



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۸۱۰۳-۱

تجدیدنظر اول

۱۳۹۲

INSO

8103-1

1st. Revision

2014

فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن -
روش‌های آزمون - قسمت ۱: میل‌گرد، مفتول
و سیم‌های تسلیح کننده

**Steel for the reinforcement and prestressing
of concrete - Test methods - Part1:
Reinforcing bars, wire rod and wire**

ICS 77.140.15

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 موسسه 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد، به تصویب رسیده باشند.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن - روش های آزمون - قسمت ۱: میل گرد، مفتول و سیم های

تسلیح کننده »

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

اقبال، فریده

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

سمت و / یا نمایندگی

کارشناس مسنول صنایع فلزی اداره کل

استاندارد استان هرمزگان

دبیر:

پولادگر، عبدالعلی

(لیسانس مهندسی مکانیک)

دبیر کمیته متناظر فولاد TC17

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آهوئی، زینب

(لیسانس مهندسی متالورژی)

کارشناس تضمین کیفیت شرکت فولاد

خوزستان

ابراهیمی زاده، وحید

(فوق لیسانس مکانیک)

کارشناس دفتر تدوین اداره کل استاندارد

استان خوزستان

الاسوند، افشین

(لیسانس مهندسی متالورژی)

سرپرست کنترل کیفیت نورد کوثر گروه

ملی صنعتی فولاد ایران

بهادرانی، رضا

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

سرپرست کنترل کیفیت لوله سازی گروه

ملی صنعتی فولاد ایران

بیرگانی نیا، صولت

(لیسانس مهندسی متالورژی)

مدیر کیفیت فراگیر گروه ملی صنعتی

فولاد ایران

کامیاری، محمدرضا

(لیسانس مهندسی متالورژی)

سرپرست کنترل کیفیت گروه ملی صنعتی

فولاد ایران

گپل پور، محمدرضا

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

کارشناس استاندارد

مولایی، پویان

(لیسانس مهندسی متالورژی)

سرپرست کنترل کیفیت گروه ملی صنعتی

فولاد ایران

رئیس اداره کنترل کیفیت مواد شرکت
نورد و لوله اهواز

رئیس کنترل کیفیت گروه ملی صنعتی
فولاد ایران

نظری، مهراں
(لیسانس مهندسی متالورژی)

هرمزی، سیاوش
(لیسانس مهندسی متالورژی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ نمادها
۳	۴ شرایط عمومی آزمون‌ها
۴	۵ آزمون کشش
۶	۶ آزمون خمش
۷	۷ آزمون خمش مجدد
۹	۸ آزمون خستگی با بار محوری
۱۱	۹ ترکیب شیمیایی
۱۱	۱۰ اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی
۱۴	۱۱ تعیین سطح نسبی آج یا تورفتگی
۱۷	۱۲ تعیین انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر
۱۷	۱۳ گزارش آزمون
۱۸	پیوست الف (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد "فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت ۱: میل‌گرد، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده" نخستین بار در سال ۱۳۸۴ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط کمیته متناظر فولاد TC17 و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک‌هزار و بیست و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلز شناسی مورخ ۹۲/۱۲/۱۵ 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. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر 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 استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۱۰۳: سال ۱۳۸۴ است.

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

ISO 15630-1:2010, Steel for the reinforcement and prestressing of concrete - Test methods - Part 1: Reinforcing bars, wire rod and wire

فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت ۱: میل‌گرد، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش‌های آزمون مربوط به میل‌گرد، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده بتن می‌باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۶: سال ۱۳۸۷، مواد فلزی - آزمون خمش فولاد

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۷۶۸: سال ۱۳۸۵، مواد فلزی - تصدیق دستگاه‌های آزمون یک محوری ایستا - قسمت اول: دستگاه‌های آزمون نیروهای کشش / فشار - تصدیق و کالیبراسیون سامانه اندازه‌گیری نیرو

2-3 ISO 6892-1:2009, Metallic materials -- Tensile testing -- Part 1: Method of test at room temperature

2-4 ISO 9513:2012, Metallic materials – Calibration of extensometers used in uniaxial testing

۳ نمادها و یکاها

در این استاندارد نمادها و یکاها مطابق جدول ۱ استفاده می‌شوند.

جدول ۱ - نمادها و یکاها

نماد	واحد	شرح	بندهای مرتبط در متن استاندارد
a'	mm	ارتفاع آج طولی	۳-۱۱، ۲-۳-۱۰
a_m	mm	ارتفاع آج در نقطه وسط یا عمق تورفتگی در مرکز	۲-۴-۱۱، ۲-۳-۱۱، ۲-۱-۳-۱۰
a_{max}^a	mm	حداکثر ارتفاع آج عرضی یا عمق تورفتگی	۱-۱-۳-۱۰
$a_{s,i}$	mm	میانگین ارتفاع قسمت i از یک آج که به p قسمت با طول Δl تقسیم شده است یا میانگین عمق قسمت i یک تورفتگی که به p قسمت با عرض Δb تقسیم شده است	۱-۴-۱۱، ۱-۳-۱۱
$a_{1/4}$	mm	ارتفاع آج در نقطه یک چهارم یا عمق تورفتگی در نقطه یک چهارم عرض 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 عرض آن‌ها	۲-۴-۱۱، ۲-۳-۱۱، ۲-۱-۳-۱۰
A	%	درصد ازدیاد طول بعد از شکست	۳-۵، ۱-۵
A_g	%	درصد ازدیاد طول غیر خطی در حداکثر نیرو (F_m)	۳-۵
A_{gt}	%	درصد ازدیاد طول در حداکثر نیرو (F_m)	۵
b	mm	پهنای آج عرضی در نقطه میانی یا پهنای تورفتگی	۸-۳-۱۰
c	mm	فاصله بین دو آج عرضی یا تورفتگی (گام)	۳-۱۱، ۳-۳-۱۰
d	mm	قطر اسمی میلگرد، مفتول یا سیم	۳-۱۱، ۷-۴-۸، ۲-۸، ۳-۵
D	mm	قطر سنبه دستگاه خمش در آزمون خمش یا خمش مجدد	۲-۳-۷، ۳-۶
e	mm	میانگین فاصله بین دوانتهای دو آج عرضی یا تورفتگی مقابل هم	۵-۳-۱۰
f	Hz	بسامد چرخه بارگذاری در آزمون خستگی	۳-۴-۸، ۱-۸
f_P	-	سطح نسبی تورفتگی	۱۱
f_R	-	سطح نسبی آج	۱۱
F_m	N	حداکثر نیرو در آزمون کشش	۳-۵
F_P	mm ²	مساحت سطح مقطع طولی یک تورفتگی	۱-۴-۱۱
F_r	N	محدوده نیرو در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۳-۴-۸، ۲-۴-۸، ۳-۸، ۱-۸
F_R	mm ²	سطح مقطع طولی یک آج	۱-۳-۱۱
F_{up}	N	بیشترین نیرو 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 - مغزه	شکل ۶
m, n, p, q	-	مقادیر استفاده شده در فرمول‌های F_P و F_R, f_P, f_R	۴-۱۱، ۳-۱۱
P	mm	اندازه گام میل‌گردهای سرد تابیده شده	۳-۱۱، ۴-۳-۱۰
r_1	mm	فاصله بین فک‌ها و طول سنجه در اندازه‌گیری دستی A_{gt}	۳-۵
r_2	mm	فاصله بین سطح شکست و طول سنجه در اندازه‌گیری دستی A_{gt}	۳-۵

