INSO
7249-1
2nd .Revision
2017

Identical with
ISO 34-1
2015

لاستیک ولکانیده یا گرمانرم – تعیین
استحکام پارگی – قسمت ۱: آزمون‌های
هلالی، زاویه‌دار و شلوار شکر

Rubber, vulcanized or thermoplastic —
Determination of tear strength —
Part 1: Trouser, angle and crescent
test pieces

ICS: 83.060

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>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

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

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

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

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

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

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

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«لاستیک ولکانیده یا گرمانرم – تعیین استحکام پارگی – قسمت ۱: آزمون‌های هلالی، زاویه‌دار و

شلواری شکل»

(تجدیدنظر دوم)

رئیس:

آریانسب، فضا

(دکتری شیمی آلی)

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشکده شیمی و پتروشیمی پژوهشگاه استاندارد

دبیر:

صنعتگر دلشاد، الهام

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت رویان پژوهان سینا

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ارشادی، ناصر

(کارشناسی ارشد شیمی)

انجمن صنفی صنعت تایر ایران

افتخاری دافچاهی، سمیه

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت رویان پژوهان سینا

حکمتیان، علی اصغر

(کارشناسی شیمی)

شرکت نگین طیف پارس

رحمانی نسب، ندا

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد/سرامیک)

پارک علم و فناوری استان همدان

ردائی، احسان

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان همدان

طالع مقیم، مسعود

(کارشناسی ارشد شیمی معدنی)

شرکت افشان هگمتانه

فرهادی، ذکریا

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت فراپل جم

آزمایشگاه فنی مکانیک خاک همدان

نجفی، امیر
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

دانشگاه بوعلی سینا همدان

هاشمی، مهدی
(دکتری شیمی تجزیه)

ویراستار:

اداره کل استاندارد استان همدان

ردائی، احسان
(کارشناس ارشد شیمی تجزیه)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول آزمون
۴	۵ وسایل
۴	۵-۱ قالب‌ها
۴	۵-۲ ایجادکننده شکاف
۵	۵-۳ دستگاه آزمون
۵	۵-۴ گیره‌ها
۸	۶ کالیبراسیون
۸	۷ آزمون
۹	۸ تعداد آزمون‌ها
۹	۹ دمای آزمون
۹	۱۰ روش اجرای آزمون
۱۰	۱۱ بیان نتایج
۱۰	۱۲ گزارش آزمون
۱۲	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) نتایج دقت حاصل از مطالعات آزمون درون آزمایشگاهی
۱۷	پیوست ب (الزامی) برنامه زمانی کالیبراسیون

پیش‌گفتار

استاندارد «لاستیک ولکانیده یا گرمانرم- تعیین استحکام پارگی- قسمت ۱: آزمونه‌های هلالی، زاویه‌دار و شلواری شکل» که نخستین بار در سال ۱۳۸۳ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک هزار و پانصد و سی و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در 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 ۱-۷۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ 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 34-1: 2015, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of tear strength - Part 1: Trouser, angle and crescent test pieces

لاستیک ولکانیده یا گرمانرم - تعیین استحکام پارگی - قسمت ۱: آزمون‌های هلالی، زاویه‌دار و شلواری شکل

هشدار ۱- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

هشدار ۲- روش‌های خاص مشخص شده در این استاندارد ممکن است شامل استفاده، تولید مواد یا پسماندی باشد که می‌تواند موجب ایجاد خطر زیست محیطی محلی شود. توصیه می‌شود، مدارک مناسبی جهت حمل و نقل ایمن و دورریزی پس از استفاده ایجاد شود.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین سه روش برای اندازه‌گیری استحکام پارگی لاستیک ولکانیده یا گرمانرم به صورت زیر می‌باشد:

- روش A: با استفاده از آزمون شلواری شکل؛
 - روش B: با استفاده از آزمون زاویه‌دار بدون شکاف یا شکاف‌دار با عمق مشخص؛
 - روش C: با استفاده از آزمون هلالی شکل با یک شکاف.
- مقدار استحکام پارگی به دست آمده به شکل آزمون، سرعت کشش و دمای آزمون بستگی دارد. این مقدار می‌تواند به اثرات ذره در لاستیک نیز حساس باشد.

روش A، با استفاده از یک آزمون شلواری شکل

روش A، استفاده از آزمون شلواری شکل، از این جهت برتری دارد که این روش برخلاف دو آزمون دیگر که باید در آن‌ها شکاف به دقت کنترل شود، نسبت به طول برش حساس نیست. علاوه بر این، نتایج به دست آمده آسان‌تر به خواص بنیادی پارگی ماده مربوط شده و نسبت به اثرات مدول (به شرط آن که کشش پایه ناچیز باشد) حساسیت کم‌تری دارند و سرعت گسترش پارگی به طور مستقیم به سرعت جداسازی گیره مرتبط است. در مورد برخی لاستیک‌ها، گسترش پارگی هموار نیست (پارگی گره‌دار) و تحلیل نتایج می‌تواند مشکل باشد.

روش B، روش آزمون (a): با استفاده از یک آزمون زاویه‌دار بدون شکاف

این آزمون ترکیبی از مراحل شروع پارگی و گسترش آن است. تنش در نقطه‌ای از زاویه تا وقتی که برای شروع یک پارگی کافی باشد، ایجاد می‌شود و سپس تنش‌های بیش‌تر، این پارگی را گسترش می‌دهند. با این

حال فقط اندازه‌گیری نیروی کل مورد نیاز جهت پاره شدن آزمون نمونه ممکن است و بنابراین نیرو را نمی‌توان به دو جز شروع‌کننده و گسترش‌دهنده تقسیم کرد.

روش B، روش آزمون (b): با استفاده از یک آزمون زاویه‌دار و شکاف‌دار

این آزمون، نیروی موردنیاز برای گسترش شکافی که قبلاً در آزمون ایجاد شده است را اندازه‌گیری می‌کند. سرعت گسترش مستقیماً به سرعت گیره مربوط نمی‌شود.

