



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۸۱۰۳-۱

تجدید نظر دوم

سال ۱۳۹۸

INSO
8103-1
2nd Revision
2020

Identical with:
ISO 15630-1: 2019

فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن -
روش های آزمون - قسمت ۱:
میله، مفتول و سیم های تسلیح کننده

Steel for the reinforcement and
prestressing of concrete — Test methods —
Part 1: Reinforcing bars, rods and wire

ICS: 91.080.40; 77.140.15

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 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.gov.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.

نام مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در 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، به‌عنوان 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، به‌عنوان 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 به‌عنوان 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

«فولاد برای تسلیح و پیش‌تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت ۱: میل، مفتول و سیم‌های

تسلیح‌کننده»

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس:

کارشناس استاندارد

گیل‌پور، محمدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

دبیر:

کارشناس استاندارد

پولادگر، عبدالعلی

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت فولاد خوزستان

آهویی، زینب

(کارشناسی مهندسی مواد)

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

احمدی، سودابه

(کارشناسی ارشد شیمی)

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

بابا، علی

(کارشناسی مهندسی مواد)

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

بهادرانی، رضا

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

اداره کل استاندارد استان خوزستان

بهارلو، ارسلان

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

شرکت بازرسی مهندسی و صنعتی ایران IEI

جمالی، محمدمهدی

(دکتری مهندسی مواد)

شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی

حدادی نیا، نادر

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان خوزستان

شوکتیان، نگین

(کارشناسی زمین‌شناسی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

ضمیری زاده، علی
(کارشناسی ارشد شیمی)

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

عظیمی، مسعود
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

اداره کل استاندارد استان خوزستان

علی پور، بهمن
(کارشناسی مهندسی مواد)

مجتمع فولاد روهینا جنوب

وکیلی، سجاد
(کارشناسی مهندسی مواد)

مجتمع فولاد هیربد زرنديه

ویراستار:

خوشنام، فرزانه
(دکتری شیمی)

اداره کل استاندارد استان خوزستان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها
۴	۴ شرایط عمومی قطعه‌های آزمون
۵	۵ آزمون کشش در دمای اتاق
۵	۱-۵ قطعه‌آزمون
۵	۲-۵ تجهیزات آزمون
۶	۳-۵ روش اجرای آزمون
۸	۶ آزمون خمش
۸	۱-۶ قطعه‌آزمون
۸	۲-۶ تجهیزات آزمون
۸	۳-۶ روش اجرای آزمون
۹	۴-۶ تفسیر نتایج آزمون
۹	۷ آزمون خمش مجدد
۹	۱-۷ قطعه‌آزمون
۹	۲-۷ تجهیزات آزمون
۱۰	۳-۷ روش اجرای آزمون
۱۱	۴-۷ تفسیر نتایج آزمون
۱۱	۸ آزمون خستگی با بارگذاری محوری
۱۱	۱-۸ اصول آزمون
۱۲	۲-۸ قطعه آزمون
۱۲	۳-۸ تجهیزات آزمون
۱۳	۴-۸ روش اجرای آزمون
۱۴	۹ آنالیز شیمیایی
۱۴	۱۰ اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی
۱۴	۱-۱۰ قطعه آزمون
۱۴	۲-۱۰ تجهیزات آزمون

صفحه	عنوان
۱۵	۳-۱۰ روش اجرای آزمون
۱۸	۱۱ تعیین سطح نسبی آج یا تورفتگی (f_R یا f_P)
۱۸	۱-۱۱ کلیات
۱۸	۲-۱۱ اندازه‌گیری‌ها
۱۸	۳-۱۱ محاسبه f_R
۲۰	۴-۱۱ محاسبه f_P
۲۲	۱۲ تعیین انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر
۲۲	۱-۱۲ قطعه آزمون
۲۲	۲-۱۲ درستی اندازه‌گیری
۲۲	۳-۱۲ روش اجرای آزمون
۲۳	۱۳ آزمون‌های ویژه
۲۳	۱-۱۳ آزمون کشش در دمای بالا
۲۳	۲-۱۳ آزمون کشش در دمای پایین
۲۴	۳-۱۳ آزمون بارگذاری غیرالاستیک چرخه‌ای
۲۶	۱۴ گزارش آزمون
۲۷	پیوست الف (آگاهی دهنده) گزینه‌های توافق بین طرف‌های ذی‌نفع
۲۸	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «فولاد برای تسلیح و پیش‌تیندن بتن- روش‌های آزمون- قسمت ۱: میله، مفتول و سیم‌های تسلیح‌کننده» که نخستین بار در سال ۱۳۸۴ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در نود و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فلزشناسی مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۱۲ 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 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 ۱-۸۱۰۳: سال ۱۳۹۲ 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 15630-1: 2019, Steel for the reinforcement and prestressing of concrete — Test methods — Part 1: Reinforcing bars, rods and wire

مقدمه

این استاندارد، یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۸۱۰۳ است. سایر قسمت‌های این مجموعه عبارتند از:

– قسمت ۲: شبکه جوش شده

– قسمت ۳: فولاد پیش‌تنیده

هدف از این استاندارد چندقسمتی، مهیا کردن کلیه روش‌های آزمون مرتبط با فولادهای مورد مصرف در تسلیح و پیش‌تینیدن بتن در یک‌سری استاندارد است.

این استاندارد، روش‌های آزمون استاندارد (به بندهای ۵ تا ۱۲ مراجعه شود) و نیز روش‌های آزمون خاص (گردآوری شده در بند ۱۳) را پوشش می‌دهد که معمولاً در قطعه آزمون‌های معمولی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و توصیه می‌شود تنها زمانی مدنظر قرار گیرند که در استاندارد محصول مربوطه مشخص شده باشند.

به‌طور کلی در این استاندارد برای بیان روش‌های آزمون به استانداردهای بین‌المللی آزمون فلزات ارجاع داده شده است، بنابراین آزمون‌های ذکر شده در این استاندارد برای سایر فلزات قابل اجرا می‌باشند.

در صورت لزوم، مقررات تکمیلی آورده شده است.

فولاد برای تسلیح و پیش‌تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت ۱: میله، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون شیمیایی و مکانیکی و نیز روش‌های اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی مربوط به میله، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده بتن می‌باشد. این استاندارد در مورد شرایط نمونه‌برداری که در استانداردهای محصول به آن پرداخته شده، کاربرد ندارد.

در پیوست الف فهرستی از گزینه‌های اختیاری برای توافق بین طرف‌های ذی‌نفع ارائه 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:

2-1 ISO 4965-1, Metallic materials — Dynamic force calibration for uniaxial fatigue testing — Part 1: Testing systems

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۹۵۵: سال ۱۳۹۳، مواد فلزی- واسنجی نیروی دینامیکی برای آزمون خستگی تک محوری- قسمت ۱: سامانه‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 4965-1: 2012 تدوین شده است.

2-2 ISO 4965-2, Metallic materials — Dynamic force calibration for uniaxial fatigue testing — Part 2: Dynamic calibration device (DCD) instrumentation

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۸۹۵۵: سال ۱۳۹۳، مواد فلزی- واسنجی نیروی دینامیکی برای آزمون خستگی تک محوری- قسمت ۲: واسنجی دینامیکی وسایل، با استفاده از استاندارد ISO 4965-2: 2012 تدوین شده است.

2-3 ISO 6892-1, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۲۷۲: سال ۱۳۹۶، مواد فلزی- آزمون کشش- قسمت ۱: روش آزمون در دمای اتاق، با استفاده از استاندارد ISO 6892-1: 2016 تدوین شده است.

2-4 ISO 6892-2, Metallic materials — Tensile testing — Part 2: Method of test at elevated temperature

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۲۷۲: سال ۱۳۹۷، مواد فلزی- آزمون کشش- قسمت ۲: روش آزمون در دمای بالا، با استفاده از استاندارد ISO 6892-2: 2018 تدوین شده است.

2-5 ISO 6892-3, Metallic materials — Tensile testing — Part 3: Method of test at low temperature

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۰۲۷۲: سال ۱۳۹۴، مواد فلزی- آزمون کشش- قسمت ۳: روش آزمون در دمای پایین، با استفاده از استاندارد ISO 6892-3: 2015 تدوین شده است.

2-6 ISO 7500-1, Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۷۶۸: سال ۱۳۹۵، مواد فلزی- کالیبراسیون و تصدیق ماشین‌های آزمون تک محوری ایستا- قسمت ۱: ماشین‌های آزمون کشش- فشار- کالیبراسیون و تصدیق سامانه اندازه‌گیری نیرو، با استفاده از استاندارد ISO 7500-1: 2015 تدوین شده است.

2-7 ISO 9513, Metallic materials — Calibration of extensometers used in uniaxial testing

2-8 ISO 16020, Steel for the reinforcement and prestressing of concrete — Vocabulary

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۷۰: سال ۱۳۸۹، فولاد برای تقویت و پیش‌تنیدن بتن- واژه‌نامه، با استفاده از استاندارد ISO 16020: 2005 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 16020 به کار می‌رود^۱.

همچنین برای اهداف این استاندارد، نمادهای زیر به کار می‌روند:

نماد	یکا	شرح	ارجاعات در این استاندارد
a'	mm	ارتفاع آج طولی	۳-۱۱، ۲-۳-۱۰
a_m	mm	ارتفاع آج عرضی در نقطه میانی یا عمق تورفتگی در مرکز	۳-۱۱، ۲-۳-۱۱، شکل ۶، ۱-۴-۱۱، ۲-۴-۱۱
a_{max}^a	mm	بیشینه ارتفاع آج عرضی یا عمق تورفتگی	۱-۱-۳-۱۰
$a_{s,i}$	mm	میانگین ارتفاع قسمت i ام از یک آج که به p قسمت به طول Δl تقسیم شده است یا میانگین عمق قسمت i ام یک تورفتگی که به p قسمت به طول Δx تقسیم	شکل ۶، ۱-۳-۱۱، ۱-۴-۱۱

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل دسترسی است.