ادامه جدول ۱- نمادها و یکاها

نماد	واحد	شرح	بندهای مرتبط در متن استاندارد
R_{eH}	MPa	حد بالائی تنش تسلیم	۳-۵
R_m	MPa	استحکام کششی	۳-۵
$R_{p0.2}$	MPa	استحکام تسلیم قراردادی در ۰.۲٪، تغییر طول غیرخطی	۳-۵ و ۲-۵
S_n	mm ²	سطح مقطع اسمی میل گرد، مفتول یا سیم	۲-۴-۸
α	°	زاویه انحراف آج عرضی	۷-۳-۱۰
β	°	زاویه بین محور آج عرضی یا تورفتگی و محور میل گرد، مفتول یا سیم	۳-۱۱، ۶-۳-۱۰
γ	°	زاویه خم کاری در آزمون خمش یا خمش مجدد	۲-۳-۷، ۳-۶، ۳-۷، ۱-۳-۷ (شکل ۴)
Δl	mm	تغییر طول جزیی آج عرضی در فصل مشترک آج - مغزه	شکل ۶
δ	°	زاویه خم کاری مجدد در آزمون خمش مجدد	۴-۳-۷، ۱-۳-۷ (شکل ۴)
λ	-	ضریب تجربی در فرمول تجربی f_p, f_R	۲-۴-۱۱، ۲-۳-۱۱
$2\sigma_a$	MPa	دامنه تنش در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۲-۴-۸
σ_{max}	MPa	حداکثر تنش در آزمون خستگی با بارگذاری محوری	۲-۴-۸
$\sum e_i$	mm	مجموع قسمت‌هایی از محیط دایره فاقد آج یا تورفتگی عرضی	۲-۴-۱۱، ۵-۲-۳-۱۱، ۵-۳-۱۰
یادآوری - ۱ N/mm ² = ۱ Mpa			
^a در بعضی از استانداردهای محصول، نماد h نیز برای این پارامتر استفاده می‌شود.			

۴ شرایط عمومی آزمون‌ها

آزمون‌ها باید از میل گرد، مفتول یا سیم در شرایط تحویل تهیه شوند، مگر این‌که در استاندارد محصول یا طبق توافقات به گونه دیگری مشخص شده باشد. در مورد نمونه برداری از کلاف، آزمون باید قبل از هرگونه آزمون با عملیات خمش با حداقل مقدار تغییر شکل مومسان راست شود.

یادآوری - راست بودن نمونه در آزمون‌های کشش و خستگی الزامی می‌باشد.

روش‌های راست کردن آزمون (دستی، ماشینی) باید در گزارش آزمون آورده شود.^۱ برای تعیین خواص مکانیکی در آزمون خستگی و کشش با توجه به استاندارد محصول، پیرسازی مصنوعی آزمون بعد از راست کردن در صورت قابلیت اجرا مجاز است. در صورت عدم تعیین عملیات پیرسازی در استاندارد محصول، باید شرایط زیر اعمال شود: آزمون تا دمای ۱۰۰ °C حرارت داده شده و در ۱۰°C ± ۱۰۰ به مدت ۱ h + ۱۵ min نگهداری و سپس در هوای ساکن تا دمای محیط سرد شود.

۱- برای آزمون‌های معمول که به وسیله روش‌های اجرایی انجام شده توسط تولیدکنندگان فولاد تسلیح کننده اجرا می‌شوند، اطلاعات آزمون، شامل شرایط آزمون و روش راست کردن، باید ثبت شود.

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

۵ آزمون کشش

۱-۵ آزمون

علاوه بر شرایط عمومی ذکر شده در بند ۴، طول آزاد آزمون برای تعیین درصد ازدیاد طول باید مطابق با بند ۳-۵ به اندازه کافی باشد.

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

در صورت تعیین درصد ازدیاد طول کل در حداکثر نیرو (A_{gt}) به روش دستی، باید نشانه‌هایی بر روی طول آزاد آزمون به فواصل مساوی مطابق استاندارد ISO 6892-1 ایجاد شود. فاصله بین نشانه‌ها با توجه به قطر آزمون باید ۵mm، ۱۰mm یا ۲۰mm در نظر گرفته شود.

۲-۵ تجهیزات آزمون

دستگاه آزمون باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۷۶۸ تصدیق و کالیبره و دارای حداقل کلاس ۱ باشد.

در صورت استفاده از اکستنسومتر^۱ برای تعیین استحکام تسلیم قراردادی ۰٫۲٪ ($R_{p0.2}$) باید از کلاس ۱ و برای تعیین درصد ازدیاد طول کل در حداکثر نیرو (A_{gt}) می‌توان از کلاس ۲ دستگاه، مطابق استاندارد ISO 9513 استفاده نمود.

