



INSO
10272-3
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۰۲۷۲-۳
چاپ اول
۱۳۹۴

مواد فلزی - آزمون کشش -
قسمت ۳:
روش آزمون در دمای پایین

Metallic materials - Tensile testing -
Part 3:
Method of test at low temperature

ICS: 77.040.10

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۰۲۶ (۳۲۸۰۶۰۳۱) - ۸

دورنگار: ۰۲۶ (۳۲۸۰۸۱۱۴)

ایمیل: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

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.org>

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 پیشنهادها 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 می‌کند 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 الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. 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 استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبره (کالیبراسیون) و سایل 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 یکاه، کالیبره و سایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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 Métrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« مواد فلزی - آزمون کشش - قسمت ۳: روش آزمون در دمای پایین »

سمت و / یا محل اشتغال:

رئیس:

دانشگاه محقق اردبیل

عبدی اقدم، ابراهیم

(دکترای مهندسی مکانیک)

دبیر:

اداره کل استاندارد استان اردبیل

ابراهیمی ویند، مریم

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

دانشگاه پیام نور اردبیل

احمدپور، قادر

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

پولادگر، عبدالعلی

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

حسنی، طاهره

(کارشناسی فیزیک)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

حسینی، سونا

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

سرخانی مقدم، داود

(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

عضو مستقل

شرافتخواه آذری، محمدرضا

(کارشناسی ارشد حسابداری)

اداره کل استاندارد استان اردبیل

طلالی، مهدی

(کارشناسی مهندسی صنایع)

شرکت آتا ماشین (سهامی خاص)

طهماسبی، محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

شرکت فولاد آلیاژی ایران

عابدی، علی اصغر

(کارشناسی مهندسی متالورژی)

سمت و /یا محل اشتغال:

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت ذوب آهن اردبیل (سهامی خاص)

قدیمی، هادی

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

شرکت فولاد امیرکبیر کاشان

گرجی، حسین

(کارشناسی مهندسی صنایع)

شرکت بهپوی صنعت تهران (سهامی خاص)

محمدی، رویا

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

شرکت پارس پیج قزوین (سهامی خاص)

محمدی، زهرا

(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

شرکت فولاد خوزستان (سهامی عام)

مشکین فام، علیرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت آزمایشگاه صالح تبریز جاویدان (سهامی خاص)

ناصح، لیدا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت زیورآلات کهن ایرانیان (سهامی خاص)

نجفزاده خویی، علی اصغر

(دکترای مهندسی متالورژی)

ویراستار:

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

قدیمی، فریده

(کارشناسی ارشد شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	هشدار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ نمادها و شناسه‌ها
۴	۵ اصول آزمون
۵	۶ آزمونه
۵	۷ تعیین سطح مقطع اولیه (S_0)
۵	۸ نشانه‌گذاری طول اولیه سنجه (L_0)
۵	۹ دستگاه‌ها
۵	۱-۹ سیستم اندازه‌گیری نیرو
۵	۲-۹ اکستنسومتر
۶	۳-۹ وسیله سرمایش
۶	۱-۳-۹ کلیات
۶	۲-۳-۹ انحرافات مجاز دما
۷	۳-۳-۹ اندازه‌گیری دما
۷	۴-۳-۹ تصدیق سیستم اندازه‌گیری دما
۸	۱۰ شرایط آزمون
۸	۱-۱۰ تنظیم نقطه صفر نیرو
۸	۲-۱۰ بست آزمونه، تثبیت اکستنسومتر و سرمایش آزمونه
۸	۱-۲-۱۰ روش بست (قرارگیری آزمونه در دستگاه کشش)
۸	۲-۲-۱۰ تثبیت اکستنسومتر و تعیین طول سنجه
۹	۳-۲-۱۰ سرمایش آزمونه
۹	۳-۱۰ نرخ آزمون بر اساس کنترل نرخ کرنش (روش a)
۹	۱-۳-۱۰ کلیات
۱۰	۲-۳-۱۰ نرخ کرنش برای تعیین خواص استحکام تسلیم بالایی (R_{eH}) یا استحکام قراردادی (R_p) و در صورت لزوم

صفحه	عنوان
۱۰	۳-۳-۱۰ نرخ کرنش برای تعیین استحکام تسلیم پایینی (R_{eL}) و در صورت لزوم درصد کشیدگی نقطه تسلیم (A_e)
۱۰	۴-۳-۱۰ نرخ کرنش برای تعیین استحکام کششی (R_m), درصد ازدیاد طول بعد از شکست (A), درصد کاهش سطح مقطع (Z) و در صورت لزوم, درصد کشیدگی کل در نیروی حداکثر (A_{gt}) و درصد کشیدگی پلاستیک در نیروی حداکثر (A_g)
۱۱	۴-۱۰ روش آزمون با بازه‌های نرخ کرنش گسترش یافته (روش b)
۱۱	۱-۴-۱۰ کلیات
۱۱	۲-۴-۱۰ نرخ تعیین ویژگی‌های استحکام تسلیم یا استحکام قراردادی
۱۲	۳-۴-۱۰ نرخ تعیین استحکام کششی
۱۲	۵-۱۰ انتخاب روش و نرخها
۱۲	۶-۱۰ مستند سازی شرایط آزمون انتخاب شده
۱۲	۱۱ تعیین یا محاسبه ویژگی‌ها
۱۲	۱۲ گزارش آزمون
۱۳	۱۳ عدم قطعیت اندازه‌گیری
۱۳	۱۴ شکل‌ها
۱۵	۱۵ پیوست‌ها
۱۶	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مکمل‌های پیوست‌های B و D استاندارد ISO 6892-1:2009
۲۱	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثالی از منحنی‌های سرمایش فولاد براساس ابعاد آزمونه و دمای معین آزمون در اتانول و نیتروژن مایع
۲۵	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) عدم قطعیت اندازه‌گیری
۲۷	کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «مواد فلزی - آزمون کشش - قسمت ۳: روش آزمون در دمای پایین» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و دویست و هفتاد و هفتمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۰۴ 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ISO 6892-3:2015, Metallic materials - Tensile testing -Part 3:Method of test at low temperature

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ISO 6892، تحت عنوان کلی مواد فلزی-آزمون کشش است، که شامل قسمتهای زیر می‌باشد:

- قسمت ۱: روش آزمون در دمای اتاق؛
- قسمت ۲: روش آزمون در دمای بالا؛
- قسمت ۳: روش آزمون در دمای پایین؛
- قسمت ۴: روش آزمون در هلیوم مایع.

در این استاندارد دو روش برای سرعت آزمون، وجود دارد. روش اول (روش a)، براساس نرخ‌های کرنش (شامل نرخ حرکت فک متحرک) با رواداری محدود ($\pm 20\%$) و روش دوم (روش b)، براساس رواداردها و بازه‌های نرخ کرنش قراردادی است. در روش a قرار است تغییرات نرخ آزمون در مدتی که پارامترهای حساس نرخ کرنش تعیین می‌شود و نیز عدم قطعیت اندازه‌گیری نتایج آزمون به حداقل رسانده شود.

خواص مکانیکی تعیین شده بهوسیله آزمون کشش در دمای پایین، با همان نرخ‌های بکار برده شده در دمای اتاق تعیین می‌شوند. این قسمت از مجموعه استاندارد تجدید نظر شده ISO 6892، شامل مجموعه جدیدی از نرخ‌های آزمون ذکر شده در استانداردهای ISO 6892-1 و ISO 6892-2، جهت کاهش تغییر پذیری نتایج آزمون، تدوین شده است.

مواد فلزی - آزمون کشش - قسمت ۳: روش آزمون در دمای پایین

هشدار - در این استاندارد از مواد و/یا روش‌های اجرایی استفاده می‌شود که اگر اقدامات ایمنی مناسب به کار گرفته نشود، ممکن است برای سلامتی مضر باشد این استاندارد تمام مخاطرات سلامتی، ایمنی یا مسائل زیست محیطی مرتبط با استفاده از آن را دربر نمی‌گیرد. در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است. انطباق با این استاندارد موجب مصونیت از تعهدات قانونی نمی‌شود.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون کشش مواد فلزی در گستره دمایی بین $+10^{\circ}\text{C}$ و -196°C 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 ۱-۸۷۶۸: هواضا - مواد فلزی - تصدیق دستگاه‌های آزمون یک محوری ایستا - قسمت ۱: دستگاه‌های آزمون نیروهای کشش - فشار - تصدیق و کالیبراسیون سامانه اندازه‌گیری نیرو

2-2 ISO 6892-1:2009, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature

2-3 ISO 9513, Metallic materials - Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 6892-1:2009، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند.

به طور کلی، شکل هندسی و یا ابعاد همه آزمونهای مبتنی بر اندازه‌گیری‌های انجام شده در دمای اتاق می‌باشد، طول سنجه اکستنسومتر^۱ در این مورد می‌تواند مستثنی شود (به بند ۳-۳ مراجعه کنید).