نماد	یکا	شرح	ارجاعات در این استاندارد
		شده است	
$a_{1/4}$	mm	ارتفاع آج عرضی در نقطه یک چهارم یا عمق تورفتگی در نقطه یک چهارم طول آن‌ها	۲-۴-۱۱، ۲-۳-۱۱، ۲-۱-۳-۱۰
$a_{3/4}$	mm	ارتفاع آج عرضی در نقطه سه چهارم یا عمق تورفتگی در نقطه سه چهارم طول آن‌ها	۲-۴-۱۱، ۲-۳-۱۱، ۲-۱-۳-۱۰
A	%	درصد ازدیاد طول نسبی بعد از شکست	۳-۵، ۱-۵
A_g	%	درصد افزایش طول پلاستیک در بیشینه نیرو (F_m)	۳-۵
A_{gt}	%	درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو (F_m)	۵
A_r	%	درصد ازدیاد طول یکنواخت بعد از شکست	۳-۵
b	mm	پهنای آج عرضی در نقطه میانی یا پهنای تورفتگی	۸-۳-۱۰
c	mm	فاصله بین دو آج عرضی یا تورفتگی مجاور (گام)	شکل ۶، ۳-۳-۱۰، ۳-۱۱
d	mm	قطر اسمی میله، مفتول یا سیم	شکل ۳، ۳-۵، ۳-۸، ۲-۴-۸، ۷-۴-۱۱، ۳-۸-۴-۱۱، ۳-۱۱، ۴-۱۱، جدول ۱، ۸-۴-۳-۱۳
D	mm	قطر سنبه دستگاه خمش در آزمون خمش یا خمش مجدد	شکل ۲، ۳-۶، ۲-۳-۷
e	mm	میانگین فاصله بین دو انتهای دو آج عرضی یا تورفتگی مقابل هم	شکل ۶، ۲-۳-۱۱، ۵-۳-۱۰، شکل ۷
f	Hz	بسامد چرخه‌های بارگذاری در آزمون خستگی با نیروی محوری	۱-۸، ۳-۴-۸، جدول ۱
f_P	--	سطح نسبی تورفتگی	۱۱
f_R	--	سطح نسبی آج	۱۱
F_m	N	بیشینه نیرو در آزمون کشش	۳-۵
F_P	mm ²	مساحت سطح مقطع طولی یک تورفتگی	۱-۴-۱۱
F_r	N	گستره نیرو در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۳-۴-۸، ۲-۴-۸، ۳-۸، ۱-۸
F_R	mm ²	مساحت سطح مقطع طولی یک آج	شکل ۶، ۱-۳-۱۱
F_{up}	N	نیروی بالایی در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۳-۴-۸، ۲-۴-۸، ۳-۸، ۱-۸
l	mm	طول آج عرضی در فصل مشترک آج - هسته	شکل ۶
n, m, q, p	--	مقادیر استفاده شده در فرمول‌های F_P و F_R ، f_P ، f_R	۴-۱۱، ۳-۱۱
P	mm	اندازه گام آج طولی میله‌های سرد تابیده شده	۳-۱۱، ۴-۳-۱۰
r_1	mm	فاصله بین فک‌ها و طول مبنا در اندازه‌گیری دستی A_{gt}	۳-۵
r_2	mm	فاصله بین محل شکست و طول مبنا در اندازه‌گیری دستی A_{gt}	۳-۵
R_{eH}	MPa	استحکام تسلیم بالایی	۳-۵
R_m	MPa	استحکام کششی	۳-۵
$R_{p0.2}$	MPa	استحکام تسلیم قراردادی ۰.۲٪، افزایش طول پلاستیک	۳-۵ و ۲-۵

نماد	یکا	شرح	ارجاعات در این استاندارد
S_n	mm^2	مساحت سطح مقطع اسمی میله، مفتول یا سیم	۲-۴-۸
x	mm	طول یک تورفتگی	شکل ۷
α	$^\circ$	زاویه انحراف آج عرضی	۷-۳-۱۰
β	$^\circ$	زاویه بین محور آج عرضی یا تورفتگی و محور میله، مفتول یا سیم	۱۰-۳-۱، ۱۰-۳-۶، شکل ۱۱-۳، ۱۱-۴
γ	$^\circ$	زاویه خم کاری در آزمون خمشی یا خمشی مجدد	۶-۳، شکل ۴، ۷-۳-۲
Δl	mm	قسمت افزایشی طول آج عرضی در فصل مشترک آج - هسته	۱۱-۳-۱، شکل ۶
Δx	mm	قسمت افزایشی یک تورفتگی	۱۱-۴-۱
δ	$^\circ$	زاویه خم کاری مجدد در آزمون خمشی مجدد	شکل ۴، ۷-۳-۴
λ	-	ضریب تجربی در فرمول تجربی f_P, f_R	۱۱-۳-۲، ۱۱-۴-۲
φ	-	ضریب تجربی در فرمول f_R برای آج یکنواخت	۱۱-۳-۲
$2\sigma_a$	MPa	گستره تنش در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۲-۴-۸
$\sigma_{\max}$	MPa	بیشینه تنش در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۲-۴-۸
$\sum e_i$	mm	مجموعه قسمت‌هایی از محیط دایره فاقد آج عرضی یا تورفتگی عرضی	۱۰-۳-۵، ۱۱-۳-۲، ۱۱-۴-۲
یادآوری - $1\text{MPa} = 1\text{N/mm}^2$			
^a در بعضی از استانداردهای محصول، نماد h نیز برای این پارامتر استفاده می‌شود.			

۴ شرایط عمومی قطعه‌های آزمون

قطعه آزمون باید از میله، مفتول یا سیم در شرایط تحویل تهیه شود، مگر آنکه در استاندارد محصول یا طبق توافقات به گونه دیگری مشخص شده باشد.

در مورد نمونه برداری از کلاف (مفتول یا سیم)، قطعه آزمون قبل از هرگونه آزمون باید با عملیات خمشی با کمترین مقدار تغییر شکل پلاستیک راست شود.

یادآوری ۱- راست بودن قطعه آزمون در آزمون کشش در دمای اتاق، آزمون کشش در دمای پایین، آزمون خستگی با بارگذاری محوری و آزمون بارگذاری غیرارتجاعی چرخه‌ای حائز اهمیت و الزامی است. روش‌های راست کردن قطعه آزمون (دستی، ماشینی) باید در گزارش آزمون آورده شود.

در مورد آزمون‌های متداول برنامه‌ریزی شده توسط سازندگان فولادهای تسلیح کننده بتن، توصیه می‌شود اطلاعات آزمون، شامل شرایط قطعه آزمون و روش راست کردن آن در مستندات داخلی تشریح شوند.

برای تعیین خواص مکانیکی در آزمون کشش در دمای اتاق، آزمون کشش در دمای پایین، آزمون خستگی با بارگذاری محوری و آزمون بارگذاری غیرارتجاعی چرخه‌ای، با توجه به الزامات استاندارد

محصول، قطعه‌آزمون را (پس از راست کردن در صورت انجام) می‌توان تحت عملیات پیرسازی مصنوعی قرار داد.

در صورتی که پیرسازی مشخص شده باشد ولی استاندارد محصول، نوع عملیات پیرسازی را تعیین نکرده باشد، اعمال شرایط زیر توصیه می‌شود:

قطعه‌آزمون تا دمای 100°C حرارت داده شده و در $10^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ به مدت ۶۰ min الی ۷۵ min نگهداری و سپس در هوای ساکن تا دمای محیط سرد شود.

یادآوری ۲- بسته به شرایط (تعداد قطعه‌های آزمون، قطر قطعه‌های آزمون و نوع دستگاه حرارت‌دهنده)، مدت زمان حرارت‌دهی متفاوتی موردنیاز خواهد بود تا دمای قطعه‌آزمون به 100°C برسد. کمینه زمانی که می‌توان فرض نمود تا قطعه‌های آزمون به دمای کاری آون/ حمام برسند، ۴۰ min است، مگر آن‌که مدت زمان دیگری به اثبات رسیده باشد.

در صورت انجام عملیات پیرسازی بر روی قطعه‌آزمون، شرایط عملیات باید در گزارش آزمون آورده شود.

۵ آزمون کشش در دمای اتاق

۵-۱ قطعه آزمون

علاوه بر شرایط عمومی ذکر شده در بند ۴، طول آزاد قطعه‌آزمون برای تعیین درصد ازدیاد طول نسبی بعد از شکست یا درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو باید مطابق با زیربند ۵-۳ به اندازه کافی باشد.

در صورت محاسبه دستی درصد ازدیاد طول نسبی بعد از شکست (A) قطعه‌آزمون باید قبل از آزمون مطابق با استاندارد ISO 6892-1 نشانه‌گذاری شود.

در صورت تعیین درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو (A_{gt}) به روش دستی، باید نشانه‌هایی بر روی طول آزاد قطعه‌آزمون با فواصل مساوی ایجاد شود (به استاندارد ISO 6892-1 مراجعه شود). فاصله بین نشانه‌ها با توجه به قطر قطعه‌آزمون باید ۲۰ mm، ۱۰ mm یا ۵ mm باشد.

۵-۲ تجهیزات آزمون

دستگاه آزمون باید مطابق با استاندارد ISO 7500-1 با کمینه رده 1 تصدیق و کالیبره شده باشد. در صورت استفاده از اکستنسومتر^۱ برای تعیین $R_{p0.2}$ باید از class 1 و برای تعیین A_{gt} می‌توان از class 2، مطابق با استاندارد ISO 9513 استفاده نمود.

1- Extensometer

هرنوع اکستنسومتر مورد استفاده برای تعیین درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو (A_{gt}) باید دارای کمینه طول مبنای ۱۰۰ mm باشد. اندازه طول مبنای باید در گزارش آزمون آورده شود.

۵-۳ روش اجرای آزمون

آزمون کشش باید مطابق با استاندارد ISO 6892-1 انجام شود. برای تعیین $R_{p0.2}$ اگر قسمت خطی نمودار نیرو-افزایش طول، واضح نباشد یا محدود باشد، باید یکی از روش‌های زیر به کار برده شود:

الف- روش اجرایی توصیه شده در استاندارد ISO 6892-1:

ب- خطی که نقاط $0.2 F_m$ و $0.5 F_m$ را به هم متصل می‌کند، باید به عنوان قسمت خطی نمودار نیرو-افزایش طول در نظر گرفته شود.

F_m را می‌توان به عنوان نیروی متناظر با استحکام کششی اسمی داده شده در استاندارد محصول پیش‌تعریف کرد.

درمورد فولادهای زنگ‌نزن، می‌توان مقادیر دیگری غیر از آنچه در بالا برای فولادهای کربنی ذکر شد، با مقادیر مناسب ارائه شده در استاندارد محصول یا توافق بین طرف‌های ذی‌نفع جایگزین کرد. در موارد اختلاف نتایج، باید روش دوم به کار رود.

اگر اختلاف شیب این خط با مقدار تئوری مدول الاستیسیته بیشتر از ۱۰٪ باشد، نتایج آزمون می‌تواند نامعتبر قلمداد شود.

برای محاسبه خواص کششی (R_{eH} یا $R_{p0.2}$ و R_m) سطح مقطع اسمی قطعه آزمون باید به کار برده شود، مگر آن‌که در استاندارد محصول به صورت دیگری مشخص شده باشد.

اگر شکست در ناحیه فک‌ها رخ دهد یا فاصله خط شکست تا فک‌ها کمتر از ۲۰ mm یا d (هر کدام که بزرگ‌تر است) باشد، آزمون را می‌توان نامعتبر تلقی نمود.

برای تعیین درصد ازدیاد طول نسبی بعد از شکست (A)، طول مبنای اولیه باید پنج برابر قطر اسمی (d) قطعه آزمون باشد، مگر آنکه در استاندارد محصول به گونه‌ای دیگر مشخص شده باشد. در موارد اختلاف، باید A به روش دستی تعیین شود.

درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو (A_{gt}) باید با استفاده از اکستنسومتر یا روش دستی تشریح شده در این استاندارد تعیین شود.

در صورت تعیین A_{gt} با استفاده از اکستنسومتر، باید روش ذکر شده در استاندارد ISO 6892-1 همراه با اصلاحات زیر به کار رود.

A_{gt} باید قبل از آن‌که نیرو بیش از ۰.۲٪ از مقدار بیشینه خود افت کند، ثبت شود.

یادآوری- این شرط با هدف جلوگیری از به دست آمدن مقادیر متفاوت با روش‌های مختلف (روش دستی در مقابل اکستنسومتر) وضع شده است. به تجربه روشن گردیده است که با استفاده از اکستنسومتر مقدار A_{gt} به طور متوسط کمتر از اندازه‌گیری دستی به دست می‌آید.