هر نوع اکستنسومتر مورد استفاده برای تعیین درصد ازدیاد طول کل در حداکثر نیرو (A_{gt}) باید دارای طول سنج حداقل ۱۰۰mm باشد. طول سنج باید در گزارش آزمون آورده شود.

۳-۵ روش انجام آزمون

آزمون کشش باید مطابق استاندارد ISO 6892-1 انجام شود. برای تعیین استحکام تسلیم قراردادی ۰٫۲٪ ($R_{p0.2}$) اگر قسمت خطی نمودار نیرو-تغییر طول، واضح نبوده یا محدود باشد، باید یکی از رویه‌های زیر به کار برده شود:

- روش پیشنهاد شده در استاندارد ملی ISO 6892-1؛

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

در موارد اختلاف نتایج، باید رویه دوم به کار رود.

اگر اختلاف شیب این خط با مقدار تئوری مدول کشسانی بیشتر از ۱۰٪ باشد، نامعتبر کردن نتایج آزمون مجاز است.

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

اگر محل شکست آزمون در فکها باشد یا فاصله خط شکست تا فکها کمتر از قطر اسمی آزمون یا ۲۰ mm (هر کدام که بزرگتر است) باشد، آزمون را می توان نامعتبر تلقی نمود.

برای تعیین درصد ازدیاد طول بعد از شکست (A)، طول سنج اولیه باید پنج برابر قطر اسمی (d) آزمون باشد، مگر این که در استاندارد محصول به گونه ای دیگر مشخص شده باشد. در موارد اختلاف، A باید به روش دستی تعیین شود.

درصد ازدیاد طول کل در حداکثر نیرو (A_{gt}) باید مطابق استاندارد ISO 6892-1 با اعمال اصلاح زیر محاسبه شود:

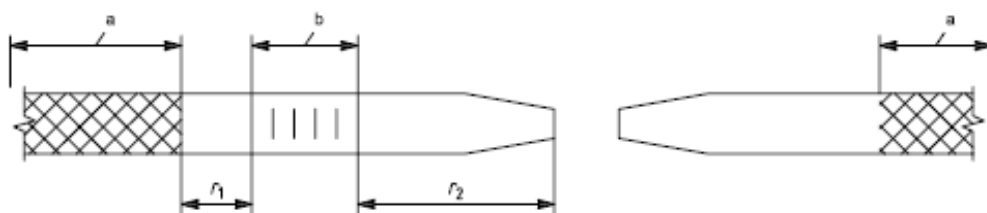
- در صورت تعیین درصد ازدیاد طول کل در حداکثر نیرو (A_{gt}) بعد از شکست به روش دستی، این مقدار باید با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

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

که در آن:

A_g ، درصد ازدیاد طول غیر متناسب در حداکثر نیرو می باشد.

اندازه گیری درصد ازدیاد طول غیرخطی در حداکثر نیرو (A_g) باید بر روی قسمت با طول بیش تر از دو قسمت شکسته شده آزمون بر روی طول سنج ۱۰۰ mm، تا حد ممکن نزدیک به سطح شکست اما در محدوده r_2 که حداقل ۵۰ mm یا دو برابر قطر اسمی (d) (هر کدام که بزرگتر است) از محل شکست فاصله دارد، انجام شود. اگر فاصله بین فکها و طول سنج (r_1) کمتر از ۲۰ mm یا قطر اسمی (هر کدام که بزرگتر است) باشد، اندازه گیری را می توان نامعتبر تلقی نمود (شکل ۱ را ببینید). در موارد اختلاف، باید روش دستی به کار رود.



راهنما:

a طول فک

b طول سنج ۱۰۰ mm

شکل ۱- اندازه گیری درصد ازدیاد طول کل در حداکثر نیرو (A_{gt}) به روش دستی

۶ آزمون خمش

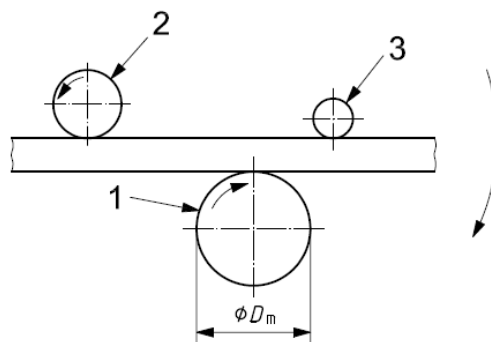
۱-۶ آزمون

شرایط عمومی 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.

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



راهنما:

1 سنبه

2 تکیه‌گاه

3 حامل

شکل ۲- نمایشی از اصول کار دستگاه خمش

۲-۲-۶ در آزمون خمش هم‌چنین می‌توان از دستگاهی با یک سنبه و چند تکیه‌گاه نیز مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۶ استفاده نمود.

۳-۶ روش آزمون

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

برای آزمون در دمای پایین اگر در زمان توافق همه شرایط آزمون مشخص نشده باشد، انحراف $\pm 2^{\circ}\text{C}$ از دمای توافق شده مجاز است. توصیه می‌شود آزمون در محیط سرد کننده به مدت زمان کافی جهت اطمینان از این‌که تمام قسمت‌های آن به دمای مورد نیاز رسیده است (برای مثال حداقل 10 min در محیط مایع یا حداقل 30 min در محیط گازی) قرار گیرد. آزمون خمش بهتر است حداکثر پنج ثانیه بعد از خروج آزمون از محیط موردنظر شروع شود. توصیه می‌شود وسیله حمل‌کننده به‌گونه‌ای طراحی و استفاده گردد که دمای آزمون در گستره دمای مورد نیاز باقی بماند. آزمون باید بر روی سنبه خم شود.

زاویه خمش (γ) و قطر سنبه (D) باید مطابق استاندارد محصول مربوطه در نظر گرفته شود.