یادآوری - خواص زیر معمولاً در دمای پایین تعیین نمی‌شوند مگر در صورت لزوم براساس ویژگی‌ها یا بر اساس توافق بین طرفین ذی‌نفع:

- استحکام دائمی (R_t);
- درصد افزایش طول دائمی;
- درصد کشیدگی دائمی;
- درصد کشیدگی نقطه تسلیم (A_e);
- درصد کشیدگی کل در نیروی حد اکثر (A_{gt});
- درصد کشیدگی پلاستیک در نیروی حد اکثر (A_g);
- درصد کشیدگی کل در نقطه شکست (A_t).

۱-۳

طول اولیه سنجه

L_0

original gauge length

طول سنجه که در دمای اتاق قبل از سرمایش آزمونه و اعمال نیرو، اندازه‌گیری شده است.

۲-۳

درصد افزایش طول بعد از شکست

A

percentage elongation after fracture

ازدیاد طول دائمی سنجه ($L_u - L_0$), که در دمای اتاق بعد از شکست اندازه‌گیری شده و به صورت درصدی از طول اولیه سنجه (L_0) بیان می‌شود.

یادآوری - برای جزئیات بیشتر به استاندارد ISO 6892-1:2009 مراجعه کنید.

۳-۳

طول سنجه اکستنسومتر

L_e

extensometer gauge length

طول اولیه سنجه اکستنسومتر (ازدیاد طول سنج)، که برای اندازه‌گیری کشیدگی به وسیله اکستنسومتر به کار می‌رود.

۴-۳

کشیدگی

extension

افزایش طول سنجه اکستنسومتر (L_e)، در یک لحظه زمانی مشخص حین آزمون است.

۱-۴-۳

درصد کشیدگی

percentage extension

ازدیاد طول بیان شده (طبق زیر بند ۴-۳) که به صورت درصدی از طول سنجه اکستنسومتر (L_e) بیان می‌شود.

۵-۳

درصد کاهش سطح مقطع

Z

percentage reduction of area

حداکثر تغییرات مساحت سطح مقطع که در حین آزمون اتفاق می‌افتد ($S_0 - S_u$)، و به صورت درصدی از سطح مقطع اولیه (S_0) بیان می‌شود، که در آن S_0 و S_u از ابعاد اندازه‌گیری شده در دمای اتاق محاسبه می‌شوند.

۶-۳

تنش

*R***stress**

نیروی اعمالی به آزمونه در هر لحظه از آزمون، تقسیم بر مساحت سطح مقطع اولیه (S_0) آن است. یادآوری - همه تنش‌های اشاره شده در این قسمت از استاندارد، تنش‌های مهندسی محاسبه شده با استفاده از سطح مقطع آزمونه هستند، که ابعاد آن در دمای اتاق اندازه‌گیری شده است.

۷-۳

زمان همدما بی

*t_s***soaking time**

مدت زمان لازم برای تثبیت دمای آزمونه قبل از بارگذاری مکانیکی است.

۴ نمادها و شناسه‌ها

نمادهای جدول 1 استاندارد ISO 6892-1:2009، در طول این استاندارد استفاده می‌شوند. در این استاندارد، علاوه بر نمادهای اشاره شده در استاندارد ISO 6892-1:2009، از نمادهای جدول ۱ همراه با شناسه‌های آن‌ها استفاده می‌شود.

جدول 1- نمادها و شناسه‌ها

شناسه	واحد	نماد
دماهی معین و یا دماهی اسمی که آزمون باید در آن دما انجام شود.	°C	T
دماهی نمایش داده شده یا اندازه‌گیری شده در سطح طول موازی آزمونه (طول مبنا) (به شکل الف-۱ مراجعه کنید).	°C	T _i
زمان همدما بی	min	t _s

۵ اصول آزمون

آزمون شامل ایجاد کرنش در آزمونه با اعمال نیروی کششی برای تعیین یک یا چند خاصیت مکانیکی تعریف شده در بند ۳ استاندارد ISO 6892-1:2009، می‌باشد.

آزمون در گستره دمایی معین شده 10°C و 196°C - انجام می‌شود.

۶ آزمونه

برای الزامات مربوط به آزمونهای آزمونهای مراجعتی ISO 6892-1:2009، مراجعه کنید.
یادآوری- مثال‌های بیشتری از آزمونهای در پیوست الف ارائه شده است.

۷ تعیین سطح مقطع اولیه (S_0)

برای الزامات مربوط به تعیین مساحت سطح مقطع اولیه به بند 7 استاندارد ISO 6892-1:2009، مراجعه کنید.

یادآوری- این پارامتر از اندازه‌گیری‌های انجام شده در دمای اتاق، محاسبه می‌شود.

۸ نشانه‌گذاری طول اولیه سنجه (L_0)

برای الزامات مربوط به نشانه‌گذاری طول اولیه سنجه به بند 8 استاندارد ISO 6892-1:2009، مراجعه کنید.

۹ دستگاه‌ها

۱-۹ سیستم اندازه‌گیری نیرو

سیستم اندازه‌گیری نیروی دستگاه آزمون، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۷۶۸، رده ۱ یا بالاتر کالیبربه شود.

۲-۹ اکستنسومتر

برای محاسبه استحکام قراردادی^۱ (کشیدگی پلاستیک یا کل)، اکستنسومتر مورد استفاده باید تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران مطابق استاندارد ISO 9513، رده ۱ یا بالاتر، در بازه مربوطه باشد. برای سایر خواص (با کشیدگی بیشتر) می‌توان از اکستنسومتر رده ۲ مطابق استاندارد ISO 9513، در بازه مربوطه استفاده کرد.
طول سنجه اکستنسومتر نباید کمتر از ۱۰ mm بوده و باید با قسمت مرکزی طول موازی مطابقت داشته باشد.

یادآوری- وقتی که از یک اکستنسومتر برای اندازه‌گیری ازدیاد طول تا شکست آزمونه استفاده می‌شود، طول سنجه اکستنسومتر (L_e)، باید تقریباً برابر با طول اولیه سنجه (L_0) باشد، در غیر این صورت L_e حداقل باید نصف طول اولیه نشانه‌گذاری شده باشد، اما بیش از ۹۰٪ طول موازی (L_0) را پوشش ندهد. این شرایط اطمینان خواهد داد که اکستنسومتر

همه تسلیم‌های رخ داده در آزمونه را آشکار می‌کند. به علاوه برای اندازه‌گیری پارامترها موقع رسیدن به نیروی حداکثر یا بعد از آن، L_e ، تقریباً برابر با L_0 ، خواهد بود.

هر قسمت از اکستنومتر که در معرض وسیله سرمایش قرار دارد باید به گونه‌ای طراحی یا از جریان‌های هوا محافظت شود که نوسان‌های دمایی اتاق کمترین تأثیر را روی نتایج داشته باشد. توصیه می‌شود که دما و جریان هوا در اطراف دستگاه آزمون به‌طور قابل قبولی پایدار نگهداشته شود.

۳-۹ وسیله سرمایش

۱-۳-۹ کلیات

وسیله سرمایش باید قابلیت سرد کردن آزمونه تا دمای مشخص T را داشته باشد.

مثال‌هایی از روش‌های سرمایشی عبارتند از:

- به‌وسیله دستگاه تبرید؛
- به‌وسیله انبساط گازهای فشرده از قبیل CO_2 و N_2 ؛ و
- به‌وسیله غوطه‌ورسازی در یک مایع که در دمای جوش خود قرار دارد (مانند N_2) یا در مایع سرد شده (از قبیل الکل).

آزمون‌های کشش در دماهای پایین با استفاده از محیط‌های سرمایشی مایع یا گاز انجام می‌شود. نوع محیط سرمایشی تأثیر قابل توجهی بر مدت زمان سرمایش و انتقال حرارت در حین آزمون (هم‌دما یا بی‌درو)^۱ دارد و ممکن است تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر نتیجه آزمون داشته باشد.

مثال‌هایی از منحنی‌های سرمایش در پیوست ب آمده است.

۲-۳-۹ انحرافات مجاز دما

وسیله سرمایش آزمونه باید به گونه‌ای باشد که آزمونه بتواند تا دمای مشخص T سرد شود.

دماهای نشان داده شده (T_i)، روی سطح طول موازی آزمونه یا در مایع متلاطم با اصلاح خطاهای سیستماتیک شناخته شده، بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت تجهیزات سنجش دما، اندازه‌گیری می‌شوند.

انحراف مجاز بین دمای مشخص T و دمای نشان داده شده T_i ، $\pm 3^\circ\text{C}$ است. گرادیان دمایی در سراسر سطح آزمونه نباید بیش از 3°C باشد.

دما در سراسر طول موازی آزمونه (L_c)، تا زمان رسیدن به استحکام قراردادی نهایی باید در دامنه‌های مجاز کنترل شود.

یادآوری- کنترل دما بعد از رسیدن به استحکام قراردادی نهایی نیز بهتر است ادامه داشته باشد اما تجربه نشان داده است که این کنترل دما در دامنه مجاز به خصوص اگر از محیط سرمایشی گازی استفاده شود، بسیار دشوار خواهد بود.