در صورت تعیین A_{gt} بعد از شکست به روش دستی، این مقدار باید با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

$$A_{gt} = A_r + R_m / 2000 \quad (1)$$

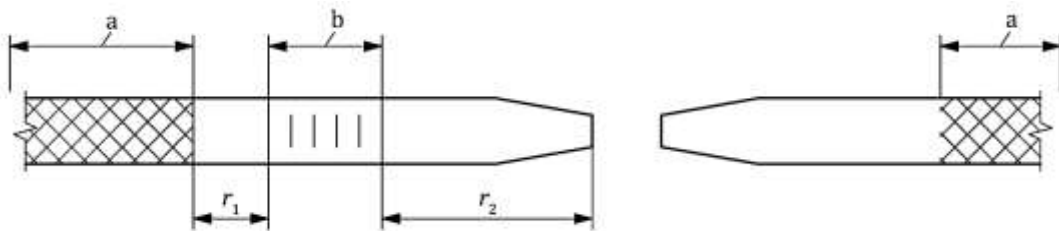
که در آن:

A_r درصد ازدیاد طول نسبی یکنواخت بعد از شکست می‌باشد.

در مورد فولادهای زنگ نزن، توصیه می‌شود مقدار ۲۰۰۰ در فرمول (۱) با مقدار مناسب ارائه شده در استاندارد محصول یا توافق بین طرف‌های ذی‌نفع جایگزین شود.

اندازه‌گیری A_r باید مانند اندازه‌گیری A (به استاندارد ISO 6892-1 مراجعه شود) بر روی قسمت شکسته شده بزرگ‌تر قطعه آزمون با طول مبنای ۱۰۰ mm، تا حد امکان نزدیک به سطح شکست اما در محدوده r_2 که کمینه ۵۰ mm یا $2d$ (هر کدام که بزرگ‌تر است) از محل شکست فاصله داشته باشد، انجام شود. اگر فاصله بین فک و طول مبنا (r_1) کمتر از ۲۰ mm یا d (هر کدام که بزرگ‌تر است) باشد، اندازه‌گیری را می‌توان نامعتبر تلقی نمود (به شکل ۱ مراجعه شود).

در موارد اختلاف، باید روش دستی به کار رود.



راهنما:

a طول فک

b طول مبنا ۱۰۰ mm

شکل ۱- اندازه‌گیری درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو (A_{gt}) به روش دستی

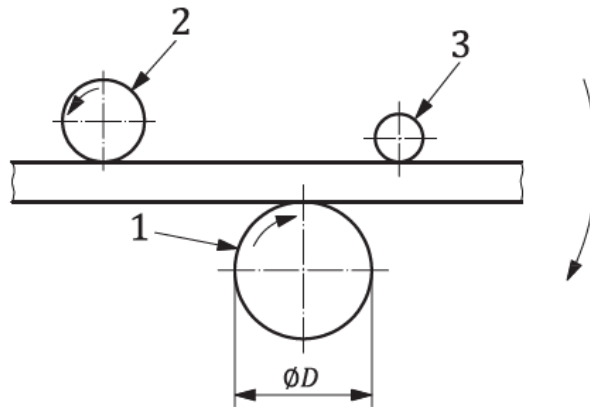
۶ آزمون خمش

۱-۶ قطعه آزمون

شرایط عمومی قطعه آزمون در بند ۴ آورده شده است.

۲-۶ تجهیزات آزمون

۱-۲-۶ برای انجام آزمون خمش باید از دستگاه خمش که اصول کار آن در شکل ۲ نشان داده شده است، استفاده نمود.



راهنما:

1 سنبه

2 نگه‌دارنده

3 حامل

شکل ۲- نمایش از اصول کار دستگاه خمش

یادآوری- این شکل حالتی را نشان می‌دهد که سنبه و نگه‌دارنده می‌چرخند و حامل دوران ندارد. در حالات دیگر ممکن است حامل بچرخد و سنبه یا نگه‌دارنده دوران نداشته باشند.

۲-۲-۶ در آزمون خمش هم‌چنین می‌توان از دستگاهی با یک سنبه و چند نگه‌دارنده استفاده کرد (برای مثال به استاندارد ISO 7438 مراجعه شود).

۳-۶ روش اجرای آزمون

آزمون خمش باید در دمای بین 10°C تا 35°C انجام شود، مگر آن‌که به‌گونه دیگری بین طرف‌های ذی‌نفع توافق شده باشد.

برای آزمون در دمای پایین اگر در توافق بین طرف‌های ذی‌نفع همه شرایط آزمون مشخص نشده باشد، بهتر است انحراف از دمای توافق شده $\pm 2^{\circ}\text{C}$ باشد. توصیه می‌شود قطعه‌آزمون در محیط سرد کننده برای مدت زمان کافی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که تمام قسمت‌های آن به دمای مورد نیاز رسیده است (برای مثال کمینه 10 min در محیط مایع یا کمینه 30 min در محیط گازی). توصیه می‌شود آزمون خمش بیشینه 5 s بعد از خروج قطعه‌آزمون از محیط سرد کننده شروع شود. همچنین توصیه می‌شود وسیله حمل‌کننده به‌گونه‌ای طراحی و استفاده گردد که دمای قطعه‌آزمون در بازه دمایی مورد نیاز باقی بماند.

قطعه‌آزمون باید بر روی سنبه خم شود.

در حالت آزمون میله‌های گرم نوردیده رزوه شده، سنبه خمش باید بر روی قسمت تخت طولی میله قرار گیرد، مگر آن که در استاندارد محصول یا توافق بین طرف‌های ذی‌نفع طور دیگری بیان شده باشد.

زاویه خمش (γ) و قطر سنبه (D) باید مطابق با استاندارد محصول مربوطه باشند.

۴-۶ تفسیر نتایج آزمون

نتایج آزمون خمش باید مطابق الزامات استاندارد محصول مربوطه تفسیر شود.

اگر در استاندارد محصول چنین الزاماتی ذکر نشده باشد، در آن صورت عدم مشاهده ترک‌ها با چشم غیرمسلح یا چشم با دید اصلاح شده، باید دلیل بر استقامت قطعه‌آزمون در آزمون خمش در نظر گرفته شود.

بریدگی‌های سطحی نرم ممکن است در ریشه آج‌ها یا تورفتگی‌ها ایجاد شود که به عنوان موردی برای مردود شدن قطعه‌آزمون نیست. اگر عمق بریدگی بزرگ‌تر از پهنای آن نباشد، این بریدگی را می‌توان سطحی در نظر گرفت.

۷ آزمون خمش مجدد

۱-۷ قطعه‌آزمون

شرایط عمومی قطعه آزمون ارائه شده در بند ۴ اعمال می‌شود.

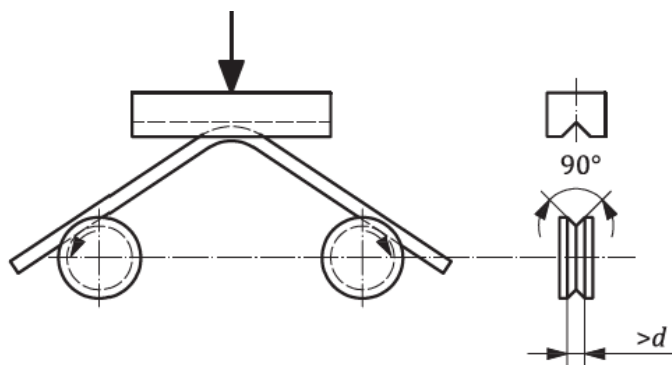
۲-۷ تجهیزات آزمون

۱-۲-۷ دستگاه خمش

برای انجام آزمون خمش باید از دستگاه خمش مطابق با زیربند ۶-۲ استفاده شود.

۲-۲-۷ دستگاه خمش مجدد

آزمون خمش مجدد را می‌توان با یک دستگاه خمش مطابق با شکل ۲ انجام داد. نمونه‌ای از دستگاه خمش مجدد جایگزین در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- نمونه‌ای از دستگاه خمش مجدد

۳-۷ روش اجرای آزمون

۱-۳-۷ کلیات

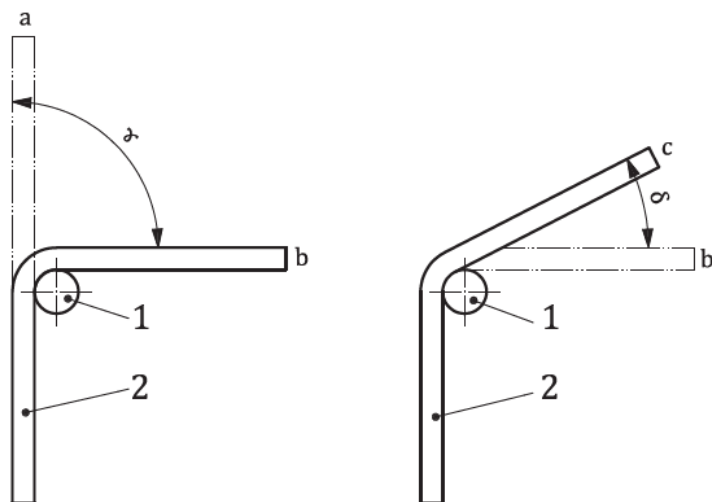
روش اجرای آزمون خمش مجدد شامل سه مرحله زیر است:

الف- خمش؛

ب- پیرسازی مصنوعی؛

پ- خمش مجدد.

روش اجرای آزمون در شکل ۴ نشان داده شده است.



راهنما:

1 سنبه

2 قطعه آزمون

a موقعیت اولیه قطعه آزمون

b موقعیت قطعه آزمون بعد از انجام مراحل مطابق با زیربند ۲-۳-۷

c موقعیت قطعه آزمون بعد از انجام مراحل مطابق با زیربند ۴-۳-۷

شکل ۴- نمایی از روش اجرای آزمون خمش مجدد

۷-۳-۲ خمش

این آزمون باید در دمای 10°C تا 35°C انجام شده و قطعه آزمون بر روی سنبه خم شود. در حالت آزمون میله‌های گرم نوردیده رزوه شده، سنبه خمش باید بر روی قسمت تخت طولی میله قرار گیرد، مگر آنکه در استاندارد محصول یا توافق بین طرف‌های ذی‌نفع طور دیگری بیان شده باشد. زاویه خم کاری (γ) و قطر سنبه (D) باید مطابق با استاندارد محصول باشد. قطعه آزمون باید با دقت جهت بررسی ترک‌ها و شکاف‌ها با چشم غیرمسلح یا چشم اصلاح شده بازرسی گردد.

۷-۳-۳ پیرسازی مصنوعی

دما و مدت زمان پیرسازی مصنوعی باید مطابق با استاندارد محصول باشد. اگر در استاندارد محصول هیچ‌گونه عملیات پیرسازی مشخص نشده باشد، توصیه می‌شود شرایط مشخص شده در بند ۴ اعمال شود.

۷-۳-۴ خمش مجدد

قطعه آزمون باید بعد از سرد شدن در هوای ساکن تا دمای بین 10°C تا 35°C ، تحت زاویه مشخص (δ) مطابق با استاندارد محصول در جهت مخالف خم شود.