۴-۶ تفسیر نتایج آزمون

نتایج آزمون خمش باید مطابق الزامات استاندارد محصول تفسیر شود. اگر چنین الزاماتی ذکر نشده باشد، در آن صورت عدم مشاهده ترک‌ها با چشم غیر مسلح یا چشم با دید اصلاح شده، دلیل بر استقامت قطعه در آزمون خمش است. 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 بریدگی‌ها را می‌توان سطحی در نظر گرفت.

۷ آزمون خمش مجدد

۱-۷ آزمون

شرایط عمومی آزمون مطابق بند ۴ می‌باشد.

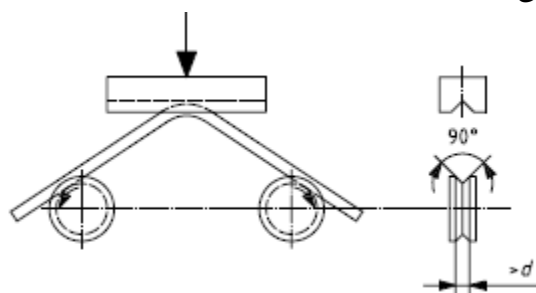
۲-۷ تجهیزات آزمون

۱-۲-۷ دستگاه خمش

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

۲-۲-۷ دستگاه خمش مجدد

آزمون خمش مجدد را می‌توان با یک دستگاه خمش مطابق 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 آزمون

۱-۳-۷ کلیات

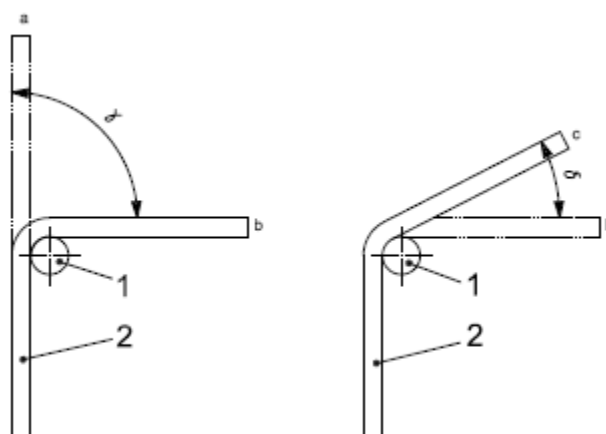
آزمون خمش مجدد شامل سه مرحله زیر است:

الف- خمش؛

ب- پیرسازی مصنوعی؛

پ- خمش مجدد.

شکل ۴ مراحل آزمون را نشان می‌دهد.



راهنما:

1 سنجه

2 آزمون

a موقعیت اولیه آزمون

b موقعیت آزمون بعد از انجام مراحل مطابق بند ۲-۳-۷

c موقعیت آزمون بعد از انجام مراحل مطابق بند ۴-۳-۷

شکل ۴- نمایشی از روش کار در آزمون‌های خمش مجدد

۲-۳-۷ خمش

این آزمون باید در دمای 10 C تا 35 C انجام شده و آزمون بر روی سنجه خم شود. زاویه خم کاری (γ) و قطر سنجه (D) باید مطابق استاندارد محصول باشد. آزمون باید با به‌دقت جهت بررسی ترک‌ها و شکاف‌ها با چشم غیر مسلح یا دید تصحیح شده بازرسی گردد.

۳-۳-۷ پیرسازی مصنوعی

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

۴-۳-۷ خمش مجدد

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

۴-۷ تفسیر نتایج آزمون

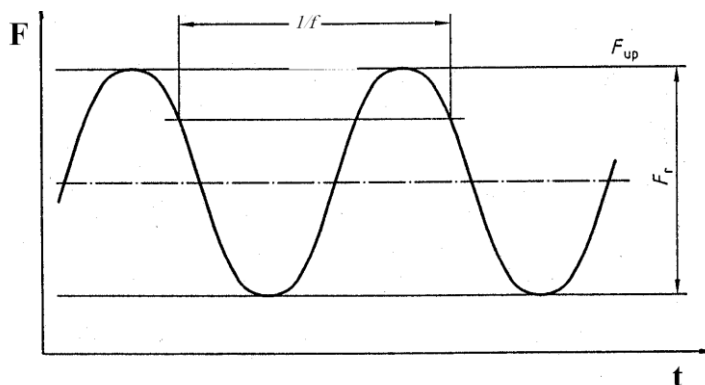
نتایج آزمون خمش مجدد باید مطابق الزامات استاندارد محصول تفسیر شود. اگر چنین الزاماتی ذکر نشده باشد، در آن صورت عدم مشاهده ترک‌ها با چشم غیر مسلح یا تصحیح شده دال بر استقامت قطعه در آزمون خمش مجدد است.

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 بریدگی‌ها را می‌توان سطحی در نظر گرفت.

۸ آزمون خستگی با بار محوری

۱-۸ اصول آزمون

در آزمون خستگی با بار محوری، آزمونه تحت اعمال نیروی کشش محوری قرار می‌گیرد که در دامنه کشسان به‌طور متناوب مطابق منحنی سینوسی با بسامد ثابت f تغییر می‌کند (به شکل ۵ مراجعه شود). آزمون تا هنگام شکست آزمونه و یا رسیدن به تعداد چرخه‌های بارگذاری مشخص شده در استاندارد محصول (بدون شکست آزمونه) ادامه می‌یابد.



راهنما:

F نیرو

t زمان

شکل ۵- نمودار چرخه بار در آزمون خستگی

۲-۸ آزمون

شرایط عمومی آزمونه در بند ۴ آورده شده است. برای راست کردن آزمونه می‌توان از دستگاه راست کننده استفاده نمود.

سطح طول آزاد بین فک‌ها نباید در معرض هیچ‌گونه عملیات سطحی قرار گیرد. این طول باید حداقل ۱۴۰ mm یا برابر $14d$ (هر کدام که بزرگ‌تر است) باشد.

۳-۸ تجهیزات آزمون

دستگاه آزمون خستگی باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۶۸-۱ کالیبره شده و دامنه درستی آن برابر یا کمتر از $\pm 1\%$ بوده و همچنین باید قابلیت نگهداری بیش‌ترین نیرو (F_{up}) را با رواداری $\pm 2\%$ و دامنه نیرو (F_r) را با رواداری $\pm 4\%$ ، از مقادیر مشخص شده، داشته باشد.