۳-۹ اندازه‌گیری دما

هنگامی که طول سنجه کمتر از ۵۰ mm باشد، یک حسگر دما (دماسنچ) باید دمای هر دو انتهای طول موازی را مستقیماً اندازه‌گیری نماید. وقتی که طول سنجه بزرگ‌تر یا مساوی ۵۰ mm باشد، حسگر سوم نیز باید دمای مرکز طول موازی را اندازه‌گیری کند.

به طور تجربی مشخص شده است اگر چیدمان کلی وسیله سرمایش و آزمونه طوری باشد که تغییر دمای آزمونه از مقدار مجاز بیان شده در زیر بند ۳-۹ بیشتر نشود، تعداد حسگرها می‌تواند کاهش یابد. به هر حال، حداقل یک حسگر باید دمای آزمونه را مستقیماً اندازه‌گیری کند.

اتصالات حسگر دما باید تماس حرارتی مناسبی با سطح آزمونه داشته باشد.

یادآوری- استفاده از نوع و رده مناسب ترموکوپل برای اطمینان از درستی دمای اندازه‌گیری شده ضروری است. اگر آزمونه در مایع متلاطم قرار دارد، با فرض همگن بودن مایع، اندازه‌گیری دما را می‌توان در هر نقطه درون مایع انجام داد.

اگر آزمون در نیتروژن مایع انجام شود، اندازه‌گیری دما مورد نیاز نیست. در این حالت، عدم وجود تجهیزات ثبت دما باید در گزارش آزمون قید شود.

۴-۳-۹ تصدیق سیستم اندازه‌گیری دما

تجهیزات اندازه‌گیری دما باید تفکیک‌پذیری برابر یا بالاتر از 1°C ، و دقت $\pm 2^{\circ}\text{C}$ برای گستره $10^{\circ}\text{C} + \text{تا}$ 40°C و دقت $\pm 3^{\circ}\text{C}$ برای گستره $41^{\circ}\text{C} - 196^{\circ}\text{C}$ داشته باشد.

یادآوری- سیستم اندازه‌گیری دما شامل همه اجزای زنجیره اندازه‌گیری (حسگر، کابل‌ها، وسیله‌های نمایشگر و اتصالات مرجع) است.

تمامی تجهیزات سیستم سنجش دما باید در محدوده کاری خود در بازه‌های زمانی معین، حداقل یک سال، تصدیق و کالیبره شوند. خطاهای باید در گزارش تأییدیه ثبت شوند. اجزای سیستم اندازه‌گیری دما باید با روش‌های قابل ردیابی توسط سیستم بین‌المللی دما (سیستم SI) تأیید شوند.

۱۰ شرایط آزمون

۱-۱۰ تنظیم نقطه صفر نیرو

سیستم اندازه‌گیری نیرو بعد از نصب تجهیزات آزمون و قبل از قرار دادن آزمونه در فک‌های نگهدارنده، باید روی نقطه صفر تنظیم شود. این سیستم بعد از یکبار تنظیم نقطه صفر، به هیچ وجه در حین آزمون قابل تغییر نیست.

یادآوری - استفاده از این روش اطمینان می‌دهد که هر گونه نیروی حاصل از عملیات نگهداری در فک‌ها و وزن مجموعه نگهدارنده و نیروی جبران کننده تأثیری روی نقطه صفر نیرو ندارد.

۲-۱۰ بست آزمونه، تثبیت اکستنسومتر و سرمایش آزمونه

یادآوری - رعایت توالی بیان شده در زیر الزامی نیست.

۱-۲-۱۰ روش بست (قرارگیری آزمونه در دستگاه کشش)

برای الزامات مربوط به روش بست به زیر بند 10.2 استاندارد ISO 6892-1:2009، مراجعه کنید.

۲-۲-۱۰ تثبیت اکستنسومتر و تعیین طول سنجه

۱-۲-۲-۱۰ کلیات

در عمل از روش‌های متفاوتی برای تعیین طول سنجه اکستنسومتر استفاده می‌شود که ممکن است منجر به اختلاف‌های جزئی در نتایج آزمون شود. روش مورد استفاده باید در گزارش آزمون قید شود.

یادآوری - بهدلیل این که بازه دمایی صرفاً حدود 200°C است، تأثیر (منفی) انبساط حرارتی بر روی نتایج آزمون به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از اثر بازه دمایی گستردگی استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۷۲-۲، است.

۲-۲-۲-۱۰ براساس L_e در دمای اتاق (روش 1)

اکستنسومتر با طول اسمی سنجه روی آزمونه در دمای اتاق تنظیم می‌شود. کشیدگی در دمای آزمون اندازه‌گیری و درصد کشیدگی با طول سنجه در دمای اتاق محاسبه شده است. انبساط حرارتی در نظر گرفته نمی‌شود.

۳-۲-۲-۱۰ براساس L_e در دمای آزمون (روش 2)

روش‌های زیر انبساط حرارتی آزمونه و احتمالاً اکستنسومتر را در بر می‌گیرند.

۱-۳-۲-۲-۱۰ اسمی در دمای آزمون (روش 2a)

اکستنسومتر با طول اسمی سنجه قبل از بارگذاری مکانیکی و در دمای آزمون بر روی آزمونه نصب می‌شود.

L_b کشیده شده در دمای اتاق (روش b)

یک اکستنسومتر با طول سنجه کشیده شده در دمای اتاق به گونه‌ای روی آزمونه نصب می‌شود که طول اسمی سنجه در دمای آزمون حاصل شود.

برای محاسبه درصد کشیدگی، طول اسمی سنجه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

L_c اصلاح شده در دمای آزمون (روش c)

اکستنسومتر با طول اسمی سنجه در دمای اتاق روی آزمونه نصب می‌شود.

طول اسمی سنجه اصلاح شده در دمای آزمون (طول سنجه در دمای اتاق + انبساط حرارتی) برای محاسبه درصد کشیدگی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری - انبساط حرارتی در این حالت منفی است.

۳-۲-۱۰ سرمایش آزمونه

آزمونه باید تا دمای معین T سرد شده و قبل از بارگذاری حداقل به مدت ۱۰ min (زمان همدمایی) در آن دما نگهداشته شود. بارگذاری فقط باید بعد از ثبیت خروجی اکستنسومتر شروع شود.

یادآوری - برای دستیابی به دمای مشخص در سراسر سطح مقطع آزمونهای بزرگتر (مانند S_0 بزرگتر از 100 mm^2) ممکن است زمان همدمایی طولانی‌تری مورد نیاز باشد.

در حین سرمایش، دمای آزمونه نباید از حد مشخص رواداری پایین برود، مگر در مواردی که بین طرفین ذی نفع توافق شده باشد.

۳-۱۰ نرخ آزمون بر اساس کنترل نرخ کرنش (روش a)**۱-۳-۱۰ کلیات**

قرار است با این روش تغییرات نرخ آزمون در مدتی که پارامترهای حساس نرخ کرنش تعیین می‌شود و نیز عدم قطعیت اندازه‌گیری نتایج آزمون به حداقل رسانده شود.

برای الزامات بیشتر در خصوص نرخ آزمون بر اساس کنترل نرخ کرنش (روش a)، به زیر بند 10.3.1 استاندارد ISO 6892-1:2009 مراجعه کنید.

همیشه به این صورت نیست که همه خواص آزمون کشش در دمای اتاق، در دمای پایین تعیین شوند. بنابراین، بهتر است صرفاً از حالتها / نرخ‌های آزمون مناسب برای خواصی که تعیین شده‌اند، استفاده شود (به شکل ۱ مراجعه کنید).