۷-۴ تفسیر نتایج آزمون

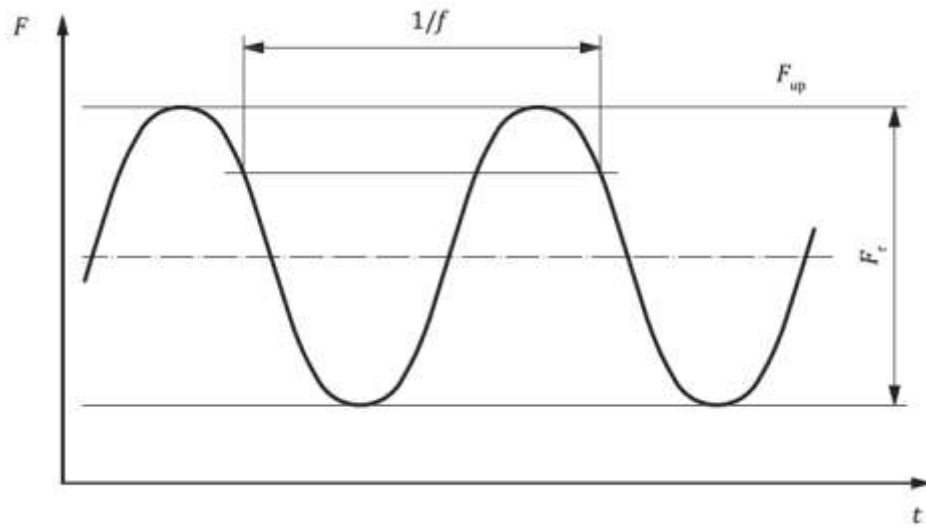
نتایج آزمون خمش مجدد باید مطابق الزامات استاندارد محصول تفسیر شود. اگر چنین الزاماتی ذکر نشده باشد، در آن صورت عدم مشاهده ترک‌ها با چشم غیرمسلح یا دید اصلاح شده باید دال بر استقامت قطعه آزمون در آزمون خمش مجدد در نظر گرفته شود. ممکن است بریدگی‌های سطحی نرم در ریشه آج‌ها یا تورفتگی‌ها ایجاد شود که به‌عنوان موردی برای مردود شدن نمونه نیست. اگر عمق بریدگی بزرگ‌تر از پهنای آن نباشد، این بریدگی را می‌توان سطحی در نظر گرفت.

۸ آزمون خستگی با بارگذاری محوری

۸-۱ اصول آزمون

در آزمون خستگی با بار محوری، قطعه آزمون تحت اعمال نیروی کشش محوری قرار می‌گیرد که در محدوده الاستیک به‌طور متناوب مطابق با یک شکل موج سینوسی با بسامد ثابت f تغییر

می‌کند (به شکل ۵ مراجعه شود). آزمون تا هنگام خرابی قطعه آزمون یا رسیدن به تعداد چرخه‌های بارگذاری مشخص شده در استاندارد محصول بدون خرابی قطعه آزمون ادامه می‌یابد.



راهنما:

F نیرو
 t زمان

F_{up} مقدار بالایی F
 F_r گستره F در هر چرخه
 $1/f$ یک چرخه

شکل ۵- نمودار چرخه بارگذاری در آزمون خستگی

۲-۸ قطعه آزمون

شرایط عمومی قطعه آزمون در بند ۴ آورده شده است. برای راست کردن قطعه آزمون می‌توان از دستگاه راست‌کننده‌ای که در کارخانه ساخت فولادهای تسلیح‌کننده بتن به کار می‌رود، استفاده نمود.

سطح طول آزاد بین فک‌ها نباید در معرض هیچ‌گونه عملیات سطحی قرار گیرد. این طول باید کمینه ۱۴۰ mm یا ۱۴d (هر کدام که بزرگ‌تر است) باشد.

۳-۸ تجهیزات آزمون

دستگاه آزمون خستگی باید مطابق با استانداردهای ISO 4965-1 و ISO 4965-2 یا استاندارد ISO 7500-1 کالیبره شود. خطای نسبی درستی آن باید کوچکتر یا مساوی $\pm 1\%$ باشد. همچنین دستگاه آزمون خستگی باید قابلیت نگهداری نیروی بالایی (F_{up}) را با رواداری $\pm 2\%$ و گستره نیرو (F_r) در محدوده $\pm 4\%$ از مقادیر مشخص شده، داشته باشد.

۴-۸ روش اجرای آزمون

۱-۴-۸ شرایط قطعه آزمون

قطعه آزمون باید به صورتی که نیرو فقط به صورت محوری منتقل شود، در دستگاه بسته شود و نباید تحت هیچ گونه گشتاور خمشی در امتداد خود باشد.

۲-۴-۸ نیروی بالایی (F_{up}) و گستره نیرو (F_r)

نیروی بالایی (F_{up}) و گستره نیرو (F_r) باید در استاندارد محصول مربوطه مشخص شده باشد. یادآوری- مقادیر نیروی بالایی (F_{up}) و گستره نیرو (F_r) را می توان با استفاده از بیشینه تنش (σ_{max}) و گستره تنش ($2\sigma_a$) که مقادیر آن ها در استاندارد مربوطه مشخص شده است، با فرمول های (۲) و (۳) محاسبه نمود:

$$F_{up} = \sigma_{max} \times S_n \quad (۲)$$

$$F_r = 2\sigma_a \times S_n \quad (۳)$$

که در آن: S_n عبارت است از مساحت سطح مقطع اسمی میلگرد، مفتول یا سیم.

۳-۴-۸ پایداری نیرو و بسامد

آزمون باید تحت شرایط پایداری نیروی بالایی (F_{up})، گستره نیرو (F_r) و بسامد (f) انجام پذیرد و نباید وقفه عمدی در چرخه بارگذاری در مدت زمان آزمون به وجود آید. به هر حال ادامه آزمونی که به طور تصادفی و ناگهانی متوقف شده باشد، مجاز است. هرگونه وقفه باید در گزارش آزمون آورده شود. یک آزمون متوقف شده را می توان نامعتبر تلقی نمود.

۴-۴-۸ شمارش چرخه های بارگذاری

تعداد کل چرخه های بارگذاری، باید از اولین چرخه کامل بارگذاری شمرده شود.

۵-۴-۸ بسامد

بسامد چرخه های بارگذاری در مدت زمان آزمون و همچنین در طی یک سری آزمون با شرایط یکسان، باید ثابت باشد. مقدار این بسامد باید بین ۱ Hz تا ۲۰۰ Hz باشد.

۶-۴-۸ دما

دمای قطعه آزمون نباید از ۴۰ °C در طول مدت آزمون بیشتر شود. همچنین دمای آزمایشگاه باید بین ۱۰ °C تا ۳۵ °C باشد، مگر آن که به گونه ای دیگر تعیین شده باشد.

۸-۴-۷ اعتبار آزمون

در صورت شکست قطعه آزمون در فک‌ها یا در فاصله $2d$ از فک‌ها، یا شروع شکست در قسمت‌های خاصی از قطعه آزمون، آزمون را می‌توان نامعتبر قلمداد نمود.

۹ آنالیز شیمیایی

به‌طور کلی ترکیب شیمیایی با روش طیف‌سنجی^۱ تعیین می‌شود. در صورت اختلاف نظر در مورد روش‌های آنالیز، ترکیب شیمیایی باید با یک روش مرجع مناسب که در یکی از استانداردهای بین‌المللی مربوطه مشخص شده است، تعیین شود.

یادآوری- فهرستی از استانداردهای بین‌المللی برای تعیین ترکیب شیمیایی در کتاب‌نامه آورده شده است.

۱۰ اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی

۱-۱۰ قطعه آزمون

شرایط عمومی قطعه آزمون ارائه شده در بند ۴ به کار گرفته می‌شود. برای اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی مطابق با زیربند ۱۰-۳ طول قطعه آزمون باید مناسب باشد.

۲-۱۰ تجهیزات آزمون

مشخصه‌های هندسی باید توسط ابزاری با کمینه درستی زیر اندازه‌گیری شود:

– 0.1 mm برای اندازه‌گیری ارتفاع آج‌های طولی یا عرضی و عمق تورفتگی‌ها برای اندازه‌های 1 mm یا کمتر؛

– 0.2 mm برای اندازه‌گیری ارتفاع آج‌های عرضی یا طولی و عمق تورفتگی‌ها برای اندازه‌های بزرگ‌تر از 1 mm ؛

– 0.5 mm برای اندازه‌گیری فاصله بین دو انتهای دو آج عرضی یا تورفتگی مجاور هم؛

– 0.5 mm برای اندازه‌گیری فاصله بین آج‌های عرضی یا تورفتگی‌ها (به زیربند ۱۰-۳-۳ مراجعه شود)، یا فاصله بین دو نقطه متناظر آج طولی میله‌های سرد تابیده شده (به زیربند ۱۰-۳-۴ مراجعه شود)، وقتی هدف تعیین گام باشد؛

– یک درجه برای اندازه‌گیری شیب بین آج عرضی یا تورفتگی با محور طولی میله، مفتول یا سیم یا شیب کناره آج.

1-Spectrometric

در صورت اختلاف نظر، باید از ابزارهای اندازه‌گیری مرسوم خوانش مستقیم مانند کولیس یا عمق‌سنج استفاده کرد.

۱۰-۳ روش اجرای آزمون

۱۰-۳-۱ ارتفاع آج‌های عرضی یا عمق تورفتگی‌ها

۱۰-۳-۱-۱ مقدار بیشینه ($a_{\max}$)

بیشینه ارتفاع آج‌های عرضی یا عمق تورفتگی‌ها ($a_{\max}$) باید به صورت میانگین بیشینه ارتفاع آج‌های عرضی یا بیشینه عمق تورفتگی‌ها در ردیف‌های مختلف تعیین شود. میانگین بیشینه ارتفاع یا میانگین بیشینه عمق در هر ردیف باید از دست کم سه اندازه‌گیری آج عرضی یا تورفتگی مجزا که برای تعیین مشخصات میله، مفتول یا سیم استفاده نشده‌اند، تعیین شود.

اگر در یک ردیف، زوایای آج عرضی یا تورفتگی (β) متفاوتی نسبت به محور طولی میله، مفتول یا سیم وجود داشته باشد، باید برای هر زاویه آج عرضی یا تورفتگی دست کم سه اندازه‌گیری مجزای آج عرضی یا تورفتگی انجام شود.

۱۰-۳-۱-۲ تعیین مقادیر در موقعیت‌های مشخص شده

ارتفاع آج‌های عرضی یا عمق تورفتگی‌ها در موقعیت‌های مشخص شده مانند نقطه یک چهارم، نقطه میانی، یا نقطه سه چهارم که به ترتیب با $a_{1/4}$ ، a_m و $a_{3/4}$ نشان داده می‌شود، باید به صورت مقدار میانگین ارتفاع‌های متوسط آج عرضی یا عمق‌های متوسط تورفتگی در این موقعیت‌ها در هر ردیف متفاوت تعیین شود. ارتفاع متوسط یا عمق متوسط در این موقعیت برای هر ردیف باید با کمینه سه اندازه‌گیری بر روی آج‌های عرضی یا تورفتگی‌های مجزا که قبلاً برای تعیین مشخصات میله، مفتول یا سیم استفاده نشده‌اند، محاسبه شود.