۴-۸ روش آزمون

۱-۴-۸ شرایط آزمون

آزمونه باید به گونه‌ای 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 بیشترین نیرو (F_{up}) و محدوده نیرو (F_r)

بیشترین نیرو (F_{up}) و محدوده نیرو (F_r) باید در استاندارد محصول مربوطه مشخص شده باشد.

یادآوری - مقادیر بیشترین نیرو (F_{up}) و محدوده نیرو (F_r) را می‌توان با استفاده از حداکثر تنش (σ_{max}) و دامنه تنش ($2\sigma_a$) که مقادیر آنها در استاندارد مربوطه مشخص شده است، به صورت زیر محاسبه نمود:

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

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

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 بیشترین نیرو (F_{up})، محدوده نیرو (F_r) و بسامد (f) انجام پذیرد و نباید وقفه‌ای در چرخه بارگذاری در مدت زمان آزمون به وجود آید. به هر حال ادامه آزمونی که بر اثر بروز حادثه به طور ناگهانی متوقف شده باشد، مجاز بوده ولی هرگونه وقفه باید در گزارش آزمون آورده شود. یک آزمون متوقف شده را می‌توان نامعتبر تلقی نمود.

۴-۴-۸ شمارش چرخه‌های بارگذاری

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

۵-۴-۸ بسامد

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

۶-۴-۸ دما

دمای آزمونه در طول مدت آزمون نباید از ۴۰ °C بیش‌تر شود. همچنین دمای آزمایشگاه باید بین ۱۰ °C تا ۳۵ °C باشد، مگر این‌که به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

۷-۴-۸ اعتبار آزمون

در صورت شکست آزمونه در فک‌ها یا در فاصله‌ای معادل دو برابر قطر اسمی آزمونه ($2d$) از فک‌ها یا شروع شکست در قسمت‌های خاصی از آزمونه ناشی از عیوب به وجود آمده از فرایند تولید، آزمون را می‌توان نامعتبر قلمداد نمود.

۹ ترکیب شیمیایی

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

یادآوری- فهرستی از استانداردهای ملی و بین‌المللی برای تعیین ترکیب شیمیایی در پیوست الف آورده شده است.

۱۰ اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی

۱-۱۰ نمونه

شرایط عمومی نمونه طبق بند ۴ به کار گرفته شود. برای اندازه‌گیری مشخصه هندسی مطابق بند ۱۰-۳ طول نمونه باید مناسب باشد.

۲-۱۰ وسایل آزمون

مشخصه‌های هندسی باید توسط ابزاری با حداقل تفکیک‌پذیری زیر اندازه‌گیری شود:

- ۰٫۱ mm برای اندازه‌گیری ارتفاع آج‌های طولی یا عرضی و عمق تورفتگی‌ها برای اندازه‌های ۱ mm یا کمتر؛

- ۰٫۲ mm برای اندازه‌گیری ارتفاع آج‌های عرضی یا طولی و عمق تورفتگی‌ها برای اندازه‌های بزرگ‌تر از ۱ mm ؛

- ۰٫۵ mm برای اندازه‌گیری فاصله بین آج عرضی یا تورفتگی از دو ردیف آج یا تورفتگی عرضی مجاور هم؛

- ۰٫۵ mm برای اندازه‌گیری فاصله بین آج‌های عرضی یا تورفتگی‌ها وقتی هدف تعیین گام (بند ۱۰-۳-۳ و ۱۳-۲-۳)، یا فاصله بین دو نقطه متناظر آج طولی یا اندازه‌گیری گام محصولات سرد تابیده شده (بند ۱۰-۳-۴) باشد؛

- یک درجه برای اندازه‌گیری شیب بین آج عرضی یا تورفتگی با محور طولی میله یا سیم یا شیب جانبی آج. در صورت بروز اختلاف باید از ابزارهای قرائت مستقیم مرسوم مانند کولیس، عمق‌سنج و غیره استفاده کرد.

۳-۱۰ روش‌های آزمون

۱-۳-۱۰ ارتفاع آج‌های عرضی یا عمق تورفتگی‌ها

۱-۱-۳-۱۰ مقدار حداکثر (a_{max})

حداکثر ارتفاع آج‌های عرضی یا عمق تورفتگی‌ها (a_{max}) باید میانگین حداقل سه اندازه‌گیری در هر ردیف از حداکثر ارتفاع آج‌های عرضی یا حداکثر عمق تورفتگی‌ها به صورت مجزا از نمونه‌های سالم و آزمون نشده که برای تعیین مشخصات میل‌گرد، مفتول و سیم استفاده نشده‌اند، باشد.

۱۰-۳-۲ 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 میانگین حداقل سه اندازه‌گیری در این موقعیت‌ها در هر ردیف بر روی آج‌های عرضی یا تورفتگی‌های متفاوت، بر روی نمونه‌هایی که قبلاً برای تعیین مشخصات میل‌گرد، مفتول یا سیم استفاده نشده‌اند، محاسبه شود.

۱۰-۳-۲ ارتفاع آج‌های طولی (a')

ارتفاع آج‌های طولی (a') باید به صورت میانگین حداقل سه اندازه از ارتفاع هر آج طولی در سه موقعیت مختلف اندازه‌گیری شود.

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

فاصله آج‌ها یا تورفتگی‌های عرضی (c) باید از تقسیم طول اندازه‌گیری شده بر تعداد فاصله بین آج‌ها یا بر تعداد برآمدگی‌های بین تورفتگی‌ها به دست آید. طول اندازه‌گیری شده فاصله مرکز یک آج یا تورفتگی و مرکز آج یا تورفتگی دیگر بر روی همان ردیف در امتداد یک خط راست و موازی با محور طولی محصول در نظر گرفته می‌شود. این طول باید:

- حداقل شامل ۱۰ فاصله آج یا برآمدگی بین تورفتگی باشد و/یا؛

- حداقل شامل طول یک گام برای محصولات سرد تابیده شده باشد.