۲-۳-۱۰ نرخ کرنش برای تعیین خواص استحکام تسلیم بالایی (R_{eH}) یا استحکام قراردادی (R_p و در صورت لزوم (R_t)

برای الزامات بیشتر در خصوص نرخ کرنش برای تعیین خواص استحکام تسلیم بالایی (R_{eH}) یا استحکام قراردادی (R_p و در صورت لزوم (R_t) به زیر بند 10.3.2 استاندارد ISO 6892-1:2009 مراجعه کنید. اما یکی از بازه‌های مشخص شده در زیر را در نظر بگیرید.

$$e_{L_e} = 0,00007 \text{ s}^{-1} (0,0042 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

$$e_{L_e} = 0,00025 \text{ s}^{-1} (0,015 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

(توصیه می‌شود در مواردی غیر از موارد مشخص شده، به شکل ۱ مراجعه کنید)

۳-۳-۱۰ نرخ کرنش برای تعیین استحکام تسلیم پایینی (R_{eL}) و در صورت لزوم درصد کشیدگی نقطه تسلیم (A_e)

برای الزامات بیشتر در خصوص نرخ کرنش برای تعیین استحکام تسلیم پایینی (R_{eL}) و در صورت لزوم درصد کشیدگی نقطه تسلیم (A_e), با رعایت یکی از بازه‌های مشخص شده در زیر، به زیر بند 10.3.3 استاندارد ISO 6892-1:2009 مراجعه کنید.

$$e_{L_c} = 0,00025 \text{ s}^{-1} (0,015 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

(توصیه می‌شود در مواردی غیر از موارد مشخص شده)

$$e_{L_c} = 0,002 \text{ s}^{-1} (0,12 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

(به شکل ۱ نیز مراجعه کنید)

۴-۳-۱۰ نرخ کرنش برای تعیین استحکام کششی (R_m), درصد افزایش طول بعد از شکست (A), درصد کاهش سطح مقطع (Z) و در صورت لزوم، درصد کشیدگی کل در نیروی حداکثر (A_{gt}) و درصد کشیدگی پلاستیک در نیروی حداکثر (A_g)

برای الزامات بیشتر در خصوص نرخ کرنش برای تعیین استحکام کششی (R_m), درصد افزایش طول بعد از شکست (A), درصد کاهش سطح مقطع (Z) و در صورت لزوم، درصد کشیدگی کل در نیروی حداکثر (A_{gt}) و درصد کشیدگی پلاستیک در نیروی حداکثر (A_g), با رعایت یکی از بازه‌های مشخص شده در زیر به زیر بند 10.3.4 استاندارد ISO 6892-1:2009 مراجعه کنید.

$$e_{L_c} = 0,00025 \text{ s}^{-1} (0,015 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

$$e_{L_c} = 0,002 \text{ s}^{-1} (0,12 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

$$e_{L_c} = 0,0067 \text{ s}^{-1} (0,4 \text{ min}^{-1}) \pm 20\% \quad \text{با رهاداری نسبی}$$

(توصیه می‌شود در موارد غیر از موارد مشخص شده، به شکل ۱ مراجعه کنید.)

اگر هدف از آزمون کشش صرفاً تعیین استحکام کششی باشد، در این صورت یک نرخ کرنش تخمینی مطابق بازه ۴ در سراسر طول موازی آزمونه در تمام مدت آزمون می‌تواند اعمال شود.

۴-۱۰ روش آزمون با بازه‌های نرخ کرنش گسترش یافته (روش b)

۱-۴-۱۰ کلیات

این روش براساس بازه‌های نرخ کرنش قراردادی است.

یادآوری- نرخ آزمون، حتی اگر در بازه تعیین شده قرار داشته باشد، می‌تواند بر مقادیر خواص مورد ارزیابی تأثیر بگذارد.

۲-۴-۱۰ نرخ تعیین ویژگی‌های استحکام تسلیم یا استحکام قراردادی

۱-۲-۴-۱۰ نرخ تعیین استحکام تسلیم بالایی (R_{eH})

در محدوده الاستیک و تا استحکام تسلیم بالایی، نرخ کرنش باید مابین 0.00003 s^{-1} و 0.0003 s^{-1} بوده و تا حد امکان ثابت نگهداشته شود.

اگر دستگاه آزمون قادر به اندازه‌گیری و کنترل نرخ کرنش نباشد، باید از نرخ حرکت فک متحرک^۱ (بلوک اصلی دستگاه) معادل با نرخ تنشی مابین 6 MPa.s^{-1} و 60 MPa.s^{-1} استفاده شود.

۲-۲-۴-۱۰ نرخ تعیین استحکام تسلیم پایینی (R_{eL})

اگر فقط تعیین استحکام تسلیم پایینی مدنظر باشد، نرخ آزمون در محدوده الاستیک باید مطابق با زیر بند ۱-۲-۴-۱۰ باشد و همچنین نرخ کرنش در حین تسلیم بین 0.00003 s^{-1} و 0.00025 s^{-1} بوده و تا حد امکان ثابت نگهداشته شود.

اگر این نرخ به طور مستقیم قابل تنظیم نباشد، نرخ آزمون باید با تنظیم نرخ حرکت فک متحرک درست قبل از شروع تسلیم ثابت شده و تنظیمات دستگاه تا اتمام تسلیم تغییر داده نشود.

۳-۲-۴-۱۰ نرخ تعیین استحکام قراردادی برای کشیدگی پلاستیک (R_p)

نرخ حرکت فک متحرک باید تا حد امکان ثابت نگهداشته شده و در محدوده مطابق با نرخ تنشی بیان شده در زیر بند ۱-۲-۴-۱۰ برای محدوده الاستیک باشد. این نرخ باید تا رسیدن به استحکام قراردادی (کشیدگی پلاستیک یا کشیدگی کل) حفظ شود. در هیچ شرایطی نرخ کرنش نباید از 0.0025 s^{-1} بیشتر باشد.

۳-۴-۱۰ نرخ تعیین استحکام کششی

در محدوده پلاستیک، نرخ کرنش نباید از $85^{\text{-}}\text{s}^{-1}$ بیشتر شود.

اگر آزمون شامل تعیین استحکام تسلیم یا استحکام قراردادی نباشد، ممکن است نرخ کرنش در محدوده الاستیک به حداقل میزان مجاز در محدوده پلاستیک برسد.

۴-۵ انتخاب روش و نرخها

جز در مواردی که طور دیگری توافق شده باشد، انتخاب روش (a یا b) و نرخ‌های آزمون با نظر تولید کننده یا آزمایشگاه منتخب تولید کننده انجام می‌شود، مشروط بر این‌که انتخاب مطابق با الزامات این استاندارد باشد.

۶-۱۰ مستند سازی شرایط آزمون انتخاب شده

روش خلاصه‌سازی زیر می‌تواند برای گزارش مختصر روش کنترل و نرخ آزمون مورد استفاده قرار گیرد:
INSO 10272-3 Bn یا INSO 10272-3 Ann

که در آن «A» نشانگر استفاده از روش a (کنترل نرخ کرنش)، و «B» بیانگر استفاده از روش b (بازه نرخ کرنش گسترش یافته) است. نمادهای «nnn» یک سری با حداقل سه حرف است که اشاره به نرخ‌های مورد استفاده در هین هر بخش از آزمون، همان‌گونه که در شکل ۱ آمده است، می‌باشد و «n» می‌تواند برای نمایش نرخ کرنش (s^{-1}) انتخاب شده اضافه شود.

مثال ۱:

INSO 10272-3,A224 بیانگر آزمونی بر اساس کنترل نرخ کرنش با استفاده از بازه‌های ۲، ۲ و ۴ است.

مثال ۲:

INSO 10272-3 B یک آزمون بر اساس نرخ کرنش گسترش یافته متناظر با نرخ تنفس مطابق با زیر بند ۱۰-۴-۲-۱ است.

۱۱ تعیین یا محاسبه ویژگی‌ها

محاسبات مطابق با استاندارد ISO 6892-1:2009، انجام می‌شود.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون حداقل باید حاوی اطلاعات زیر باشد، مگر این که طور دیگری بین طرفین ذی‌نفع توافق شود:

۱-۱۲ ارجاع به این استاندارد به همراه اطلاعات شرایط آزمون مشخص شده در زیربند ۶-۱۰ (به عنوان مثال، A224:2016-3:INSO 10272)؛

۲-۱۲ اطلاعات شناسایی، آزمونه؛

۳-۱۲ نوع ماده، اگر معلوم باشد؛

١٢-٤ نوع آزمونه؟

۵-۱۲ محا و جهت نمونه برداری از آزمونه، اگر مشخص باشد؛

۱۲-۶) حالت‌های کنترل آزمون و نرخ آزمون به ترتیب بازه‌های نرخ آزمون (به زیر بند ۶-۱۰ مراجعه کنید) اگر با روش‌ها و مقادیر پیشنهاد شده در زیر بندهای ۳-۱۰ و ۴-۱۰ متفاوت باشد:

۷-۱۲ محیط سرمایش، زمان سرمایش و زمان همدمایه؛

۱۲- آزمون دمای آزمون؛

٩-١٢، وش تشتت طوا، سنحة اكتنسومت، L_e

١٢-١٠ نتایج آزمون؛

١٢-١١ تابع انجام آزمون؛

۱۲-۱۲ نام و نام خانوادگی و امضاء، آزمونگ.