روش C، با استفاده از یک آزمون هلالی شکل

این آزمون نیز نیروی لازم برای گسترش شکافی که قبلاً در آزمون ایجاد شده است را اندازه‌گیری می‌کند و سرعت گسترش به سرعت گیره مربوط نمی‌شود.

یادآوری - یک روش مجزا برای تعیین استحکام پارگی آزمون‌های کوچک لاستیک (آزمون‌های دلفت)^۱ در استاندارد ISO 34-2 بیان شده است.

۲ مراجع الزامی

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

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:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷: سال ۱۳۹۲، لاستیک - راهنمای کالیبراسیون تجهیزات آزمون

2-2 ISO 5893, Rubber and plastics test equipment — Tensile, flexural and compression types (constant rate of traverse) — Specification

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۶۰۰: سال ۱۳۹۲، تجهیزات آزمون لاستیک و پلاستیک‌ها - انواع کشش، خمش و متراکم‌سازی (سرعت رفت و برگشت ثابت) - ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 5893:2002 تدوین شده است.

2-3 ISO 6133, Rubber and plastics — Analysis of multi-peak traces obtained in determinations of tear strength and adhesion strength

2-4 ISO 23529, Rubber and plastics — General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods

1- Delft test pieces

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۵۷: سال ۱۳۹۰، لاستیک - روش کار عمومی آماده‌سازی و تثبیت شرایط آزمونه‌ها برای روش‌های آزمون فیزیکی، با استفاده از استاندارد ISO 23529:2010 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

استحکام پارگی آزمونه شلواری شکل

trouser tear strength

متوسط نیروی لازم برای گسترش یک برش در اثر پارگی در یک آزمونه شلواری شکل معین، تقسیم بر ضخامت آزمونه است. نیرو اساساً در صفحه برش عمل می‌کند.

یادآوری- نیروی میانگین مطابق با استاندارد ISO 6133 محاسبه می‌شود.

۲-۳

استحکام پارگی آزمونه زاویه‌دار بدون شکاف

unnicked angle tear strength

حداکثر نیروی لازم برای پاره‌کردن یک آزمونه زاویه‌دار معین، تقسیم بر ضخامت آزمونه است. نیرو اساساً در امتداد طول آزمونه عمل می‌کند.

۳-۳

استحکام پارگی آزمونه زاویه‌دار شکاف‌دار

nicked angle tear strength

استحکام پارگی آزمونه هلالی شکل

crescent tear strength

حداکثر نیروی لازم برای ایجاد یک شکاف برش در یک آزمونه هلالی شکل یا زاویه‌دار مشخص که با پارگی لاستیک ادامه می‌یابد، تقسیم بر ضخامت آزمونه است. نیرو اساساً در جهت عمود بر صفحه شکاف عمل می‌کند.

۴ اصول آزمون

روش آزمون شامل اندازه‌گیری نیروی لازم برای پارگی یک آزمونه معین در امتداد برش یا شکافی که قبلاً در آزمونه به وجود آمده، یا در مورد روش B، روش آزمون (a)، برش کامل در سرتاسر عرض آزمونه است. نیروی

پارگی به وسیله دستگاه آزمون کشش، اعمال شده که بدون وقفه با یک سرعت پیمایش ثابت تا شکسته شدن آزمون عمل می‌کند. حداکثر یا متوسط نیروی به دست آمده، بسته به روش به کار گرفته شده، برای محاسبه استحکام پارگی استفاده می‌شود. ارتباطی بین داده‌های به دست آمده با آزمون‌های جایگزین اشاره شده وجود ندارد.

۵ وسایل

۱-۵ قالب‌ها

۱-۱-۵ قالب مورد استفاده برای برش آزمون‌های شلوازی شکل باید دارای ابعاد نشان داده شده در شکل ۱ باشد.

۲-۱-۵ قالب مورد استفاده برای برش آزمون‌های زاویه‌دار باید دارای ابعاد نشان داده شده در شکل ۲ باشد.

۳-۱-۵ قالب مورد استفاده برای برش آزمون‌های هلالی شکل باید دارای ابعاد نشان داده شده در شکل ۳ باشد.

۴-۱-۵ لبه‌های برش‌دهنده قالب‌ها باید تیز و عاری از ناهمواری باشد. باید مراقب باشید که لبه‌های برش عمود به سطوح دیگر قالب و دارای حداقل انحنا باشد.

۲-۵ ایجادکننده شکاف

جهت ایجاد برش یا شکاف در آزمون، باید از یک تیغ یا یک چاقوی تیز فاقد لبه‌های ناهموار استفاده شود. وسایل مورد استفاده برای ایجاد شکاف موردنیاز در آزمون هلالی شکل یا زاویه‌دار شکاف‌دار باید به صورت زیر باشد:

برای محکم نگه‌داشتن آزمون به‌طور ثابت، به ویژه در ناحیه ایجاد شکاف باید وسایلی را فراهم کرد. وسیله برش شامل یک تیغ که باید محکم در یک صفحه عمود بر محور اصلی آزمون بسته شود و به گونه‌ای قرار گیرد که شکاف را در مکان مناسب ایجاد کند. وسیله نگه‌دارنده تیغ نباید هیچ‌گونه حرکت افقی داشته باشد و باید به صورتی در راهنماها قرار بگیرد که تیغ بتواند طوری در عرض آزمون حرکت کند که لبه آن عمود بر صفحه آزمون باقی بماند. به‌طور جایگزین، تیغ باید ثابت باشد و آزمون طوری تنظیم شود تا به روشی مشابه حرکت کند. وسایلی باید جهت تنظیم مناسب عمق شکاف فراهم شود. تنظیم موقعیت نگه‌دارنده تیغ یا آزمون نگه‌داشته شده باید برای هر تیغ به وسیله برش دادن یک یا دو شکاف اولیه و اندازه‌گیری آن‌ها به کمک یک میکروسکوپ تعیین شود. تیغ باید قبل از شکاف دادن با آب یا محلول صابون مرطوب شود.