۱۰-۳-۲ ارتفاع آج‌های طولی (a')

ارتفاع آج‌های طولی (a') باید به صورت مقدار میانگین ارتفاع‌های متوسط همه آج‌های طولی تعیین شود. ارتفاع متوسط هر آج طولی باید با کمینه سه اندازه‌گیری ارتفاع در سه موقعیت مختلف اندازه‌گیری شود.

۱۰-۳-۳ تعیین گام آج یا تورفتگی عرضی (c)

فاصله آج‌ها یا تورفتگی‌های عرضی (c) باید به صورت مقدار میانگین گام متوسط آج‌ها یا تورفتگی‌های عرضی در ردیف‌های مختلف تعیین شود.

برای هر ردیف، فاصله آج‌ها یا تورفتگی‌های عرضی (c) باید از تقسیم یک طول اندازه‌گیری شده بر تعداد فاصله بین آج‌ها یا بر تعداد برآمدگی‌های بین تورفتگی‌های موجود در آن طول به دست آید.

طول اندازه‌گیری شده فاصله مرکز یک آج یا تورفتگی و مرکز آج یا تورفتگی دیگر با زاویه آج یا تورفتگی عرضی یکسان بر روی همان ردیف در امتداد یک خط راست و موازی با محور طولی قطعه‌آزمون در نظر گرفته می‌شود.

این طول باید:

- کمینه شامل ۱۰ فاصله آج یا برآمدگی بین تورفتگی باشد، یا

- شامل طول یک گام برای میله‌های سرد تابیده شده باشد.

۱۰-۳-۴ تعیین گام آج طولی (P)

گام (P) میله‌های سرد تابیده شده باید برای هر آج طولی، به صورت میانگین فاصله‌های بین دو نقطه متشابه متوالی از یک آج طولی روی خط طولی یکسان، تعیین شود.

۱۰-۳-۵ ناحیه فاقد آج عرضی یا تورفتگی از محیط مقطع محصول ($\sum e_i$)

ناحیه فاقد آج عرضی یا تورفتگی از محیط مقطع محصول ($\sum e_i$) باید از مجموع فاصله متوسط (e) بین دو انتهای دو آج عرضی یا ردیف فرورفتگی روبروی هم تعیین شود. برای تعیین فاصله متوسط (e) باید حداقل سه اندازه‌گیری انجام شود.

۱۰-۳-۶ زاویه شیب آج یا تورفتگی عرضی (β)

زاویه آج یا تورفتگی عرضی (β) نسبت به محور طولی میله، مفتول یا سیم باید به صورت میانگین زوایای جداگانه اندازه‌گیری شده برای هر ردیف از آج‌ها یا تورفتگی‌ها با زاویه اسمی مشابه تعیین شود.

۱۰-۳-۷ شیب کناره آج عرضی (α)

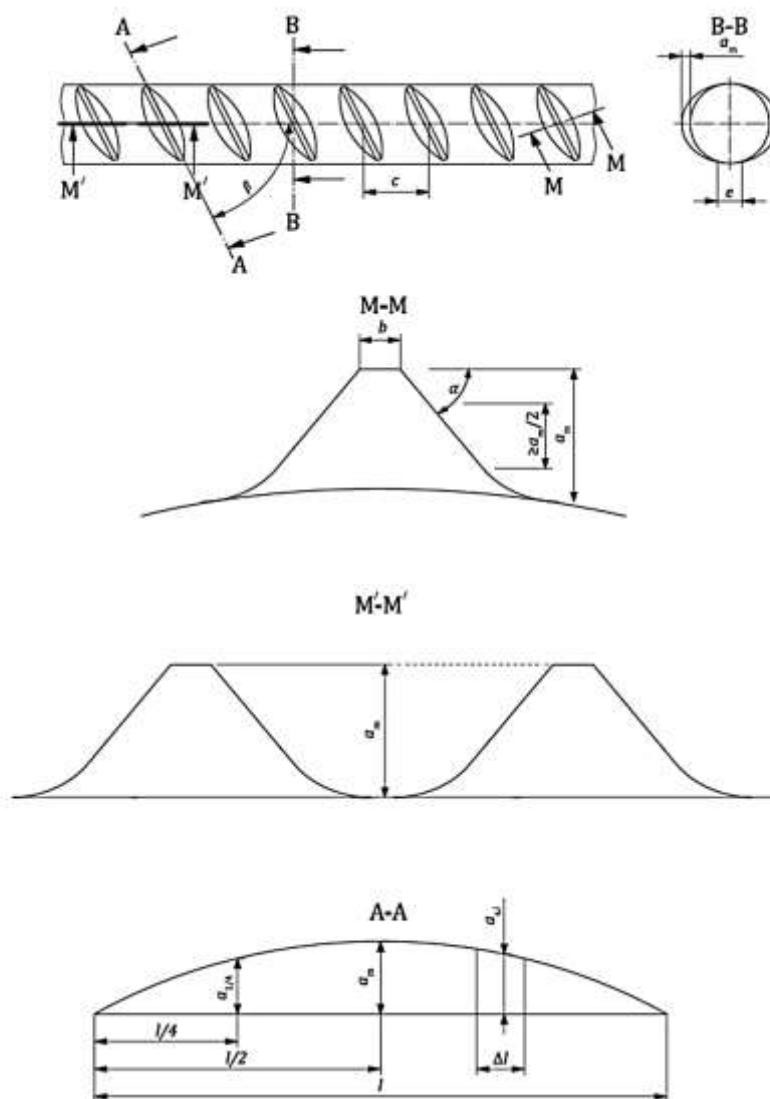
شیب کناره هر آج عرضی (α) باید به صورت میانگین شیب‌های مجزا روی یک طرف آج‌ها بر روی کمینه ۲ آج عرضی متفاوت در هر ردیف مطابق شکل ۶ بر روی نمونه‌هایی که قبلاً برای تعیین مشخصات میله، مفتول یا سیم استفاده نشده‌اند، تعیین شود.

شیب کناره آج عرضی (α) باید با تعیین خطی با بهترین تطبیق بین دو نقطه روی شیب اندازه‌گیری شود. این دو نقطه باید به اندازه کافی از هم فاصله داشته باشند تا زاویه شیب مشخص شود، اما نباید در ابتدا و انتهای شیب آج انتخاب شوند. این روش برای نمونه در شکل ۶ نشان داده شده است.

۸-۳-۱۰ پهنای آج عرضی یا پهنای تورفتگی (b)

در صورتی که در استاندارد محصول ذکر نشده باشد، پهنای آج عرضی (b) باید به صورت میانگین سه اندازه‌گیری روی هر ردیف در نقطه میانی آج عمود بر محور آج تعیین شود. فقط آج‌هایی که برای تعیین مشخصات استفاده نشده‌اند، باید در نظر گرفته شوند.

پهنای تورفتگی (b) باید به صورت میانگین سه اندازه‌گیری روی هر ردیف موازی با محور طولی میله، مفتول یا سیم در امتداد خط تقاطع تورفتگی در سطح زمینه میله، مفتول یا سیم تعیین شود.



یادآوری - مقطع A-A تصویر سطح آج عرضی می‌باشد.

شکل ۶- تعیین شیب کناره آج (α) و تعیین مساحت سطح مقطع طولی یک آج (F_R)

۱۱ تعیین سطح نسبی آج یا تورفتگی (f_R یا f_P)

۱-۱۱ کلیات

تأثیر متقابل بین فولاد و بتن باعث انتقال بار فیما بین می‌شود. عامل عمده در پیوستگی فولاد و بتن، پیوستگی برشی ناشی از آج‌ها یا تورفتگی‌های روی سطح فولاد تسلیح کننده می‌باشد. در مورد فولاد تسلیح کننده دارای آج یا تورفتگی، رفتار پیوستگی می‌تواند با روش‌های متفاوت زیر تعیین شود:

- اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی آج‌ها یا تورفتگی‌ها؛

- اندازه‌گیری تأثیر متقابل بین بتن و فولاد تسلیح کننده در آزمایش بیرون کشیدن یا آزمون تیر.

بر اساس داده‌های هندسی، یک فاکتور پیوستگی تحت عنوان سطح نسبی آج (f_R) یا سطح نسبی تورفتگی (f_P) محاسبه می‌شود.

۲-۱۱ اندازه‌گیری‌ها

سطح نسبی آج یا تورفتگی (f_R یا f_P) باید با استفاده از نتایج اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی حاصل از بند ۱۰ تعیین شود.

۳-۱۱ محاسبه f_R

۱-۳-۱۱ سطح نسبی آج

سطح نسبی آج با فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$f_R = \frac{1}{\pi d} \sum_{i=1}^n \frac{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m F_{R,i,j} \sin B_{i,j}}{c_i} + \frac{1}{P} \sum_{k=1}^q a_k' \quad (4)$$

که در آن:

n تعداد ردیف آج‌های عرضی بر روی محیط دایره؛

m تعداد زوایای متفاوت آج‌های عرضی در هر ردیف؛

q تعداد آج‌های طولی برای میله‌های سرد تابیده شده می‌باشد.

در فرمول بالا عبارت $F_R = \sum_{i=1}^p (a_{s,i} \Delta l)$ مساحت سطح مقطع طولی یک آج (به شکل ۶ مراجعه شود) و $a_{s,i}$ ارتفاع متوسط قسمت i ام از یک آج می‌باشد که به p قسمت به طول Δl تقسیم شده است.

عبارت دوم در این فرمول برای میله‌های سرد تابیده شده به کار می‌رود و باید فقط زمانی در نظر گرفته شود که مقدار آن تا ۳۰٪ مقدار کل f_R باشد.

۱۱-۳-۲ فرمول‌های ساده شده

۱۱-۳-۲-۱ در صورتی که فرمول (۴) به‌طور دقیق با استفاده از دستگاه‌های مخصوص قابل محاسبه نباشد، می‌توان از یک فرمول ساده شده استفاده نمود.

۱۱-۳-۲-۲ مثال‌هایی از فرمول‌های ساده شده برای آج‌های عرضی دوکی شکل در فرمول‌های (۵) تا (۸) آورده شده است.

الف- فرمول شبه دوزنقه^۱

$$f_R = (a_{1/4} + a_m + a_{3/4})(\pi d - \sum e_i) \frac{1}{4\pi dc} + \frac{1}{p} qa \quad (5)$$

ب- فرمول قانون سیمپسون^۲

$$f_R = (2a_{1/4} + a_m + 2a_{3/4})(\pi d - \sum e_i) \frac{1}{6\pi dc} + \frac{1}{p} qa \quad (6)$$

پ- فرمول سهمی^۳

$$f_R = \frac{2a_m}{3\pi dc}(\pi d - \sum e_i) + \frac{1}{p} qa \quad (7)$$

ت- فرمول تجربی^۴

$$f_R = \lambda \frac{a_m}{c} \quad (8)$$

در فرمول (۸) λ یک فاکتور تجربی است که رابطه بین f_R را با $\frac{a_m}{c}$ برای شکل هندسی خاص میله، مفتول یا سیم نشان می‌دهد.