نتایج باید با دقت‌های زیر (مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۸۱-۱) یا بهتر گرد شوند، البته اگر در استاندارد مخصوص‌لایت به صورت دیگر، مشخص نشده باشد:

- مقادیر استحکام به نزدیک ترین عدد صحیح با حساب

- مقادیر دیگر، همه مقادیر دیگر به ۱٪، از دیاد طوا، صدھاء، سلسیه تسلیم به ۰٪؛

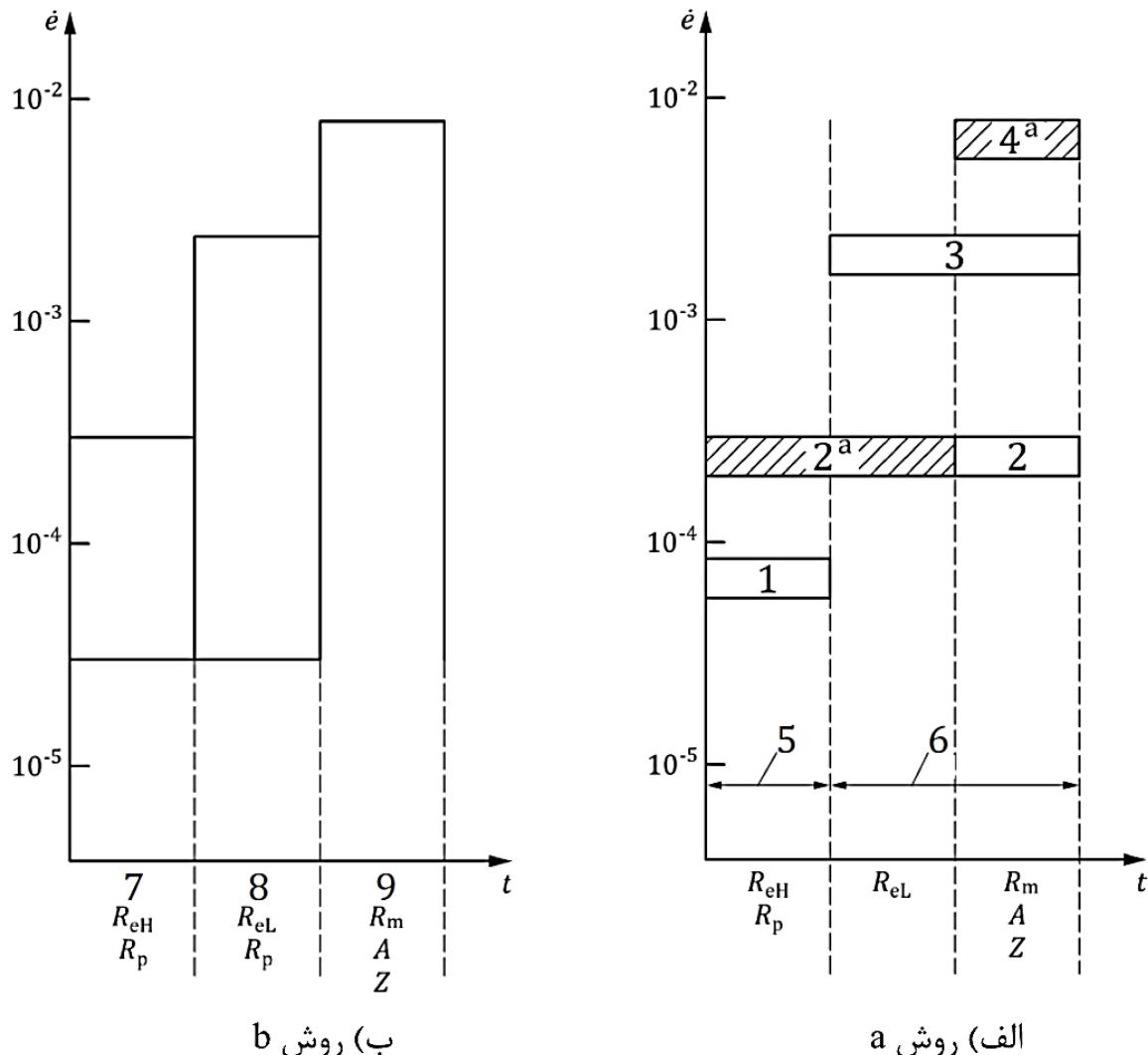
- ۵. صد کاهش سطح مقطع به ۱٪.

۱۳ عدم قطعیت اندازه‌گیری

باع، الامانات مد بوط به عدم قطعیت اندیشه‌گی، به بند 23 استاندارد ISO 6892-1:2009، مراجعه کنید.

۱۴ شکا ها

شکل‌های 1 تا 8 و 10 تا 15 استاندارد ISO 6892-1:2009 معتبر بوده، اما شکل 9 آن با شکل ۱ در زیر حاگز نشده است.



راهنما	\dot{e}
نرخ کرنش بر حسب s^{-1}	
زمان t	
بازة ۱: با رواداری نسبی $0,00007 s^{-1}$ ($0,0042 \text{ min}^{-1}$) $\pm 20\%$	1
بازة ۲: با رواداری نسبی $0,00025 s^{-1}$ ($0,015 \text{ min}^{-1}$) $\pm 20\%$	2
بازة ۳: با رواداری نسبی $0,002 s^{-1}$ ($0,12 \text{ min}^{-1}$) $\pm 20\%$	3
بازة ۴: با رواداری نسبی $0,0067 s^{-1}$ ($0,4 \text{ min}^{-1}$) $\pm 20\%$	4
روش کنترل: کنترل اکستنسومتر یا فک متحرک	5
روش کنترل: کنترل فک متحرک	6
محدوده الاستیک آزمون	7
محدوده الاستیک برای تعیین R_{eL} و R_p	8
ماکریزم نرخ کرنش برای تعیین Z و A	9
توصیه شده	a

شکل ۱ - تصویر نرخ کرنش مورد استفاده در طول آزمون کشش، اگر R_{eH} , R_{eL} , R_p , R_m , A , Z تعیین شده باشد

۱۵ پیوست‌ها

- پیوست‌های زیر از استاندارد ISO 6892-1:2009 در اینجا نیز دارای اعتبار هستند:
- پیوست A استاندارد ISO 6892-1:2009، توصیه‌هایی درباره استفاده از کنترل کامپیوتربی دستگاه آزمون کشش؛
 - پیوست B استاندارد ISO 6892-1:2009، انواع آزمونهای مورد استفاده برای محصولات نازک: ورقه‌ها، نوارها و صفحه‌ها با ضخامت مابین 1 mm و 3 mm ؛
 - پیوست C استاندارد ISO 6892-1:2009، انواع آزمونهای مورد استفاده برای سیم‌ها، میله‌ها و مقاطع با قطر یا ضخامت کمتر از 4 mm ؛
 - پیوست D استاندارد ISO 6892-1:2009، انواع آزمونهای مورد استفاده برای ورقه‌ها و صفحه‌ها با ضخامت برابر یا بزرگتر از 3 mm و سیم‌ها، میله‌ها و مقاطع با قطر یا ضخامت بزرگتر یا مساوی 4 mm استثنای جز جدول «D.2»؛
 - پیوست E استاندارد ISO 6892-1:2009، انواع آزمونهای مورد استفاده برای لوله‌ها؛
 - پیوست F استاندارد ISO 6892-1:2009، برآورده نرخ حرکت فک متحرک در سنجش میزان مطلوبیت دستگاه آزمون.

پیوست الف اطلاعات بیشتری در مورد هندسه آزمونه و روش‌های ممکن برای بستن آزمونه (قرارگیری آن در فک دستگاه کشش) ارائه می‌دهد.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

مکمل‌های پیوست‌های B و D استاندارد ISO 6892-1:2009

الف-۱ کلیات

به‌طور کلی، تمام هندسه‌های آزمونه که با ویژگی‌های داده شده در پیوست‌های B تا E استاندارد ISO 6892-1:2009 مطابقت دارند می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در ادامه چند مثال با جزئیات کامل در مورد هندسه آزمونه ارائه شده است.

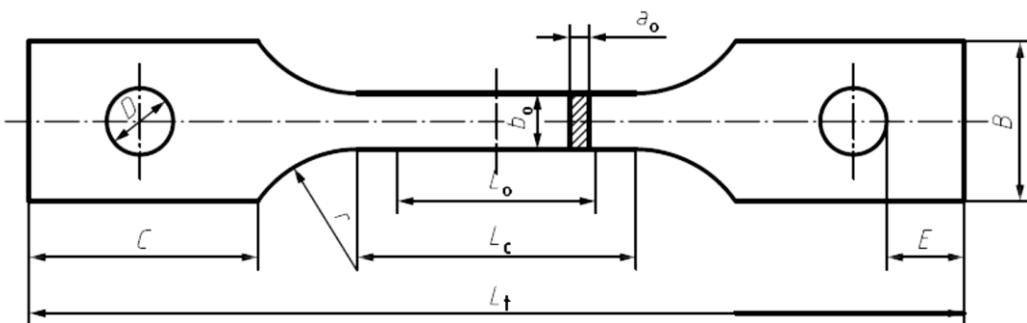
الف-۲ آزمونه‌ها برای محصولات نازک: ورق‌ها، نوارها و صفحه‌ها با ضخامت مابین 1 mm و 3 mm

گزینه‌های مختلفی برای نگهداشتن آزمونه‌ها مانند فک‌های گوهای^۱، موازی^۲، شانه‌ای^۳ و غیره موجود است. اگرچه، فک نگهدارنده اصطکاکی (فک‌های گوهای و موازی) نمی‌تواند با یک اتاقک دمایی قابل استفاده باشد. بنابراین، آزمونه‌ها اغلب توسط فک‌های شانه‌ای (کاملاً چسبیده) یا با استفاده از یک پیچ به‌طور مثال در شکل الف-۱، نگهداشته می‌شوند.