یادآوری- یک دستگاه مناسب برای شکاف دادن آزمون‌های پارگی، در منبع [۶] کتاب‌نامه شرح داده شده است.

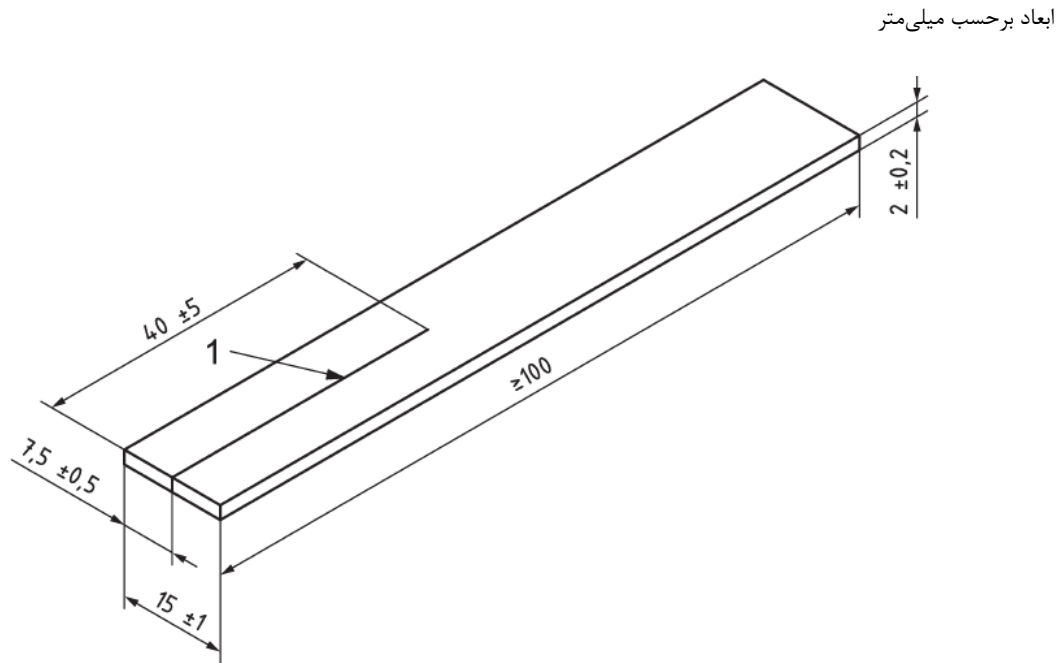
جهت بررسی عمق شکاف که در محدوده مشخص باشد (به زیربند ۷-۴ مراجعه شود) می‌توان از هرگونه وسیله مناسبی مانند یک دستگاه تصویری نوری استفاده کرد. یک آرایش مناسب، میکروسکوپی با بزرگنمایی حداقل ۱۰ برابر، مجهز به یک پایه متحرک که به‌طور مناسبی روشن شده است، می‌باشد. چشمی میکروسکوپ با یک سیم متقاطع یا شطرنجی نصب می‌شود که به وسیله آن حرکت پایه و آزمون از طریق مسافتی معادل با عمق شکاف ثبت می‌شود. حرکت پایه با یک ریزسنگ کالیبره می‌شود. به طور جایگزین می‌توان از یک میکروسکوپ متحرک استفاده کرد. دستگاه باید دارای درستی اندازه‌گیری 0.05 mm باشد.

۳-۵ دستگاه آزمون

دستگاه باید مطابق با الزامات استاندارد ISO 5893، با درستی معادل با طبقه ۱ باشد. این دستگاه در حالی که سرعت ثابت تعیین شده جداسازی گیره‌ها را برای یک آزمون شلوازی شکل در $(10 \pm 10) \text{ mm/min}$ و برای آزمون‌های هلالی شکل و زاویه‌دار در $(50 \pm 50) \text{ mm/min}$ نگه می‌دارد، باید در طی آزمون قادر به ثبت کردن نیروهای به کار برده شده در حدود ۱٪ باشد. هنگام استفاده از آزمون شلوازی شکل، یک دستگاه با اینرسی کم و مجهز به وسایل ثبت نیرو به صورت ترسیم خودکار ضروری است.

۴-۵ گیره‌ها

دستگاه باید مجهز به نوعی گیره باشد که به‌طور خودکار هنگام افزایش کشش محکم شود و یک فشار یکنواخت را در سرتاسر انتهای عریض آزمون اعمال کند. هر گیره باید دارای یک ابزار برای قرارگیری باشد به‌طوری که آزمون‌ها به طور متقارن و در امتداد محور مسیر کشش قرار گیرند. عمق قرارگیری هنگام آزمون آزمون‌های هلالی شکل و زاویه‌دار، باید به گونه‌ای باشد که آزمون به اندازه کافی در گیره، در قسمت با ضلع‌های موازی محکم شود. آزمون‌های شلوازی شکل باید مطابق با شکل ۴ در گیره‌ها قرار گیرند.

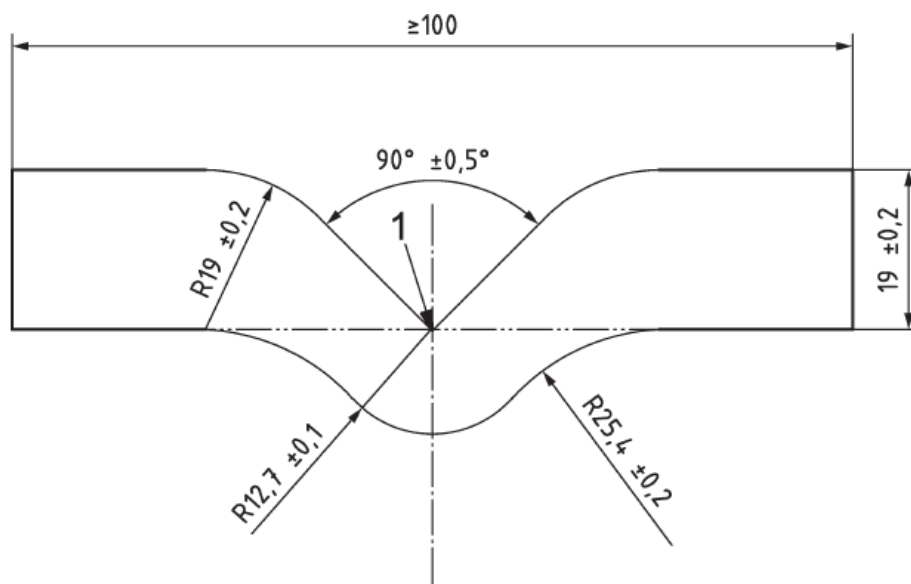


راهنما:

1 محل برش

شکل ۱- قالب آزمون شلوازی شکل

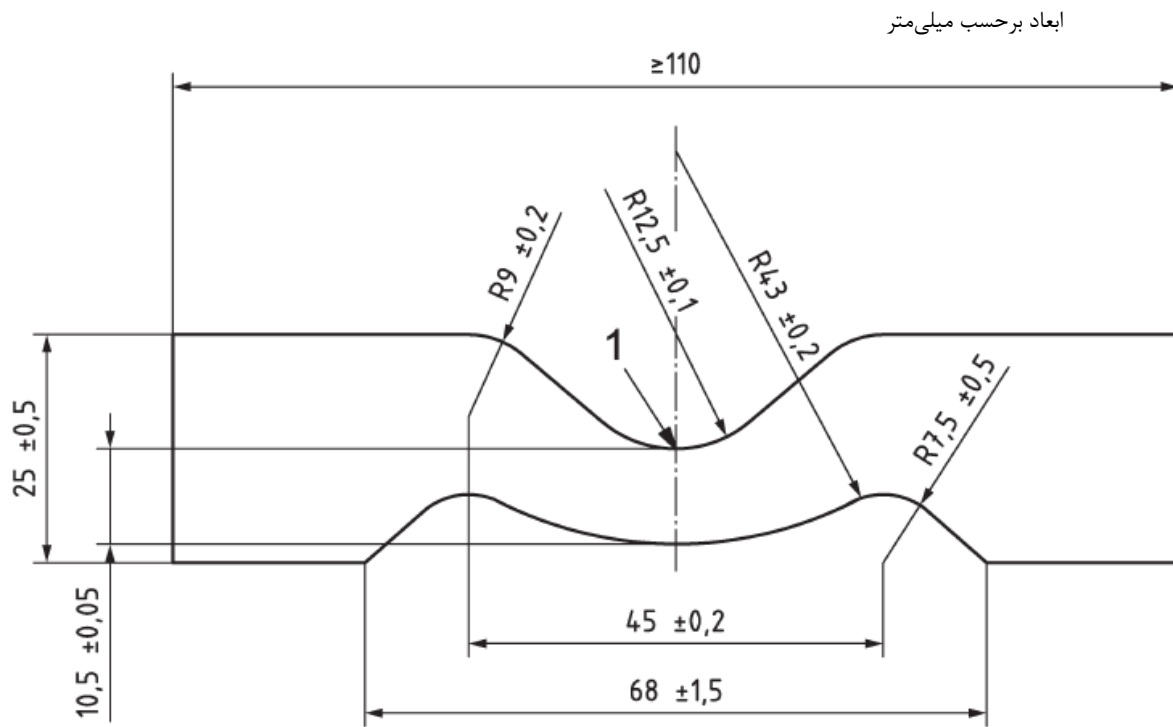
ابعاد برحسب میلی متر



راهنما:

1 محل شکاف برای روش B، روش آزمون (b)

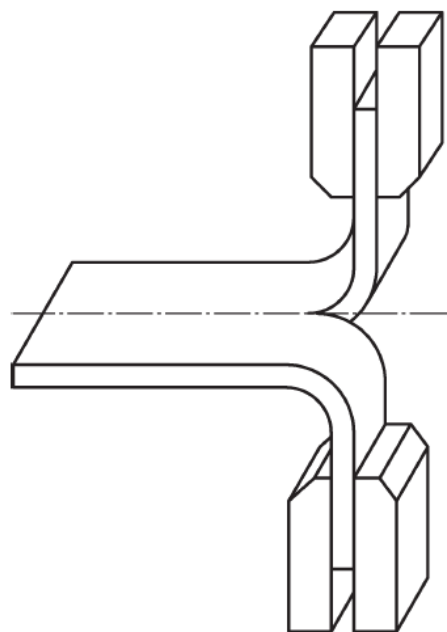
شکل ۲- قالب آزمون زاویه دار



راهنما:

1 محل شکاف

شکل ۳- قالب آزمون هلالی شکل



شکل ۴- تثبیت موقعیت آزمون شلوازی شکل در دستگاه آزمون

۶ کالیبراسیون

وسایل آزمون باید مطابق برنامه ارائه شده در پیوست ب کالیبره شوند.

۷ آزمون

۷-۱ آزمون‌ها باید از ورق لاستیک با ضخامت یکنواخت برش داده شوند. به طور ترجیحی ورق باید ضخامت $mm (2 \pm 0.2)$ را داشته باشد. با این حال، مشخص شده است هنگامی که ورق‌ها از فرآورده‌های نهایی تهیه می‌شوند، همیشه این ضخامت را نمی‌توان به دست آورد. ورق‌ها را می‌توان با قالب‌گیری یا به وسیله برش یا پرداخت^۱ از فرآورده‌ها تهیه کرد. الزامات استاندارد ISO 23529 باید برای فاصله زمانی بین تشکیل یا آماده-سازی ورق و برش آزمون‌ها به کار برده شود. در طی این فاصله، ورق‌ها باید تا حد امکان در مقابل نور محافظت شوند.