۱۰-۳-۴ تعیین گام آج طولی (P)

گام (P) میل‌گردهای سرد تابیده شده باید برای هر آج طولی، به صورت میانگین فاصله بین دو نقطه متناظر متوالی از یک آج طولی روی خط طولی یکسان، تعیین گردد.

۱۰-۳-۵ مجموع قسمت‌هایی از محیط فاقد آج یا فرورفتگی ($\sum e_i$)

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

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

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

۱۰-۳-۷ شیب جانبی آج عرضی (α)

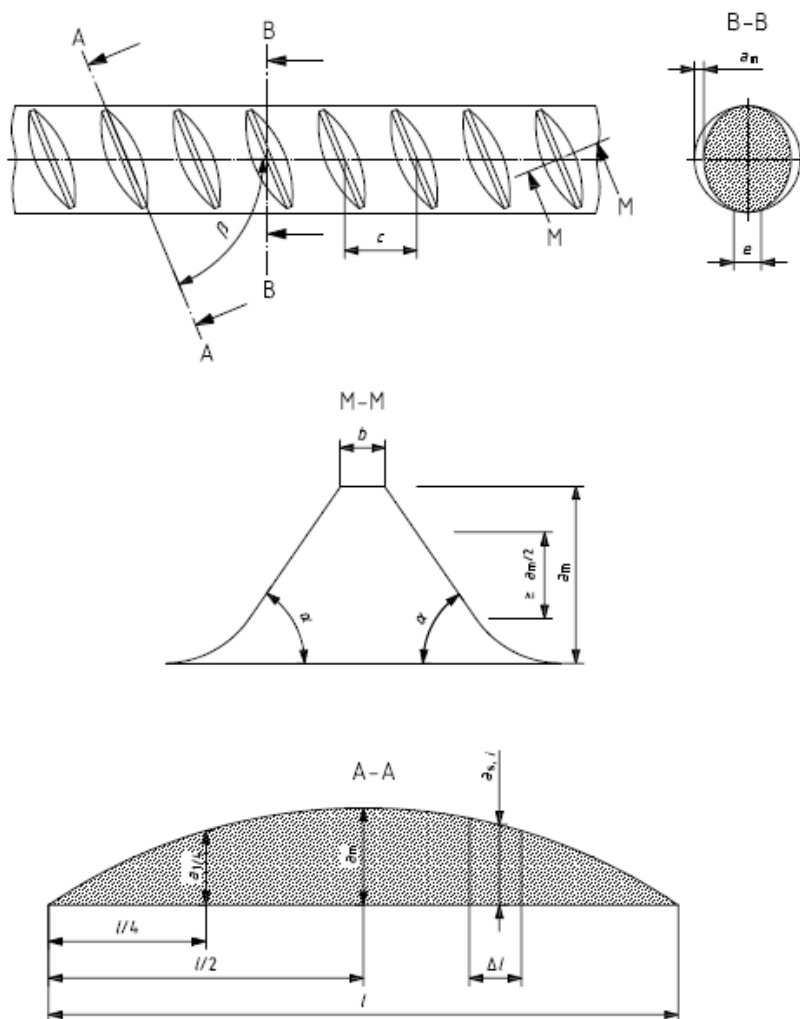
شیب جانبی هر آج عرضی (α) باید به صورت میانگین شیب‌های مجزا روی همان طرفی که آج قرار گرفته، بر روی حداقل ۲ آج عرضی متفاوت در هر ردیف مطابق شکل ۶ (مقطع M-M) بر روی نمونه‌هایی که قبلاً برای تعیین مشخصات میل‌گرد، مفتول یا سیم استفاده نشده‌اند، تعیین شود.

شیب جانبی آج عرضی (α) باید با تعیین مناسب‌ترین خط بین دو نقطه به اندازه کافی دور از هم روی شیب که به خوبی زاویه شیب را نشان دهد، اندازه‌گیری شود. این دو نقطه به گونه‌ای است که زاویه بین دو نقطه انتها و ابتدای شیب از زمینه تا بالاترین نقطه آج عرضی را نشان نمی‌دهد (به شکل ۶ مراجعه شود).

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

پهنای آج عرضی (b) مطابق شکل ۶ (مقطع M-M) 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 و سطح زمینه تعیین شود.



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

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

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

۱-۱۱ مقدمه

برهم کنش بین فولاد و بتن باعث انتقال بار متقابل می‌شود. عامل عمده در اتصال فولاد و بتن، اتصال برشی ناشی از وجود آج‌ها یا تورفتگی‌های روی سطح فولاد تسلیح کننده می‌باشد. در مورد فولاد تسلیح کننده دارای آج یا تورفتگی، رفتار اتصالی توسط روش‌های متفاوت زیر تعیین می‌شود:

- اندازه‌گیری مشخصه‌های هندسی آج‌ها یا تورفتگی‌ها؛
- اندازه‌گیری تاثیر متقابل بین بتن و فولاد تسلیح کننده در آزمون بیرون کشیدن^۱ یا آزمون تیر^۲.

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

۱۱-۲ اندازه‌گیری‌ها

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

۱۱-۳ محاسبه f_R

۱۱-۳-۱ سطح نسبی آج

سطح نسبی آج با فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$f_R = \frac{1}{\pi d} \sum_{i=1}^n \frac{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m F_{R,i,j} \sin B_{i,j}}{c_i} + \frac{1}{P} \sum_{k=1}^q a'_k \quad (۴)$$

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 فوق عبارت $F_R = \sum_{i=1}^p (a_{s,i} \Delta l)$ سطح مقطع طولی یک آج (مطابق شکل ۶) و $a_{s,i}$ میانگین ارتفاع قسمت i ام از یک آج عرضی می‌باشد که به p قسمت با طول Δl تقسیم شده است. عبارت دوم در این فرمول برای میله‌های سرد تابیده شده به کار می‌رود و فقط وقتی مقدار آن تا حداکثر ۳۰٪ مقدار کل f_R باشد باید مد نظر قرار گیرد.