یادآوری ۱- اگر آزمونه توسط فک‌های شانه‌ای (کاملاً چسبیده) نگهداشته شود، سوراخ لازم نیست. روادری شعاع $\pm 0,1\text{ mm}$ است.

یادآوری ۲- در عمل، تقویت کردن ماده اطراف سوراخ‌های پین‌ها برای جلوگیری از پاره شدگی سوراخ یا بشکه‌ای شدن^۴ موضعی مناسب است.

-
- 1- Wedge grips
 - 2- Parallel grips
 - 3- Shoulder grips
 - 4- Buckling



راهنما

ضخامت اولیه	a_0
پهنهای اولیه طول موازی (طول مبنای)	b_0
شعاع انتقال	r
پهنهای دو انتهای نگهداشته شده	B
طول دو انتهای نگهداشته شده	C
طول اولیه سنجه ($L_0 = 50 \text{ mm}$)	L_0
طول موازی (طول مبنای) ($L_c \geq L_0 + b_0$)	L_c
طول کلی آزمونه	L_t
قطر حفره (سوراخ)	D
فاصله انتهای آزمونه از سوراخ	E

شكل الف-۱- مثالی از آزمونه مورد استفاده برای ورق‌ها، نوارها و صفحه‌ها با ضخامت مابین $0,1 \text{ mm}$ و 3 mm

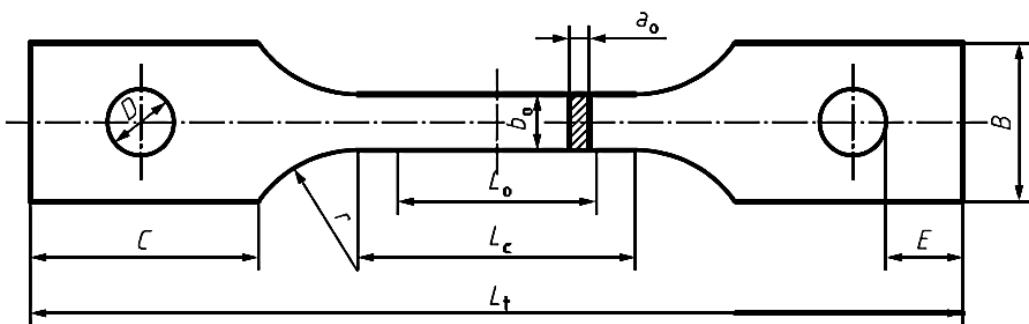
جدول الف-۱- مثالی از آزمونه مورد استفاده برای ورق‌ها، نوارها و صفحه‌ها با ضخامت مابین $0,1 \text{ mm}$ و 3 mm

بعد بر حسب میلی‌متر									
a_0		b_0	L_0	R	B	C	D	L_c min.	L_t min. ^a
>	\leq								
0,1	3,0	12,5	50	25	35 ^b	50	15	17	62,5
حداقل مقدار مورد نیاز، اگر سایر ابعاد (بهخصوص طول موازی، L_c) بزرگتر از مقادیر داده شده نباشد.									
اگر سیستم بارگذاری سوزنی مورد استفاده قرار گیرد، برای بعضی از مواد ممکن است افزایش این مقدار تا 40 mm ضروری باشد.									

الف-۳- آزمونه‌های مورد استفاده برای ورق‌ها و صفحه‌ها با ضخامت بزرگتر یا مساوی 3 mm

گزینه‌های مختلفی برای نگهداشتن آزمونه‌ها مانند فک‌های گوهای، موازی، شانه‌ای و غیره موجود است. اگرچه، فک نگهدارنده اصطکاکی (فک‌های گوهای و موازی) نمی‌تواند با یک اتاقک دمایی قابل استفاده باشد. بنابراین، آزمونه‌ها اغلب توسط فک‌های شانه‌ای (کاملاً چسبیده) یا با استفاده از یک پیچ به‌طور مثال در شکل الف-۲، نگهداشته می‌شوند.

یادآوری- اگر آزمونه توسط فک‌های شانه‌ای (کاملاً چسبیده) نگهداشته شود، سوراخ لازم نیست. رواداری شعاع $\pm 0,1 \text{ mm}$ است.



راهنمای

ضخامت اولیه	a_0
پهنهای اولیه طول موازی	b_0
شعاع انتقال	r
پهنهای دو انتهای نگه داشته شده	B
طول دو انتهای نگه داشته شده	C
طول اولیه سنجه ($L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$)	L_0
طول موازی ($L_c \geq L_0 + 1,5\sqrt{S_0}$)	L_c
طول کلی آزمونه	L_t
قطر حفره (سوراخ)	D
فاصله انتهای آزمونه از سوراخ	E

شکل الف-۲- مثالی از آزمونه مورد استفاده برای ورق‌ها و صفحه‌ها با ضخامت بزرگتر یا مساوی ۳ mm

جدول الف-۲- مثالی از آزمونه مورد استفاده برای ورق‌ها و صفحه‌ها با ضخامت بزرگتر یا مساوی ۳ mm

ابعاد بر حسب میلی‌متر

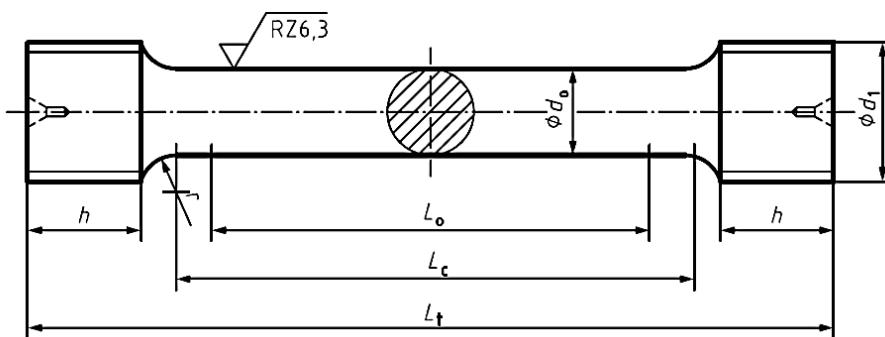
a_0		b_0	L_0	r	B	C	D	E	L_c min.	L_t min. ^a
>	\leq									
3,0	3,5		35						48	190
3,5	4,5		40						54	196
4,5	5,7	12,5	45	25	35 ^b	50	15	17	61	203
5,7	6,9		50						67	209
6,9	8,3		55						73	215

a- حداقل مقدار مورد نیاز، اگر سایر ابعاد (بهخصوص طول موازی، L_c) بزرگتر از مقادیر داده شده نباشند.

b- اگر سیستم بارگذاری سوزنی مورد استفاده قرار گیرد، برای بعضی از مواد ممکن است افزایش این مقدار تا ۴۰ mm ضروری باشد.

الف-۴- آزمونهای مورد استفاده برای سیم‌ها، میله‌ها و مقاطع با قطر یا ضخامت بزرگتر یا مساوی ۴ mm

برای این مواد اغلب فک‌ها با انتهای رزوهدار استفاده می‌شوند (به شکل الف-۳ و جدول الف-۳ مراجعه کنید).



راهنمای

قطر اولیه طول موازی	d_0
رزوه استاندارد متریک	d_1
شعاع انتقال	r
طول انتهای فک	h
طول اولیه سنجه ($L_0 = 5d_0$)	L_0
طول موازی ($L_c \geq L_0 + d_0$)	L_c
طول کلی آزمونه	L_t

شکل الف-۳- مثالی از آزمونه استوانهای با فک انتهای رزوهدار

جدول الف-۳- مثالی از آزمونه استوانهای با فک انتهای رزوهدار

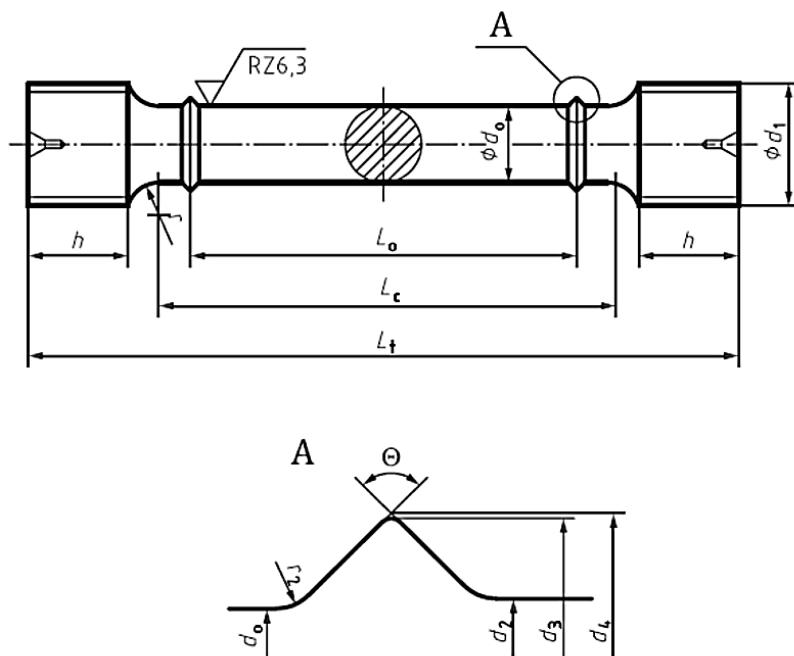
ابعاد بر حسب میلیمتر

d_0	L_0	d_1	r min.	h min.	L_c min.	L_t min. ^a
4	20	M6	3	6	24	41
5	25	M8	4	7	30	51
6	30	M10	5	8	36	60
8	40	M12	6	10	48	77
10	50	M16	8	12	60	97
12	60	M18	9	15	72	116
14	70	M20	11	17	84	134
16	80	M24	12	20	96	154
18	90	M27	14	22	108	173
20	100	M30	15	24	120	191
25	125	M33	20	30	150	234

^a حداقل مقدار مورد نیاز، اگر سایر ابعاد (بهخصوص شعاع انتقال، طول انتهای فک و طول موازی، L_c) بزرگتر از مقادیر داده شده نباشند.