۷-۲ ورق‌ها باید حداقل به مدت ۳ h قبل از اینکه آزمون‌ها از آن‌ها برش داده شوند، در دمای آزمایشگاهی استاندارد تثبیت شرایط شوند (به استاندارد ISO 23529 مراجعه شود). هر آزمون باید از ورق به وسیله سوراخ کردن با قالب به شکل مطابق با شکل‌های ۱، ۲ یا ۳ به وسیله تک ضربه دستگاه پرس برش داده شود. لاستیک باید با آب یا محلول صابون مرطوب شود و روی ورقی از ماده ضربه‌گیر (برای مثال چرم، کمر بند لاستیکی یا مقوا) بر روی سطح سخت و صاف نگه داشته شود.

۷-۳ در صورت امکان هر آزمون باید به نحوی برداشته شود که بتوان استحکام پارگی را در دو جهت با زاویه ۹۰ درجه نسبت به هم، اندازه‌گیری کرد. جهت‌هایی که از آن آزمون برداشته می‌شود، باید به نحوی نشان داده شود که اثر ناهمسانگردی^۲ را بتوان ارزیابی کرد. جهت گسترش پارگی به موازات طول آزمون شلوازی شکل و عمود بر طول آزمون‌های هلالی شکل و زاویه‌دار است.

۷-۴ آزمون‌ها باید به وسیله دستگاه‌های مشخص شده در زیربند ۵-۲ با عمق تعیین شده در این بند، بریده یا شکاف داده شوند.

روش A (آزمون شلوازی شکل): برشی به عمق $mm (5 \pm 40)$ در مرکز عرض آزمون ایجاد کنید (به شکل ۱ مراجعه شود). مهم است که (به طور تقریبی) $mm 1$ آخر برش را با یک تیغ یا یک چاقوی تیز ایجاد کنید.

روش B، روش آزمون (b) (آزمون زاویه‌دار): شکافی به عمق $mm (2 \pm 0.1)$ در راس زاویه داخلی آزمون ایجاد کنید (به شکل ۲ مراجعه شود).

1- Buffing
2- Anisotropy

روش C، (آزمونه هلالی شکل): شکافی به عمق $mm (0.2 \pm 0.1)$ در مرکز لبه داخلی مقعر آزمونه ایجاد کنید (به شکل ۳ مراجعه شود).

آزمونه‌ها باید شکاف یا برش داده شده، اندازه‌گیری و به طور ترجیحی بلافاصله آزمون شوند، اما اگر آنها بلافاصله آزمون نشوند باید تا زمان آزمون در دمای استاندارد آزمایشگاهی انتخابی نگهداری شوند. دوره بین شکاف یا برش دادن آزمونه و انجام آزمون نباید بیش از ۲۴ ساعت باشد. برش یا شکاف باید پس از هرگونه عمل پیرسازی انجام شود.

۸ تعداد آزمونه‌ها

برای هر نمونه حداقل پنج آزمونه و در صورت امکان، پنج آزمونه در هر یک از جهات اشاره شده در زیربند ۷-۳ باید مورد آزمون قرار گیرند.

۹ دمای آزمون

آزمون به طور معمول در یک دمای استاندارد آزمایشگاهی مطابق با استاندارد ISO 23529 انجام می‌شود. در صورت نیاز به دماهای دیگر، این دماها باید از استاندارد ISO 23529 انتخاب شوند. اگر لازم است آزمون در دمایی غیر از دمای استاندارد آزمایشگاهی انجام شود، آزمونه باید بلافاصله قبل از آزمون برای یک دوره کافی جهت رسیدن قطعی به تعادل دمایی، در دمای آزمون تثبیت شرایط شود. جهت اجتناب از پیرسازی لاستیک، این دوره باید تا حد امکان کوتاه در نظر گرفته شود (به استاندارد ISO 23529 مراجعه شود). باید در سراسر هر آزمون یا مجموعه‌ای از آزمون‌های قابل مقایسه، دمای یکسانی استفاده شود.

۱۰ روش اجرای آزمون

ضخامت آزمونه را در ناحیه‌ای که انتظار می‌رود پارگی ایجاد شود، مطابق با استاندارد ISO 23529 اندازه‌گیری کنید. هیچ یک از اندازه‌گیری‌ها بر روی یک آزمونه، نباید بیش از ۲٪ از مقدار متوسط ضخامت آزمونه انحراف داشته باشد. در صورت مقایسه گروه‌هایی از آزمونه‌ها، ضخامت متوسط هر گروه باید حدود ۷.۵٪ ضخامت متوسط کل تمام گروه‌ها باشد. پس از تثبیت شرایط آزمونه مطابق با بند ۹، بلافاصله آزمونه را در دستگاه آزمون (زیربند ۵-۳) مطابق زیربند ۵-۴ نصب کنید. آزمونه را با سرعت جداسازی گیره‌ها، $mm/min (50 \pm 5)$ برای آزمونه‌های هلالی شکل و زاویه‌دار و $mm/min (10 \pm 1)$ برای آزمونه‌های شلواری شکل بکشید تا زمانی که آزمونه پاره شود. بیشینه نیرو را برای آزمونه‌های زاویه‌دار و هلالی شکل ثبت کنید. هنگام استفاده از آزمونه‌های شلواری شکل در سراسر فرآیند پارگی از یک ثبات خودکار نیرو استفاده کنید.

۱۱ بیان نتایج

استحکام پارگی، T_s ، را بر حسب کیلو نیوتن بر متر ضخامت، با استفاده از معادله ۱ محاسبه کنید:

$$T_s = \frac{F}{d} \quad (۱)$$

که در آن:

F حداکثر نیرو هنگام استفاده از روش B یا C، و نیروی متوسط محاسبه شده مطابق با استاندارد ISO 6133، هنگام استفاده از روش A، بر حسب نیوتون؛

d ضخامت متوسط آزمون بر حسب میلی متر.