۱۱-۳-۲-۳ مثالی از فرمول ساده شده برای آج‌های عرضی یکنواخت (با ارتفاع ثابت) در فرمول زیر آورده شده است:

$$f_R = (a_{1/4} + a_m + a_{3/4})/3\pi dc \square (\pi d - \varphi \sum e_i) \quad (9)$$

1 - Trapezium formulae
2 - Simpson's rule formulae
3 - Parabola formulae
4 - Empirical formulae

که در آن φ یک فاکتور تجربی است که برای شکل هندسی خاصی از میله، مفتول یا سیم تعیین شده است.

۱۱-۳-۴ مقادیر $a_{1/4}$ ، a_m و $a_{3/4}$ باید مطابق زیربند ۱۰-۳-۱ تعیین شوند.

مقدار Σe_i باید مطابق با زیربند ۱۰-۳-۵ تعیین شود.

۱۱-۳-۳ فرمول مورد استفاده برای محاسبه f_R

فرمول مورد استفاده برای محاسبه f_R باید مطابق با استاندارد محصول باشد و در گزارش آزمون بیان شود.

۱۱-۴ محاسبه f_p

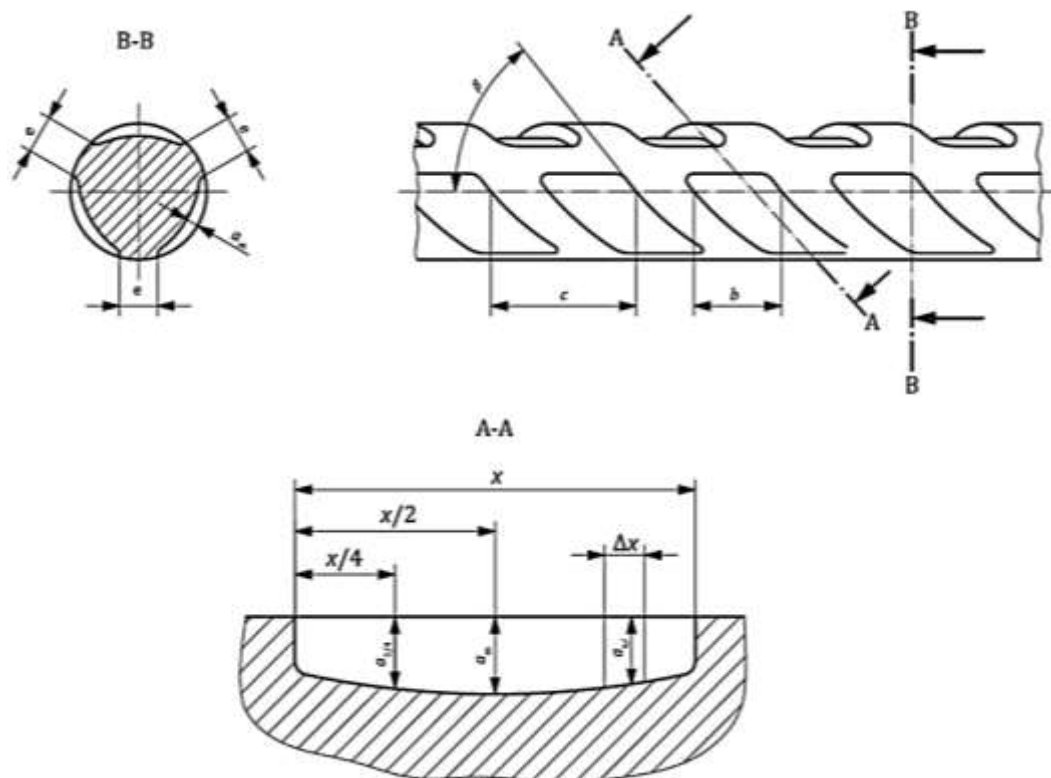
۱۱-۴-۱ سطح نسبی تورفتگی

سطح نسبی تورفتگی با فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$f_p = \frac{1}{\pi d} \sum_{i=1}^n \frac{F_{p,i} \sin \beta_i}{c_i} \quad (10)$$

که در آن n تعداد ردیف‌های تورفتگی می‌باشد.

در فرمول بالا عبارت $F_p = \sum_{i=1}^p (a_{s,i} \Delta x)$ سطح مقطع طولی یک فرورفتگی (به شکل ۷ مراجعه شود) و $a_{s,i}$ عمق متوسط قسمت i ام از یک تورفتگی می‌باشد که به p قسمت به طول Δx تقسیم شده است.



شکل ۷- تعیین مساحت سطح مقطع طولی یک تورفتگی F_p

۱۱-۴-۲ فرمول‌های ساده شده

در صورتی که فرمول عمومی ارائه شده در زیربند ۱۱-۴-۱ به طور دقیق با دستگاه‌های مخصوص قابل محاسبه و اندازه‌گیری نباشد، می‌توان از فرمول‌های ساده شده استفاده نمود. مثال‌هایی از این فرمول‌های ساده شده در فرمول‌های (۱۱) تا (۱۴) آورده شده است.

الف- فرمول شبه دوزنقه:

$$f_p = (a_{1/4} + a_m + a_{3/4})(\pi d - \sum e_i) \frac{1}{4\pi dc} \quad (11)$$

ب- فرمول مستطیلی^۱:

$$f_p = (a_{1/4} + a_m + a_{3/4})(\pi d - \sum e_i) \frac{1}{3\pi dc} \quad (12)$$

پ- فرمول سهمی:

$$f_p = \frac{2a_m}{3\pi dc} (\pi d - \sum e_i) \quad (13)$$

ت- فرمول تجربی:

$$f_p = \lambda \frac{a_m}{c} \quad (14)$$

در فرمول (۱۴) λ یک فاکتور تجربی است که رابطه بین f_p را با $\frac{a_m}{c}$ برای شکل هندسی خاص میله، مفتول یا سیم نشان می‌دهد.

مقادیر $a_{1/4}$ ، a_m و $a_{3/4}$ باید مطابق زیربند ۱۰-۳-۱ و مقدار $\sum e_i$ مطابق زیربند ۱۰-۳-۵ تعیین شوند.

۱۱-۴-۳ فرمول مورد استفاده برای محاسبه f_p

فرمول مورد استفاده برای محاسبه f_p باید مطابق با استاندارد محصول باشد و در گزارش آزمون بیان شود.

۱۲ تعیین انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر

۱۲-۱ قطعه آزمون

برای تعیین انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر باید از آزمون‌های استفاده شود که دو انتهای آن به‌صورت عمود برش خورده باشند.

وجود تغییرات در شکل هندسی آج یا تورفتگی ناشی از نشانه‌گذاری میله، مفتول یا سیم می‌تواند برای تعیین طول قطعه آزمون مدنظر قرار گیرد.

۱۲-۲ درستی اندازه‌گیری

طول و جرم قطعه آزمون باید با درستی کمینه $\pm 0.5\%$ اندازه‌گیری شود.

۱۲-۳ روش اجرای آزمون

درصد انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر باید از تفاضل مقدار واقعی جرم بر متر قطعه آزمون (که از طول و جرم آن به‌دست می‌آید) و مقدار اسمی آن محاسبه شود. مقدار اسمی جرم بر متر در استاندارد محصول آورده شده است.

۱۳ آزمون‌های ویژه

۱-۱۳ آزمون کشش در دمای بالا

۱-۱-۱۳ کلیات

آزمون در دمای بالاتر از 32°C یعنی در دماهای بالاتر از دمای اتاق مشخص شده در استاندارد ISO 6892-1 انجام شود.

۲-۱-۱۳ قطعه آزمون

به زیربند ۵-۱ مراجعه شود.

۳-۱-۱۳ تجهیزات آزمون

به زیربند ۵-۲ مراجعه شود.

۴-۱-۱۳ روش اجرای آزمون

آزمون کشش باید مطابق با استاندارد ISO 6892-2 انجام شود. برای تعیین خواص به زیربند ۵-۳ مراجعه شود.

۲-۱۳ آزمون کشش در دمای پایین

۱-۲-۱۳ کلیات

آزمون کشش در دمای پایین بازه دمایی بین 10°C و -196°C را پوشش می‌دهد.

۲-۲-۱۳ قطعه آزمون

به زیربند ۵-۱ مراجعه شود.

۳-۲-۱۳ تجهیزات آزمون

به زیربند ۵-۲ مراجعه شود.

۴-۲-۱۳ روش اجرای آزمون

آزمون کشش باید مطابق با استاندارد ISO 6892-3 انجام شود. برای تعیین خواص به زیربند ۵-۳ مراجعه شود.

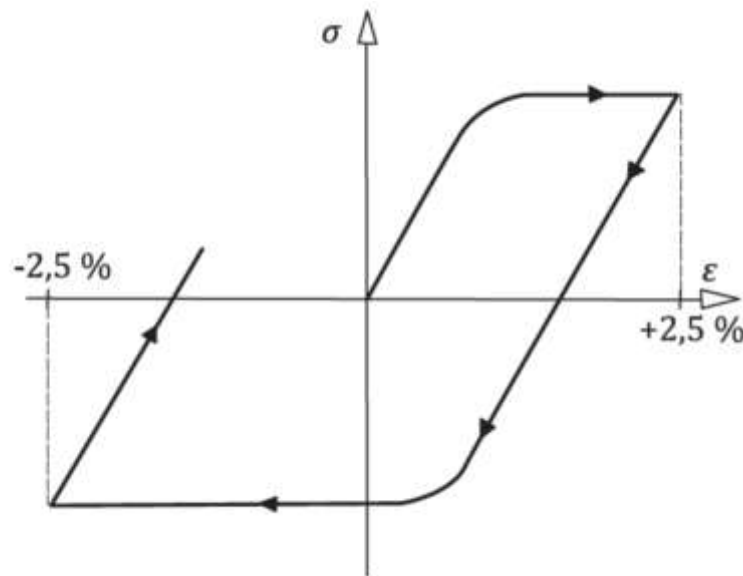
۱۳-۳ آزمون بارگذاری غیرالاستیک چرخه‌ای

۱۳-۳-۱ اصول آزمون

آزمون بارگذاری غیرالاستیک چرخه‌ای عبارت از قرارگرفتن قطعه‌آزمون تحت پنج چرخه کامل متقارن پسماند^۱ در شرایط ارائه شده در جدول ۱ و شکل ۸ می‌باشد. آزمون باید با خرابی قطعه‌آزمون قبل از رسیدن به تعداد چرخه‌های مشخص شده، یا کامل شدن تعداد چرخه‌های مشخص شده بدون خرابی قطعه‌آزمون، خاتمه یابد.

جدول ۱- شرایط آزمون بارگذاری غیرالاستیک چرخه‌ای و تعیین چرخه‌های بارگذاری

بسامد f Hz	تعداد چرخه کامل پسماند متقارن (استحکام بار چرخه‌ای)	کرنش فشاری %	کرنش کششی %	طول آزاد بین فک‌ها	قطر اسمی d mm
< 3	۵	-2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	$1.0d \pm 5\%$	همه



راهنما:

σ تنش
ε کرنش

شکل ۸- چرخه پسماند

۱۳-۳-۲ قطعه‌آزمون

علاوه بر شرایط عمومی ذکرشده در بند ۴، طول آزاد قطعه‌آزمون باید مطابق الزامات جدول ۱ باشد. قطعه‌آزمون باید نماینده محصول، بدون عیب و دارای طول کافی متناسب با دستگاه آزمون باشد،

به طوری که با مقدار ذکر شده در جدول ۱ برای طول بین فکها همخوانی داشته باشد. سطح طول آزاد بین فکهای دستگاه آزمون نباید در معرض هر نوع عملیات سطحی قرار گیرد.