یادآوری- بسته به نوع دستگاه سرمایش آزمونهای طویل‌تر ممکن است سبب ایجاد یک گرادیان دمایی نامعتبر شوند. در چنین مواردی، بهتر است از آزمونهای کوتاهتری استفاده شود.

الف-۵- مثالی از آزمونهای دارای لبه‌های تیز طوقه‌ای/حلقوی



یادآوری- برای بخش‌های مختلف نمای جزئی A، مقادیر هدف بصورت زیر هستند:

$$d_2 = d_o + 0,2$$

$$d_3 = d_o + 1,8$$

$$d_4 = d_o + 2,0$$

$$r_2 = 0,5$$

$$\Theta = 90^\circ$$

شکل الف-۴- مثالی از آزمونه استوانه‌ای فک انتهای رزوهدار و طوقه‌ای/حلقوی با لبه‌های تیز

جدول الف-۴- مثالی از آزمونهای استوانه‌ای با فک انتهای رزوهدار طوقه‌ای/حلقوی با لبه‌های تیز

بعاد بر حسب میلی‌متر						
d_0	L_0	d_1 a	r min. ^b	h min.	L_c min.	L_t min. ^c
6	30	M10	4,5	8	5,5 d_0 to 7,5 d_0	57
8	40	M12	6	10	5,5 d_0 to 7,5 d_0	73
10	50	M16	7,5	12	5,5 d_0 to 7,5 d_0	91
12	60	M18	9	15	5,5 d_0 to 7,5 d_0	110

حداقل تعداد رزوهدار متریک a
حداقل مقدار مطابق استاندارد ISO 6892-1:2009 b
حداقل مقدار مورد نیاز، اگر سایر ابعاد (بهخصوص شعاع انتقال و طول انتهای فک) بزرگتر از مقادیر داده شده نباشند و طول موازی (L_c) c
برابر $5,5d_0$ است.

یادآوری- استفاده از این نوع هندسه آزمونه ممکن است موجب کاهش ازدیاد طول حاصل در مقایسه با سایر انواع هندسه آزمونه‌ها شود.

پیوست ب

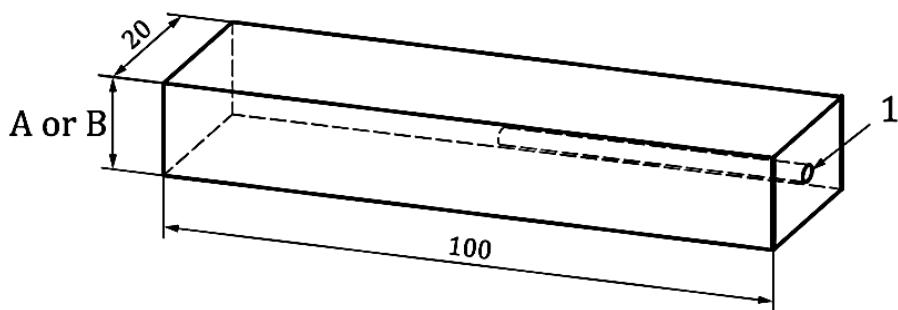
(آگاهی دهنده)

مثالی از منحنی‌های سرمایش فولاد براساس ابعاد آزمونه و دمای معین آزمون در اتانول و نیتروژن مایع

طرحی از آزمونه خام مورد استفاده برای ایجاد منحنی‌های سرمایش ب-۲ تا ب-۴ در شکل ب-۱ نشان داده شده است، که این منحنی‌ها حاوی نکات مورد نیاز در مورد زمان سرمایشی می‌باشند.

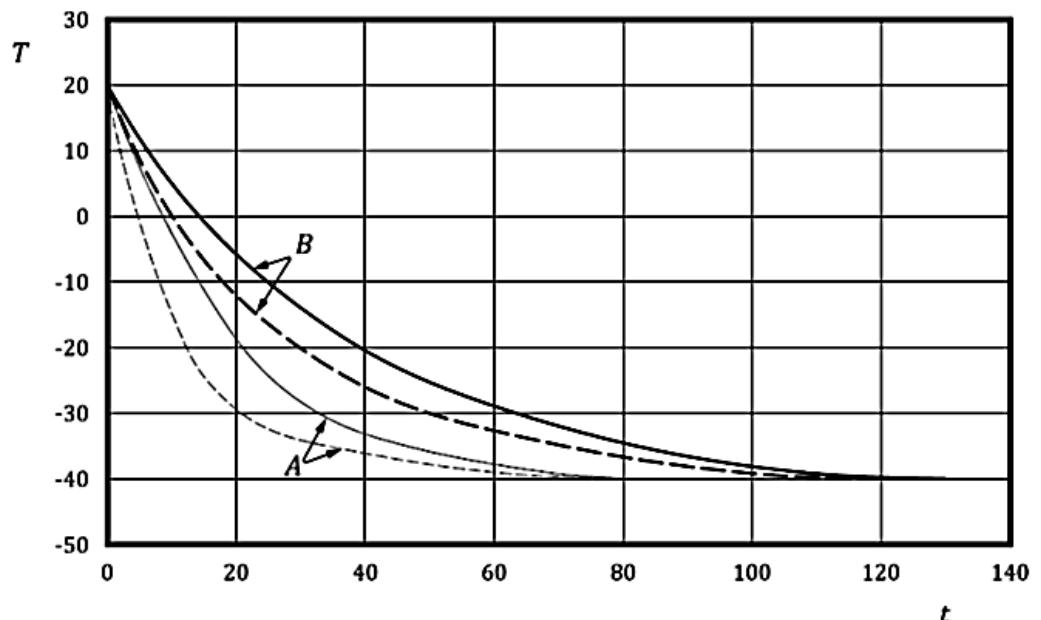
اگر محیط سرمایشی گازی استفاده شود، زمان سرمایش لازم می‌تواند بسیار طولانی‌تر شود.

یادآوری - در استفاده از اتانول نگرانی‌های بهداشتی و ایمنی وجود دارد و استفاده از آن فقط باید در یک محیط بسته صورت گیرد.



راهنمای	
حفره ترمومتری	۱
ضخامت آزمونه: ۵ mm	A
ضخامت آزمونه: ۱۵ mm	B

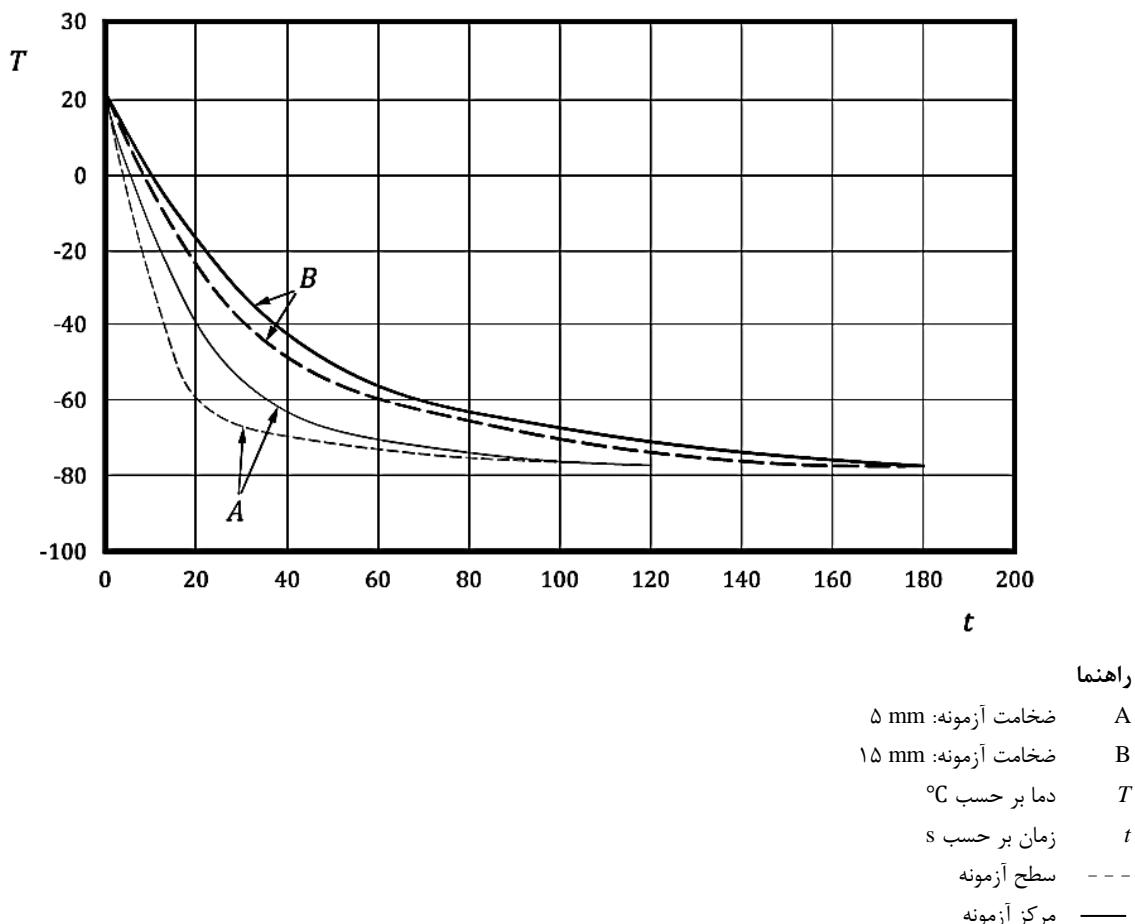
شکل ب-۱- طرحی از آزمونه خام مورد استفاده