برای هر جهت آزمون، میانگین و گستره مقادیر را تعیین کنید. نتایج را با تقریب کیلونیوتن بر متر بیان کنید.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۲ جزییات نمونه:

۱-۱-۱۲ توصیف کامل نمونه و منشا آن؛

۲-۱-۱۲ روش آماده سازی آزمون از نمونه، برای مثال قالب گیری شده یا برش داده شده؛

۲-۱۲ روش آزمون:

۱-۲-۱۲ روش آزمون مطابق با این استاندارد ملی ایران؛

۲-۲-۱۲ روش آزمون مورد استفاده؛

۳-۲-۱۲ نوع آزمون مورد استفاده؛

۳-۱۲ جزییات آزمون:

۱-۳-۱۲ دمای استاندارد آزمایشگاهی؛

۱۲-۳-۲ زمان و دمای تثبیت شرایط قبل از آزمون؛

۱۲-۳-۳ دمای آزمون، در صورت استفاده از دمایی غیر از دمای استاندارد آزمایشگاهی و رطوبت نسبی، در صورت لزوم؛

۱۲-۳-۴ جهت نیروی به کار برده شده نسبت به حالت لاستیک؛

۱۲-۳-۵ برای روش B، از آزمون شکافدار استفاده شده یا بدون شکاف؛

۱۲-۳-۶ جزییات هرگونه روش کار مشخص نشده در این استاندارد؛

۱۲-۴ نتایج آزمون:

۱۲-۴-۱ تعداد آزمونهای مورد استفاده؛

۱۲-۴-۲ ضخامت متوسط هر آزمون؛

۱۲-۴-۳ نتایج آزمون مجزا؛

۱۲-۴-۴ میانگین و گستره مقادیر استحکام پارگی برای هر جهت؛

۱۲-۴-۵ هر مشخصه ویژه از آزمونها در حین آزمون ذکر شده و شرایط آنها پس از آزمون، به عنوان مثال جهت گسترش شکاف؛

۱۲-۵ تاریخ (های) انجام آزمون.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

نتایج دقت حاصل از مطالعات آزمون درون آزمایشگاهی

الف-۱ اصول کلی

محاسبات دقت برای بیان تکرارپذیری و تجدیدنظری مطابق با استاندارد ISO/TR 9272 انجام می‌شود. استاندارد ISO/TR 9272 راهنمایی لازم را برای مفاهیم دقت و نامگذاری ارائه می‌دهد.

الف-۲ نتایج دقت حاصل از برنامه آزمون درون آزمایشگاهی (ITP)^۱

الف-۲-۱ جزئیات مطالعه

در سال ۱۹۸۷ و ۲۰۱۱، دو برنامه آزمون درون آزمایشگاهی برای این روش آزمون انجام شده است. صفحات لاستیکی تهیه شده و برای هر آزمایشگاه مشارکت‌کننده جهت انجام مراحل ارسال شده است. در هر آزمایشگاه عملیات زیر انجام می‌شود: برش دادن آزمون، شکاف دادن آزمون‌ها (در صورت لزوم)، اندازه‌گیری ضخامت و اندازه‌گیری استحکام پارگی. برای مطالعات بین آزمایشگاهی انجام شده در سال ۲۰۱۱، آزمون‌های آماده شده تهیه و برای انجام آزمون به هر یک از آزمایشگاه‌های مشارکت‌کننده جهت انجام مراحل ارسال شده است. در هر آزمایشگاه عملیات زیر انجام می‌شود: شکاف دادن آزمون‌ها (در صورت لزوم)، اندازه‌گیری ضخامت و اندازه‌گیری استحکام پارگی. مجموع پنج ترکیب در این آزمون استفاده شده است، نمونه‌ها به ترکیب‌های A, B, C, D و E کدگذاری شده‌اند. برای جزئیات ترکیب مواد و ولکانش آن‌ها به جدول الف-۱ مراجعه شود. تعداد آزمایشگاه‌هایی که داده‌های دقت بر آن اساس به دست آمده است، در جداول الف-۲ تا الف-۶ ارائه شده است. تعداد آزمایشگاه‌های مشارکت‌کننده مذکور در این جداول تعداد نهایی پس از شناسایی مقادیر آزمایشگاهی ویژه می‌باشد. برای مطالعات آزمون درون آزمایشگاهی انجام شده در سال ۱۹۸۷ تعداد کل آزمایشگاه‌ها مشخص می‌باشد. برای هر دو مطالعه آزمون درون آزمایشگاهی، آزمون‌ها در یک دوره دو هفته‌ای متوالی انجام شده است. در یک روز خاص در این چهار هفته، پنج اندازه‌گیری مجزا بر روی این مواد انجام شده است. نتایج آزمون هر هفته میانگین پنج اندازه‌گیری مجزا می‌باشد. همه تجزیه‌ها بر پایه این نتایج انجام شده است.

جدول الف-۱- ترکیبات

تعداد قسمت ها بر حسب واحد جرم					عنصر سازنده
ترکیب E	ترکیب D	ترکیب C	ترکیب B	ترکیب A	
-	-	۸۳	-	۳۲	لاستیک طبیعی
۸۳	-	-	-	-	ورقه دودی
-	-	۱۷	۱۰۰	۶۸	SBR 1500
۱۷	۱۰۰	-	-	-	SBR 1502
-	-	-	-	-	دوده
-	-	-	-	۶۶	نوع N 550
-	-	-	۳۵	-	نوع N 339
-	-	۳۷	-	-	نوع N 234
-	۳۵	-	-	-	نوع N 330
۳۷	-	-	-	-	نوع N 347
-	-	-	-	۱۶	روغن آروماتیک
۱	۱	۲٫۵	۱	۱	استئاریک اسید
۲	۲	۲٫۸	-	۳	ضد اوزون کننده
۳	۳	۳	۳	۱۲	روی اکسید
۱٫۳	۱٫۸	۱٫۳	۱٫۷۵	۳٫۲	گوگرد
۱٫۵	۱	۱٫۵	۱	۲	شتاب دهنده
-	-	۳٫۵	-	-	رزین هیدروکربن

الف-۲-۲ نتایج دقت

نتایج دقت در جداول الف-۲ تا الف-۶ ارائه شده است. نتایج دقت که به وسیله مطالعات درون آزمایشگاهی تعیین شده است، نباید برای پذیرش یا رد اجرای آزمون برای هر گروه از مواد یا فرآورده‌ها بدون استناد به اینکه نتایج ارزیابی این دقت برای فرآورده‌ها یا مواد مورد آزمون تهیه شده است، اعمال شود.