۱۱-۳-۲ فرمول‌های ساده شده

در صورتی که فرمول داده شده در بند ۱۱-۳-۱ به‌طور دقیق با دستگاه‌های مخصوص قابل محاسبه و اندازه‌گیری نباشند، می‌توان از فرمول‌های ساده شده استفاده نمود. این فرمول‌ها به‌طور مثال عبارتند از:

1 - Pull-out

2 - Beam

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

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

که در آن: λ یک ضریب تجربی است که رابطه بین f_R را با شکل هندسی خاص میل گرد، مفتول و سیم نشان می دهد. مقادیر $a_{1/4}$ ، a_m و $a_{3/4}$ باید مطابق بند ۱۰-۳-۱ و مقدار $\sum e_i$ مطابق بند ۱۰-۳-۵ تعیین شوند.

۱۱-۳-۳ فرمول مورد استفاده برای محاسبه f_R

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

۱۱-۴ محاسبه f_P

۱۱-۴-۱ سطح نسبی تورفتگی

سطح نسبی تورفتگی با معادله زیر تعریف می شود:

$$f_P = \frac{1}{\pi d} \sum_{i=1}^n \frac{F_{p,i} \sin \beta_i}{c_i} \quad (9)$$

که در آن n تعداد ردیف تورفتگی ها می باشد.

در فرمول فوق عبارت $F_P = \sum_{i=1}^p (a_{s,i} \Delta x)$ سطح مقطع طولی یک تورفتگی (مطابق شکل ۷) و $a_{s,i}$ میانگین

عمق قسمت i ام از یک تورفتگی می باشد که به p قسمت با طول Δx تقسیم شده است.

۱۱-۴-۲ فرمول های ساده شده

در صورتی که فرمول عمومی داده شده در بند ۱۱-۴-۱ به طور دقیق با دستگاه های مخصوص قابل محاسبه و

اندازه گیری نباشند، می توان از فرمول های ساده شده استفاده نمود. این فرمول ها به طور مثال عبارتند از:

الف - فرمول شبه دوزنقه

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

$$f_p = (a_{1/4} + a_m + a_{3/4})(\pi d - \sum e_i) \frac{1}{4\pi dc} \quad (10)$$

ب- فرمول مستطیلی

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

پ- فرمول سهمی

$$f_p = \frac{2a_m}{3\pi dc} (\pi d - \sum e_i) \quad (12)$$

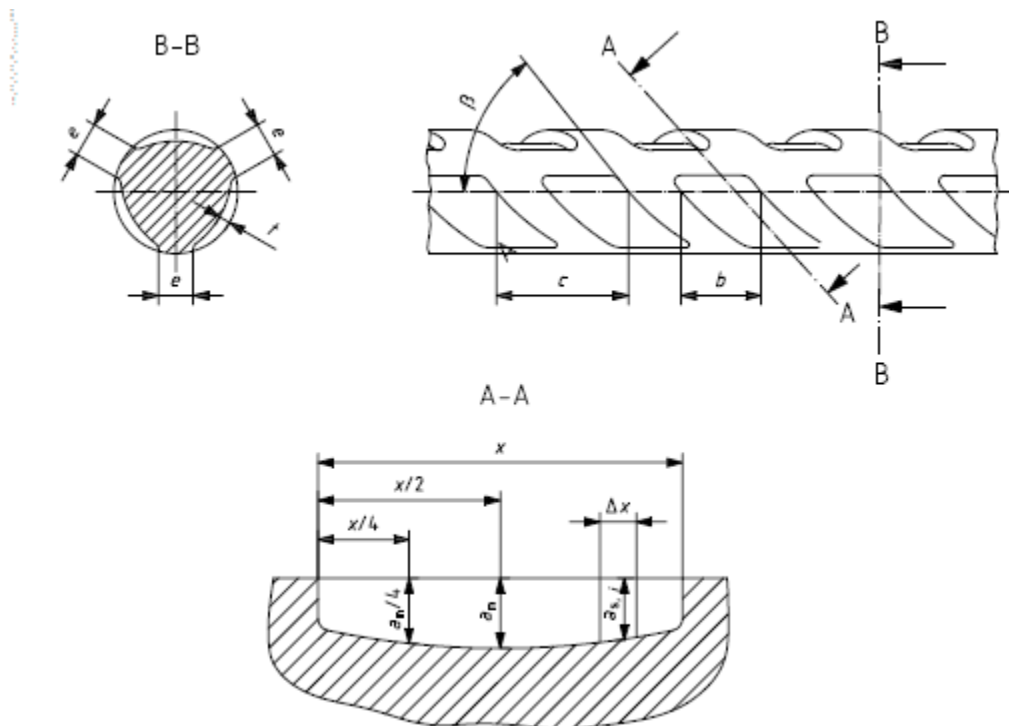
ت- فرمول تجربی

$$f_p = \lambda \frac{a_m}{c} \quad (13)$$

که در آن: λ ضریب تجربی است که رابطه بین f_p را با شکل هندسی خاص میل گرد، مفتول و سیم نشان می دهد. مقادیر $a_{1/4}$ ، a_m و $a_{3/4}$ باید مطابق بند ۱۰-۳-۱ و مقدار $\sum e_i$ مطابق بند ۱۰-۳-۵ تعیین شوند.

۱۱-۴-۳ فرمول مورد استفاده برای محاسبه f_p

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



شکل ۷- تعیین سطح مقطع طولی یک تورفتگی F_p

۱۲ تعیین انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر

۱-۱۲ آزمون

برای تعیین انحراف از مقدار اسمی جرم بر متر باید از آزمون‌هایی استفاده شود که صفحات دو انتهای برش خورده آن عمود بر محور طولی باشند. تغییرات در پروفیل آج/تورفتگی مربوط به نشانه‌گذاری میل‌گرد، مفتول و سیم تقویت کننده ممکن است برای ثابت کردن طول آزمون در نظر گرفته شود.