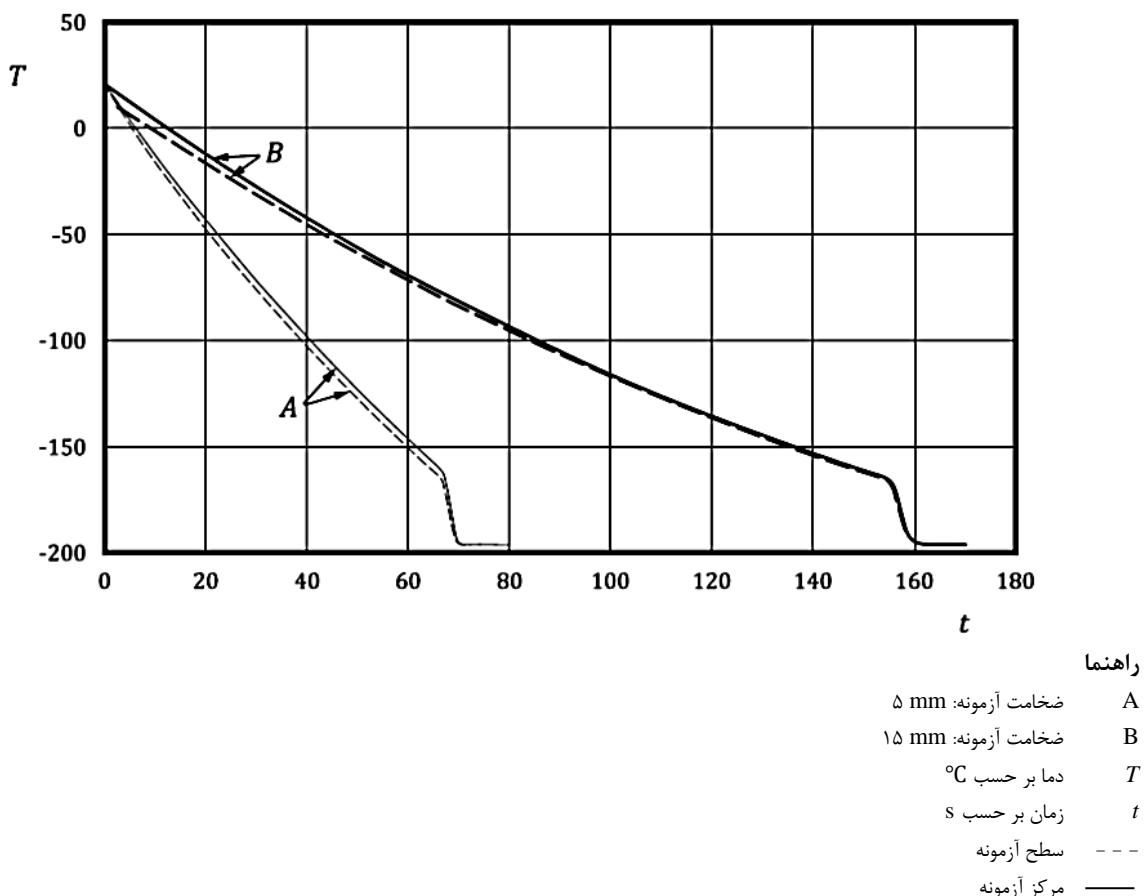
راهنما

ضخامت آزمونه: ۵ mm	A
ضخامت آزمونه: ۱۵ mm	B
دما بر حسب	T
زمان بر حسب	t
سطح آزمونه	---
مرکز آزمونه	—

شکل ب-۲- منحنی‌های سرمایش آزمونه شاهد در اتانول با دمای -40°C



شکل ب-۳- منحنی‌های سرمایش آزمونه شاهد در اتanol با دمای -78°C



شکل ب-۴- منحنی‌های سرمایش آزمونه شاهد در نیتروژن مایع با دمای -196°C

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

عدم قطعیت اندازه‌گیری

برای برآورد عدم قطعیت نتایج آزمون، جدول J.1 استاندارد ISO 6892-1:2009 و اطلاعات زیر به کار می‌رود.

جدول J.1 استاندارد ISO 6892-1:2009 با اضافه شدن دما، نوع محیط سرمایش و مؤلفه‌های نرخ کرنش، به صورت جدول پ-۱ آورده شده است. ثابت شده است که تغییرات دما و نوع محیط سرمایش تأثیر بسزایی روی نتایج آزمون دارد. تأثیر تغییرات نرخ کرنش با تأثیر آن در دمای اتاق قابل مقایسه است. بنابراین بهتر است، عدم قطعیت مؤلفه‌های مربوط به تغییرات دما و نرخ کرنش و نوع محیط سرمایش، هنگام برآورد عدم قطعیت اندازه‌گیری نتایج آزمون در نظر گرفته شود. همان‌طور که در جدول پ-۱ نشان داده شده است، دما، محیط سرمایش و نرخ کرنش می‌توانند بر نتایج پارامترهای بیان شده تأثیر داشته باشد.

جدول پ-۱- مؤلفه‌های عدم قطعیت نتایج آزمون

نتایج آزمون						پارامتر
Z	A	R _p	R _m	R _{eL}	R _{eH}	
-	-	X	X	X	X	نیرو
-	X	X	-	-	-	کشیدگی
-	X	X	-	-	-	طول سنجه
X	-	X	X	X	X	S ₀
X	-	-	-	-	-	S _u
X	X	X	X	X	X	دما
X	X	X	X	X	X	نرخ کرنش
X	X	X	X	-	-	محیط سرمایش مایع/ گازی
						= وابسته X
						= غیر وابسته -

برای تعیین عدم قطعیت نتایج آزمون بیان شده در جدول پ-۱، مؤلفه‌های عدم قطعیت مربوط به تجهیزات آزمون را می‌توان از گواهی‌های کالیبراسیون دستگاه‌های مورد استفاده، استخراج کرد (به جدول J.3 استاندارد ISO 6892-1:2009 مراجعه کنید). با این وجود، عدم قطعیت نتایج آزمون ناشی از نوع محیط سرمایش و تغییرات نرخ کرنش و دما باید به طور تجربی تعیین شود، چون این مقادیر عدم قطعیت وابستگی زیادی به نوع ماده دارند. به همین علت، تعیین مقادیر قابل پیش‌بینی برای دما، محیط سرمایش و مؤلفه‌های نرخ کرنش برای استفاده در یک مثال ممکن نیست.

پیوست J استاندارد ISO 6892-1:2009، شامل مثال‌هایی از چگونگی تعیین مؤلفه‌های عدم قطعیت، ترکیب محاسباتی و نمایش آن‌ها برای برآورد عدم قطعیت اندازه‌گیری کلی تعمیم یافته نتایج آزمون است.

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۳۰۲: فولاد- تبدیل مقادیر درصد ازدیاد طول- قسمت ۱: فولادهای کربنی و کم آلیاژی
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۸۳۰۲: فولاد- تبدیل مقادیر درصد ازدیاد طول- قسمت ۲: فولاد آستنیتی
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۸۱۹: کمیتها و یکاهای- قسمت ۱: اصول کلی
- [4] ASTM E1012 REV A:1993, Standard Practice for Verification of Specimen Alignment Under Tensile Loading
- [5] Tension and Compression Testing at Low Temperatures, ASM Handbook Vol 8, p 164