نمادهای مورد استفاده در جدول الف-۲، الف-۳، الف-۴، الف-۵ و الف-۶ به صورت زیر است:

s_r انحراف استاندارد درون آزمایشگاهی (در واحدهای اندازه‌گیری)؛

r تکرارپذیری بر حسب واحدهای اندازه‌گیری؛

(r) تکرارپذیری بر حسب درصد سطح میانگین؛

s_R انحراف استاندارد بین آزمایشگاهی (برای تغییر بین آزمایشگاهی در واحدهای اندازه گیری)؛

R تجدیدپذیری بر حسب واحدهای اندازه گیری؛

(R) تجدیدپذیری بر حسب درصد سطح میانگین.

جدول الف-۲- داده‌های دقت برای استحکام پارگی - روش A- جهت ۱ (دانه‌های آسیاب عمودی)

ترکیب	سطح میانگین	s_r	r	(r)	s_R	R	(R)	تعداد آزمایشگاه‌ها ^a
A (۱۹۸۷)	۳/۶۸		۰/۹۱	۲۴/۷		۱/۲۹	۳۵/۰	
B (۱۹۸۷)	۷/۶۷		۱/۹۶	۲۵/۵		۲/۳۶	۳۰/۸	
C (۱۹۸۷)	۲۲/۸		۸/۶۶	۳۸/۰		۱۳/۸۰	۶۰/۷	
میانگین ^b								
a تعداد آزمایشگاه‌ها پس از حذف داده‌های پرت (تعداد کل آزمایشگاه‌ها در ITP برابر با ۲۲)								
b میانگین‌های ساده محاسبه شده								
مقادیر استحکام پارگی بر حسب kN/m								

جدول الف-۳- داده‌های دقت برای استحکام پارگی - روش A- جهت ۲ (دانه‌های آسیاب موازی)

ترکیب	سطح میانگین	s_r	r	(r)	s_R	R	(R)	تعداد آزمایشگاه‌ها ^a
A (۱۹۸۷)	۴/۸۱		۲/۳۲	۴۸/۳		۲/۶۱	۵۴/۳	
B (۱۹۸۷)	۸/۳۴		۲/۹۲	۳۵/۰		۲/۹۲	۳۵/۰	
C (۱۹۸۷)	۲۷/۳		۱۱/۶۰	۴۲/۵		۱۳/۵۰	۴۹/۶	
D (۲۰۱۱)	۳/۴۳	۰/۲۷	۰/۷۷	۲۲/۴	۰/۴۲	۱/۲۰	۳۵/۱	۱۴
میانگین ^b								
a تعداد آزمایشگاه‌ها پس از حذف داده‌های پرت (تعداد کل آزمایشگاه‌ها در ITP برابر با ۲۲ برای ITP انجام شده در سال ۱۹۸۷ و تعداد کل آزمایشگاه‌ها برابر با ۱۴ برای ITP انجام شده در سال ۲۰۱۱)								
b میانگین‌های ساده محاسبه شده								
مقادیر استحکام پارگی بر حسب kN/m								

جدول الف-۴- داده‌های دقت برای استحکام پارگی - روش B - بدون شکاف

ترکیب	سطح میانگین	s_r	r	(r)	s_R	R	(R)	تعداد آزمایشگاه‌ها ^a
A (۱۹۸۷)	۳۸/۱		۴/۵۴	۱۲/۱		۲۰/۲	۵۳/۰	
B (۱۹۸۷)	۴۴/۵		۷/۱۲	۱۵/۹		۲۰/۴	۴۵/۹	
C (۱۹۸۷)	۹۸/۷		۴۳/۳	۴۳/۸		۴۷/۹	۴۸/۶	
D (۲۰۱۱)	۴۰/۹	۱/۲۲	۳/۴۶	۸/۴۶	۱/۴۰	۳/۹۵	۹/۶۷	۹
میانگین ^b			۱۴/۶۱	۲۰/۰۷		۲۳/۱۱	۳۹/۲۹	
a تعداد آزمایشگاه‌ها پس از حذف داده‌های پرت (تعداد کل آزمایشگاه‌ها در ITP برابر با ۲۵ برای ITP انجام شده در سال ۱۹۸۷ و تعداد کل آزمایشگاه‌ها برابر با ۱۱ برای ITP انجام شده در سال ۲۰۱۱)								
b میانگین‌های ساده محاسبه شده								
مقادیر استحکام پارگی بر حسب kN/m								

جدول الف-۵- داده‌های دقت برای استحکام پارگی - روش B - باشکاف

ترکیب	سطح میانگین	s_r	r	(r)	s_R	R	(R)	تعداد آزمایشگاه‌ها ^a
A (۱۹۸۷)	۱۳/۲		۳/۹۰	۲۹/۴		۴/۷۴	۳۵/۷	
B (۱۹۸۷)	۱۴/۷		۶/۰۲	۴۰/۸		۶/۰۲	۴۰/۸	
C (۱۹۸۷)	۶۲/۱		۲۹/۱۰	۴۹/۶		۳۷/۸۰	۶۰/۹	
D (۲۰۱۱)	۱۸/۸	۰/۹۵	۲/۶۹	۱۴/۳	۰/۹۸	۲/۷۸	۱۴/۷	۴
میانگین ^b			۱۰/۴۳	۳۳/۵۳		۱۲/۸۴	۳۸/۰۳	
a تعداد آزمایشگاه‌ها پس از حذف داده‌های پرت (تعداد کل آزمایشگاه‌ها در ITP برابر با ۲۵ برای ITP انجام شده در سال ۱۹۸۷ و تعداد کل آزمایشگاه‌ها برابر با ۶ برای ITP انجام شده در سال ۲۰۱۱)								
b میانگین‌های ساده محاسبه شده								
مقادیر استحکام پارگی بر حسب kN/m								