۱۳-۳-۳ دستگاه آزمون

دستگاه آزمون باید مطابق با استاندارد ISO 7500-1 بر مبنای کمینه رده 1 کالیبره و تصدیق شود. برای هر دستگاه آزمون بار غیرالاستیک چرخه‌ای، شرایط آزمون به‌ازای هر قطر اسمی میله، مفتول یا سیم (نیروی اولیه، فشار گیرش، کنترل آزمون با طول آزاد بین فکها) و طولهای قطعه‌آزمون مورد نیاز باید مستند شود.

یادآوری - برای شرایط مرتبط با نیروی اولیه و کنترل نرخ دور شدن فکهای دستگاه از یکدیگر به استاندارد ISO 6892-1 مراجعه شود.

۱۳-۳-۴ روش اجرای آزمون

۱۳-۳-۴-۱ شرایط مربوط به قطعه آزمون

قطعه‌آزمون باید به‌گونه‌ای به گیره‌های دستگاه آزمون بسته شود که نیرو به‌صورت محوری انتقال یابد.

شرایط گیره‌ها باید طوری باشد که از خم نشدن قطعه‌آزمون در مدت زمان انجام آزمون اطمینان حاصل شود. برای اطمینان از این که جابه‌جایی قطعه‌آزمون رخ ندهد، فشار گیرش عمود بر محور آزمون باید حداقل باشد.

۱۳-۳-۴-۲ حدود بالایی و پایینی کرنش

حدود بالایی و پایینی کرنش باید طبق مقادیر داده شده در جدول ۱ باشد. تغییر در جهت بارگذاری از کشش به فشار و بالعکس باید به‌طور مناسبی کنترل شود تا بدین طریق نقاط بیشینه و کمینه در منحنی پسماند همان‌طوری که در شرایط آزمون تعریف شده (به جدول ۱ مراجعه شود) به درستی رسیده باشند (به شکل ۸ مراجعه شود).

۱۳-۳-۴-۳ وقفه در آزمون

در طی انجام آزمون نباید هیچ وقفه‌ای در بارگذاری چرخه‌ای به‌وجود آید. در صورت ایجاد توقف در بارگذاری چرخه‌ای بر قطعه آزمون، باید آزمون را نامعتبر در نظر گرفت.

۱۳-۳-۴-۴ شمارش چرخه‌ها

تعداد چرخه‌ها باید به‌طور کامل از اولین چرخه نیرو- جابه‌جایی شمارش شود.

۱۳-۳-۴-۵ بسامد

در طی انجام آزمون و نیز در طی انجام یک سری آزمون، باید بسامد چرخه‌های نیرو ثابت باشد. بسامد باید در محدوده تعیین شده در جدول ۱ باشد.

۱۳-۳-۴-۶ دمای آزمون

دمای آزمایشگاه باید بین 10°C تا 35°C باشد، مگر آن که طور دیگری تعیین شده باشد.

۱۳-۳-۴-۷ خاتمه آزمون

در صورتی که قبل از رسیدن به تعداد چرخه تعیین شده، قطعه آزمون خراب شود یا در حالتی که تعداد چرخه تعیین شده بدون خرابی در قطعه آزمون کامل شود، آزمون باید خاتمه یابد.

۱۳-۳-۴-۸ اعتبار آزمون

اگر خرابی در فک‌ها یا در فاصله $2d$ از فک‌ها رخ دهد یا یک حالت استثنایی در قطعه آزمون به وجود آید، آزمون را می‌توان نامعتبر در نظر گرفت.

۱۴ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد؛

ب- مشخصات قطعه آزمون (شامل قطر اسمی میلگرد، مفتول یا سیم)؛

پ- طول آزاد قطعه آزمون؛

ت- نوع آزمون و نتایج مربوطه؛

ث- ذکر استاندارد محصول مربوطه در صورت لزوم؛

ج- هرگونه اطلاعات مفید و تکمیلی در ارتباط با قطعه آزمون، تجهیزات و روش آزمون.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

گزینه‌های توافق بین طرف‌های ذی‌نفع

مقرراتی در این استاندارد که نشان می‌دهد طرف‌های ذی‌نفع می‌توانند الزامات اضافه یا فرعی را توافق نمایند، برای سهولت استفاده در زیر فهرست شده است:

الف- شرایط قطعه‌های آزمون (به اولین پاراگراف بند ۴ مراجعه شود)؛

ب- سایر مقادیری که باید در روش آزمون فولادهای زنگ‌زن در نظر گرفته شود (به اولین پاراگراف زیربند ۵-۳ مراجعه شود)؛

پ- مقداری برای جایگزینی ۲۰۰۰ در فرمول (۱) برای فولادهای زنگ‌زن (به دهمین پاراگراف زیربند ۵-۳ مراجعه شود)؛

ت- دمای آزمون خمش (به اولین پاراگراف زیربند ۶-۳ مراجعه شود)؛

ث- شرایط آزمون خمش در دمای پایین (به دومین پاراگراف زیربند ۶-۳ مراجعه شود)؛

ج- شرایط آزمون خمش بر روی میله‌های گرم نوردیده رزوه شده (به چهارمین پاراگراف زیربند ۶-۳ مراجعه شود)؛

چ- شرایط آزمون خمش بر روی میله‌های گرم نوردیده رزوه شده در آزمون خمش مجدد (به اولین پاراگراف زیربند ۷-۳-۲ مراجعه شود)؛

ح- دمای آزمایشگاه (به زیربند ۸-۴-۶ مراجعه شود)؛

خ- دمای آزمایشگاه (به زیربند ۱۳-۳-۴-۶ مراجعه شود)؛

کتابنامه

- [1] ISO 439, Steel and iron — Determination of total silicon content — Gravimetric method
- [2] ISO 629, Steel and cast iron — Determination of manganese content — Spectrophotometric method
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۱: سال ۱۳۸۸، فولاد و چدن- تعیین مقدار منگنز- روش اسپکتروفتومتری، با استفاده از استاندارد ISO 629:1982 تدوین شده است.
- [3] ISO 671, Steel and cast iron — Determination of sulphur content — Combustion titrimetric method
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۲: سال ۱۳۸۹، فولاد و چدن- اندازه گیری گوگرد- روش تیتراسنجی پس از احتراق، با استفاده از استاندارد ISO 671:1982 تدوین شده است.
- [4] ISO 4829-1, Steel and cast iron — Determination of total silicon content — Reduced molybdsilicate spectrophotometric method — Part 1: Silicon contents between 0,05 and 1,0 %
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۶: سال ۱۳۸۹، فولاد و چدن- تعیین مقدار سیلیس کل- روش اسپکترومتری مولیبدوسیلیکات کاهش یافته- قسمت ۱: مقدار سیلیس بین ۰/۰۵ درصد و ۱/۰ درصد، با استفاده از استاندارد ISO 4829-1:1986 تدوین شده است.
- [5] ISO 4829-2, Steel and cast iron — Determination of total silicon content — Reduced molybdsilicate spectrophotometric method — Part 2: Silicon contents between 0,01 and 0,05 %
- [6] ISO 4934, Steel and iron — Determination of sulfur content — Gravimetric method
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۸۴: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن- اندازه گیری مقدار گوگرد- روش وزن سنجی، با استفاده از استاندارد ISO 4934:2003 تدوین شده است.
- [7] ISO 4935, Steel and iron — Determination of sulfur content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۴۴۴: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن- تعیین محتوای گوگرد با استفاده از روش جذب IR (مادون قرمز) بعد از احتراق در کوره القایی، با استفاده از استاندارد ISO 4935:1989 تدوین شده است.
- [8] ISO 4937, Steel and iron — Determination of chromium content — Potentiometric or visual titration method
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۶۹: سال ۱۳۸۹، فولاد و آهن- اندازه گیری مقدار کروم- روش تیتراسیون بصری یا پتانسیومتری، با استفاده از استاندارد ISO 4937:1986 تدوین شده است.
- [9] ISO 4938, Steel and iron — Determination of nickel content — Gravimetric or titrimetric method
- [10] ISO 4939, Steel — Determination of nickel — Dimethylglyoxime spectrophotometric method
- [11] ISO 4940, Steel and cast iron — Determination of nickel content — Flame atomic absorption spectrometric method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۰۵: سال ۱۳۸۷، فولاد و چدن - تعیین مقدار نیکل - روش طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 4940:1985 تدوین شده است.

[12] ISO 4941, Steel and iron — Determination of molybdenum content — Thiocyanate spectrophotometric method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۴: سال ۱۳۸۲، فولاد و چدن - اندازه‌گیری مقدار مولیبدن - روش اسپکترومتری با استفاده از تیوسیانات، با استفاده از استاندارد ISO 4941:1985 تدوین شده است.

[13] ISO 4942, Steels and irons — Determination of vanadium content — N-BPHA spectrophotometric method

[14] ISO 4943, Steel and cast iron — Determination of copper content — Flame atomic absorption spectrometric method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۴۸: سال ۱۳۸۴، فولاد و چدن - اندازه‌گیری مقدار مس - روش طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 4943:1985 تدوین شده است.

[15] ISO 4945, Steel — Determination of nitrogen content — Spectrophotometric method

[16] ISO 4946, Steel and cast iron — Determination of copper — 2,2'-Biquinoline spectrophotometric method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۳: سال ۱۳۸۲، فولاد و چدن - اندازه‌گیری مقدار مس - روش اسپکتروفتومتری با استفاده از ۲، ۲- دی کوینولین، با استفاده از استاندارد ISO 4946:1984 تدوین شده است.

[17] ISO 4947, Steel and cast iron — Determination of vanadium content — Potentiometric titration method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۶۸: سال ۱۳۸۹، فولاد و چدن - اندازه‌گیری مقدار وانادیم - روش تیتراسیون پتانسیومتری، با استفاده از استاندارد ISO 4947:1986 تدوین شده است.

[18] ISO 7438, Metallic materials — Bend test

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۶: سال ۱۳۹۵، مواد فلزی - آزمون خمش، با استفاده از استاندارد ISO 7438:2016 تدوین شده است.

[19] ISO 9441, Steel — Determination of niobium content — PAR spectrophotometric method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۷: سال ۱۳۸۳، فولاد - تعیین مقدار نیوبیم - روش اسپکتروفتومتری به صورت کمپلکس PAR، با استفاده از استاندارد ISO 9441:1988 تدوین شده است.

[20] ISO 9556, Steel and iron — Determination of total carbon content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۸۰: سال ۱۳۸۹، فولاد و آهن - تعیین مقدار کربن کل - روش جذب مادون قرمز بعد از احتراق در کوره الکتریکی، با استفاده از استاندارد ISO 9556:1989 تدوین شده است.