جدول الف-۶- داده‌های دقت برای استحکام پارگی - روش C

ترکیب	سطح میانگین	s_r	r	(r)	s_R	R	(R)	تعداد آزمایشگاه‌ها ^a
A (۱۹۸۷)	۲۹/۹		۶/۸۴	۲۲/۸		۳۱/۰	۱۰۳/۷	
B (۱۹۸۷)	۳۱/۱		۴/۷۰	۱۵/۱		۲۹/۴	۹۴/۶	
C (۱۹۸۷)	۱۲۴/۰		۲۹/۲۰	۲۳/۵		۴۷/۱	۳۸/۰	
D (۲۰۱۱)	۱۱۷/۲	۵/۷۸	۱۶/۴	۱۴/۰	۱۴/۷	۴۱/۵	۳۵/۴	۱۱
میانگین ^b			۱۴/۲۹	۱۸/۸۵		۳۷/۲۵	۶۷/۹۳	
a تعداد آزمایشگاه‌ها پس از حذف داده‌های پرت (تعداد کل آزمایشگاه‌ها در ITP برابر با ۲۵ برای ITP انجام شده در سال ۱۹۸۷ و تعداد کل آزمایشگاه‌ها برابر با ۱۳ برای ITP انجام شده در سال ۲۰۱۱) b میانگین‌های ساده محاسبه شده مقادیر استحکام پارگی بر حسب kN/m								

پیوست ب

(الزامی)

برنامه زمانی کالیبراسیون

ب-۱ بازرسی

قبل از انجام هرگونه کالیبراسیون، شرایط بخش‌هایی که کالیبره می‌شوند باید از طریق بازرسی مشخص شود و بر روی گزارش کالیبراسیون ثبت یا تایید شود. باید گزارش شود که آیا کالیبراسیون انجام شده در شرایط «به صورت دریافتی» یا پس از تصحیح هرگونه ناپهنجاری یا عیب بوده است. باید اطمینان حاصل شود که دستگاه از همه نظر برای هدف موردنظر، شامل هر نوع پارامتر مشخص شده به صورت تقریبی مناسب است و بنابراین برای چنین دستگاهی به طور رسمی نیاز به کالیبره کردن نیست. در صورتی که احتمال تغییر در چنین پارامترهایی وجود دارد، بررسی‌های دوره‌ای باید در روش‌های انجام کالیبراسیون به تفصیل نوشته شود.

ب-۱ برنامه

تایید یا کالیبراسیون دستگاه‌های آزمون بخش الزامی از این استاندارد است. به جز در موارد بیان شده، تناوب کالیبراسیون و روش‌های مورد استفاده با صلاحدید یک آزمایشگاه منفرد با استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷ به عنوان راهنما، انجام می‌شود. برنامه کالیبراسیون ارائه شده در جدول ب-۱ به وسیله فهرست همه پارامترهای مشخص شده در روش آزمون همراه با الزام مشخص ارائه شده است. یک پارامتر و الزام می‌تواند مربوط به دستگاه آزمون اصلی باشد تا اینکه بخشی از دستگاه آن یا یک دستگاه کمکی لازم برای آزمون باشد. برای هر پارامتر، یک روش کالیبراسیون مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷ یا روش مخصوص روش آزمون شرح داده شده (هر وقت که روش کالیبراسیون خاص و با جزییات بیشتری از استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷ موجود باشد، باید در الویت استفاده قرار گیرد) ارائه شده است. تکرار تاییدی برای هر پارامتر با یک حرف رمز بیان شده است.

علامت مورد استفاده در برنامه کالیبراسیون به صورت زیر است:

S فاصله استاندارد انتخابی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷.

علاوه بر بخش‌های فهرست شده در جدول ب-۱، وسایل زیر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند که روش کالیبره کردن آن‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷ می‌باشد.

الف- یک زمان سنج؛

ب- یک دماسنج برای پایش تثبیت شرایط و دماهای آزمون؛

پ- رطوبت سنج برای پایش تثبیت شرایط و افتادگی دمای آزمون؛

ت- وسایل برای اندازه گیری ابعاد آزمونه‌ها.

جدول ب-۱- برنامه تکرار کالیبراسیون

پارامتر	الزامات	بند در استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۵۷	راهنمای تکرار تایید	یادآوری‌ها
قالب‌ها	مطابق شکل‌های ۱، ۲ و ۳، تیز و بدون لبه‌های ناصاف	۲-۱۵	S	
		۳-۱۵	S	
		۹-۱۵	S	
دستگاه آزمون	استاندارد ISO 5893	-	-	
اندازه‌گیری نیرو	طبقه ۱	۱-۲۱	S	
پیمایش (آزمون شلوازی شکل)	$(100 \pm 10) \text{ mm/min}$	۴-۲۳	S	
پیمایش (آزمون‌های دیگر)	$(500 \pm 50) \text{ mm/min}$	۴-۲۳	S	

کتابنامه

- [1] ISO 34-2, Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tear strength — Part 2: Small (Delft) test pieces
- [2] ISO/TR 9272, Rubber and rubber products — Determination of precision for test method standards
- [3] Rivlin R.S., & Thomas A.G. Rupture of rubber: Part I — Characteristic energy for tearing. J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed. 1953, 10 pp. 291–318
- [4] Buist J.M. Tear initiation and tear propagation. Rubber Chem. Technol. 1950, 23 pp. 137–150
- [5] Kainradl P., & Handler F. The tear strength of vulcanizates. Rubber Chem. Technol. 1960, 33p. 1438
- [6] Buist J.M. Kennedy, R.L. India Rubber J. 1946, 110 p. 809