[21] ISO 9647, Steel and iron — Determination of vanadium content — Flame atomic absorption spectrometric method

[22] ISO 9658, Steel — Determination of aluminium content — Flame atomic absorption spectrometric method

- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۱: سال ۱۳۸۷، فولاد- اندازه‌گیری مقدار آلومینیوم- روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای، با استفاده از استاندارد ISO 9658:1990 تدوین شده است.
- [23] ISO 10138, Steel and iron — Determination of chromium content — Flame atomic absorption spectrometric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۲: سال ۱۳۸۷، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار کروم- روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای، با استفاده از استاندارد ISO 10138:1991 تدوین شده است.
- [24] ISO 10153, Steel — Determination of boron content — Curcumin spectrophotometric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۰: سال ۱۳۹۰، فولاد- تعیین مقدار بور- روش اسپکتروفتومتری کورکومین، با استفاده از استاندارد ISO 10153:1997 تدوین شده است.
- [25] ISO 10278, Steel — Determination of manganese content — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۵: سال ۱۳۸۳، فولاد- اندازه‌گیری مقدار منگنز- روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای زوج شده القایی، با استفاده از استاندارد ISO 10278:1995 تدوین شده است.
- [26] ISO 10280, Steel and iron — Determination of titanium content — Diantiprylmethane spectrometric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۳: سال ۱۳۸۷، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار تیتانیوم- روش اسپکترومتری با استفاده از دی انتی پیریل متان، با استفاده از استاندارد ISO 10280:1991 تدوین شده است.
- [27] ISO 10697-1, Steel — Determination of calcium content by flame atomic absorption spectrometry — Part 1: Determination of acid-soluble calcium content
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۸-۱: سال ۱۳۸۳، فولاد- تعیین مقدار کلسیم- روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای قسمت اول: تعیین مقدار کلسیم محلول در اسید، با استفاده از استاندارد ISO 10697-1:1992 تدوین شده است.
- [28] ISO 10697-2, Steel — Determination of calcium content by flame atomic absorption spectrometry — Part 2: Determination of total calcium content
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۸-۲: سال ۱۳۸۴، فولاد- تعیین مقدار کلسیم- روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای قسمت دوم: اندازه‌گیری کلسیم کل، با استفاده از استاندارد ISO 10697-2:1994 تدوین شده است.
- [29] ISO 10698, Steel — Determination of antimony content — Electrothermal atomic absorption spectrometric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۳۰: سال ۱۳۸۳، فولاد- اندازه‌گیری مقدار آنتیموان- روش اسپکترومتری جذب اتمی الکتروترمال، با استفاده از استاندارد ISO 10698:1994 تدوین شده است.
- [30] ISO 10700, Steel and iron — Determination of manganese content — Flame atomic absorption spectrometric method
- یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۶۳۰: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار منگنز- روش طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 10700:1994 تدوین شده است.
- [31] ISO 10701, Steel and iron — Determination of sulfur content — Methylene blue spectrophotometric method

- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۴: سال ۱۳۸۷، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار گوگرد- روش اسپکترومتری آبی متیلن، با استفاده از استاندارد ISO 10701:1994 تدوین شده است.
- [32] ISO 10702, Steel and iron — Determination of nitrogen content — Titrimetric method after distillation
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۸: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار نیتروژن- روش تیتراسنجی بعد از تقطیر، با استفاده از استاندارد ISO 10702:1993 تدوین شده است.
- [33] ISO 10714, Steel and iron — Determination of phosphorus content — Phosphovanadomolybdate spectrophotometric method
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۷۰: سال ۱۳۸۹، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار فسفر- روش اسپکتروفتومتری فسفو وانادو مولیبدات، با استفاده از استاندارد ISO 10714:1992 تدوین شده است.
- [34] ISO 10720, Steel and iron — Determination of nitrogen content — Thermal conductimetric method after fusion in a current of inert gas
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۷: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار نیتروژن- روش سنجش هدایت سنجی گرمایی بعد از ذوب در جریانی از گاز بی‌اثر، با استفاده از استاندارد ISO 10720:1997 تدوین شده است.
- [35] ISO 11652, Steel and iron — Determination of cobalt content — Flame atomic absorption spectrometric method
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۵: سال ۱۳۸۷، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار کبالت- روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای، با استفاده از استاندارد ISO 11652:1997 تدوین شده است.
- [36] ISO 11653, Steel — Determination of high cobalt content — Potentiometric titration method after separation by ion exchange
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۹: سال ۱۳۸۳، فولاد- اندازه‌گیری مقادیر بالای کبالت براساس جداسازی توسط تبادل یون - روش تیتراسیون پتانسیومتری، با استفاده از استاندارد ISO 11653:1997 تدوین شده است.
- [37] ISO 13898-1, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 1: General requirements and sample dissolution
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۷۲۲: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن- تعیین مقدار نیکل، مس و کبالت- روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی- قسمت اول: الزامات عمومی و انحلال نمونه، با استفاده از استاندارد ISO 13898-1:1997 تدوین شده است.
- [38] ISO 13898-2, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 2: Determination of nickel content
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۲-۹۷۲۲: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن- تعیین مقدار نیکل، مس و کبالت- روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی- قسمت دوم: تعیین مقدار نیکل، با استفاده از استاندارد ISO 13898-2:1997 تدوین شده است.
- [39] ISO 13898-3, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 3: Determination of copper content

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۹۷۲۲: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن - تعیین مقدار نیکل، مس و کبالت - روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القائی - قسمت سوم: تعیین مقدار مس، با استفاده از استاندارد ISO 13898-3:1997 تدوین شده است.

[40] ISO 13898-4, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 4: Determination of cobalt content

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴-۹۷۲۲: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن - تعیین مقدار نیکل، مس و کبالت - روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القائی - قسمت چهارم: تعیین مقدار کبالت، با استفاده از استاندارد ISO 13898-4:1997 تدوین شده است.

[41] ISO/TS 13899-1, Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 1: Determination of Mo content

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۱۸۶: سال ۱۳۸۶، فولاد - اندازه‌گیری مقدار مولیبدن، نیوبیم و تنگستن در فولاد آلیاژی - روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی - قسمت اول: اندازه‌گیری مقدار مولیبدن، با استفاده از استاندارد ISO/ TS 13899-1:2004 تدوین شده است.

[42] ISO 13899-2, Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 2: Determination of Nb content

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۱۸۶: سال ۱۳۸۶، فولاد - اندازه‌گیری مقدار مولیبدن، نیوبیم و تنگستن در فولاد آلیاژی - روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی - قسمت دوم: اندازه‌گیری مقدار نیوبیم، با استفاده از استاندارد ISO/ TS 13899-2:2005 تدوین شده است.

[43] ISO/TS 13899-3, Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 3: Determination of W content

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۰۱۸۶: سال ۱۳۸۶، فولاد - اندازه‌گیری مقدار مولیبدن، نیوبیم و تنگستن در فولاد آلیاژی - روش اسپکترومتری نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی - قسمت سوم: اندازه‌گیری مقدار تنگستن، با استفاده از استاندارد ISO/ TS 13899-3:2005 تدوین شده است.

[44] ISO 13900, Steel — Determination of boron content — Curcumin spectrophotometric method after distillation

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۱: سال ۱۳۹۰، فولاد - تعیین مقدار بور - روش اسپکتروفتومتری کورکومین بعد از تقطیر، با استفاده از استاندارد ISO/ TS 13900:1997 تدوین شده است.

[45] ISO 13902, Steel and iron — Determination of high sulfur content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۶: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن - اندازه‌گیری مقدار زیاد گوگرد - روش جذب مادون قرمز پس از احتراق در کوره القایی، با استفاده از استاندارد ISO/ TS 13902:1997 تدوین شده است.

[46] ISO 13933, Steel and iron — Determination of calcium and magnesium — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method

[47] ISO 15349-2, Unalloyed steel — Determination of low carbon content — Part 2: Infrared absorption method after combustion in an induction furnace (with preheating)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۲۶۳۲: سال ۱۳۸۸، فولاد غیرآلیاژی- تعیین مقدار کربن پایین- قسمت ۲: روش جذب مادون قرمز بعد از سوزاندن در کوره القایی (با پیش گرمایش)، با استفاده از استاندارد ISO 15349-2:1999 تدوین شده است.

[48] ISO 15350, Steel and iron — Determination of total carbon and sulfur content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace (routine method)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۱۷: سال ۱۳۸۷، فولاد و آهن- اندازه گیری مقدار کل کربن و گوگرد- روش جذب مادون قرمز پس از احتراق در یک کوره القایی (روش متداول)، با استفاده از استاندارد ISO 15350:1997 تدوین شده است.

[49] ISO 15351, Steel and iron — Determination of nitrogen content — Thermal conductimetric method after fusion in a current of inert gas (Routine method)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۹: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن- اندازه گیری مقدار نیتروژن- روش هدایت سنجی گرمایی بعد از ذوب در جریانی از گاز بی اثر (روش متداول)، با استفاده از استاندارد ISO 15351:1999 تدوین شده است.

[50] ISO 15353, Steel and iron — Determination of tin content — Flame atomic absorption spectrometric method (extraction as Sn-SCN)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۶: سال ۱۳۸۲، فولاد و آهن- اندازه گیری مقدار قلع- روش طیف سنجی جذب اتمی شعله ای (استخراج به صورت Sn-SCN)، با استفاده از استاندارد ISO 15353:2001 تدوین شده است.

[51] ISO 15355, Steel and iron — Determination of chromium content — Indirect titration method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۵: سال ۱۳۸۲، فولاد و چدن- اندازه گیری مقدار کروم - روش تیتراسیون غیرمستقیم، با استفاده از استاندارد ISO 15355:1999 تدوین شده است.

[52] ISO 16918-1, Steel and iron — Determination of nine elements by the inductively coupled plasma mass spectrometric method — Part 1: Determination of tin, antimony, cerium, lead and bismuth

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۶۳۴: سال ۱۳۸۸، فولاد و آهن- اندازه گیری نه عنصر به روش اسپکترومتری جرمی پلاسمای جفت شده القایی- قسمت اول: اندازه گیری قلع، آنتیموان، سرب و بیسموت، با استفاده از استاندارد ISO 16918-1:2009 تدوین شده است.

[53] ISO 17053, Steel and iron — Determination of oxygen — Infrared method after fusion under inert gas

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۸۵: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن اندازه گیری اکسیژن روش مادون قرمز بعد از ذوب تحت گاز بی اثر، با استفاده از استاندارد ISO 17053:2004 تدوین شده است.

[54] ISO 17054, Routine method for analysis of high alloy steel by X-ray fluorescence spectrometry (XRF) by using a near-by technique

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۶۸: سال ۱۳۸۹، روش معمول برای آنالیز فولادهای پرآلیاژ به وسیله طیف سنجی فلورسانس اشعه ایکس با استفاده از روش نزدیک یابی، با استفاده از استاندارد ISO 17054:2010 تدوین شده است.

[55] ISO/TR 17055, Steel — Determination of silicon content — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method

[56] ISO 17058, Steel and iron — Determination of arsenic content — Spectrophotometric method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۸۷: سال ۱۳۸۶، فولاد و آهن- اندازه گیری مقدار آرسنیک- روش اسپکتروفتومتری، با استفاده از استاندارد ISO 17058:2004 تدوین شده است.

[57] ISO 18632, Alloyed steel — Determination of manganese — Potentiometric and visual titration method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۱۷۱: سال ۱۳۸۹، فولاد آلیاژی- اندازه گیری منگنز- روش تیتراسیون چشمی و پتانسیومتری، با استفاده از استاندارد ISO 18632:2010 تدوین شده است.

[58] ISO 19272, Low alloyed steel — Determination of C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Al, Ti and Cu— Glow discharge optical emission spectrometry (routine method)