۲-۱۲ درستی اندازه‌گیری

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

۳-۱۲ روش آزمون

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

۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد ملی؛

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

پ- طول آزاد آزمون؛

ت- نوع آزمون و نتایج مربوطه؛

ث- ذکر استاندارد محصول مربوطه در صورت لزوم؛

ج- هر گونه اطلاعات مفید و تکمیلی در ارتباط با آزمون، تجهیزات و روش آزمون.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۴، فولاد و چدن - تعیین کربن کل - روش وزنی - روش آزمون
- ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۰، فولاد و چدن - تعیین سیلیس کل - روش وزنی، احتراقی - روش آزمون
- ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۱، فولاد و چدن - تعیین مقدار منگنز - روش اسپکتروفتومتری
- ۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۶۲، فولاد و چدن - اندازه گیری گوگرد - روش تیتراسنجی پس از احتراق
- ۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۸۴۶، فولاد و چدن - تعیین مقدار سیلیکون کل - روش اسپکترومتری مولیبدوسیلیکات کاهش یافته - قسمت اول: با محتوی سیلیکون بین ۰/۰۵ تا ۱ درصد
- ۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۸۴، فولاد و آهن اندازه گیری مقدار گوگرد روش وزن سنجی
- ۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۴۴۴، فولاد و آهن - تعیین محتوای گوگرد با استفاده از روش جذبی IR (مادون قرمز) بعد از احتراق در کوره القایی
- ۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۶۹، فولاد و آهن - اندازه گیری مقدار کروم - روش تیتراسیون بصری یا پتانسیومتری
- ۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۰۵، فولاد و چدن - تعیین مقدار نیکل - روش طیف سنجی جذب اتمی شعله ای - روش آزمون
- ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۴، فولاد و چدن - اندازه گیری مقدار مولیبدن - روش اسپکترومتری با استفاده از تیوسیانات
- ۱۱ استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۴۸، فولاد و چدن - روش اندازه گیری مس - روش طیف سنجی جذب اتمی شعله ای - روش آزمون
- ۱۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۶، فولاد - اندازه گیری مقدار نیتروژن - روش اسپکتروفتومتری
- ۱۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۶، فولاد - آزمون خمش
- ۱۴ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۷، فولاد - اندازه گیری مقدار نیوبیم - روش اسپکتروفتومتری PAR
- ۱۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۸۰، فولاد و آهن - تعیین مقدار کربن کل - روش جذب مادون قرمز بعد از احتراق در کوره الکتریکی
- ۱۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۱، فولاد - اندازه گیری مقدار آلومینیوم - روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله ای
- ۱۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۲، فولاد و آهن - اندازه گیری مقدار کروم - روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله ای

- ۱۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷۴۰، فولاد- تعیین مقدار بر- روش اسپکتروفتومتری با استفاده از کورکومین
- ۱۹ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۵، فولاد-اندازه گیری مقدار منگنز-روش اسپکترومتری نشر اتمی- پلاسمای زوج شده القایی
- ۲۰ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۳، فولاد و آهن-اندازه گیری مقدار تیتانیوم -روش اسپکترومتری با استفاده از دی انتی پیریل متان
- ۲۱ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۸، فولاد - تعیین مقدار کلسیم - روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای قسمت اول: تعیین مقدار کلسیم محلول در اسید
- ۲۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۸-۲، فولاد - اندازه گیری کلسیم - روش طیف سنجی اتمی شعله‌ای - قسمت دوم: اندازه‌گیری کلسیم کل
- ۲۳ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۳۰، فولاد-اندازه‌گیری مقدار آنتیموان-روش اسپکترومتری جذب اتمی الکترونرمال
- ۲۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۶۳۰، فولاد و آهن - اندازه‌گیری مقدار منگنز - روش طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای - روش آزمون
- ۲۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۴، فولاد و آهن-اندازه‌گیری مقدار گوگرد -روش اسپکترومتری آبی متیلن
- ۲۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۸، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار نیتروژن- روش تیتراسنجی بعد از تقطیر
- ۲۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۷۰، فولاد و آهن-اندازه‌گیری مقدار فسفر-روش اسپکتروفتومتری فسفو وانادو مولیبدات
- ۲۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۷، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار نیتروژن- روش سنجش هدایت سنجی گرمایی بعد از ذوب در جریانی از گاز بی اثر(روش متداول)
- ۲۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۵، فولاد و آهن-اندازه‌گیری مقدار کبالت -روش اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای
- ۳۰ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۲۹، فولاد-اندازه‌گیری مقادیر بالای کبالت-روش تیتراسیون پتانسیومتری پس از جداسازی توسط انتخابگر یون
- ۳۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۶، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار زیاد گوگرد- روش جذب مادون قرمز پس از احتراق در کوره القایی
- ۳۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۶۳۲-۲، فولاد غیرآلیاژی - تعیین مقدار کربن پایین - قسمت ۲: روش جذب مادون قرمز بعد از سوزاندن در کوره القایی (پیش گرمایش)
- ۳۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۱۷، فولاد و آهن- اندازه‌گیری مقدار کل کربن و گوگرد- روش جذب مادون قرمز پس از احتراق در یک کوره القایی(روش متداول)

- ۳۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۷۹، فولاد و آهن - اندازه گیری مقدار نیتروژن - روش هدایت سنجی گرمایی بعد از ذوب در جریانی از گاز بی اثر
- ۳۵ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۶، فولاد و آهن - اندازه گیری مقدار قلع - روش طیف سنجی جذب اتمی شعله‌ای (استخراج بصورت Sn-SCN)
- ۳۶ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۵۵، فولاد و چدن - اندازه گیری مقدار کروم - روش تیتراسیون غیرمستقیم
- ۳۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۶۳۴، فولاد و آهن - اندازه گیری نه عنصر به روش اسپکترومتری جرمی پلاسمای جفت شده القایی - قسمت اول: اندازه گیری قلع، آنتیموان، سرب و بیسموت
- ۳۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۸۵، فولاد و آهن اندازه گیری اکسیژن روش مادون قرمز بعد از ذوب تحت گاز بی اثر
- ۳۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۶۸، روش معمول برای آنالیز فولادهای پرآلیاژ به وسیله طیف‌سنجی اشعه ایکس با استفاده از روش نزدیک یابی

- 40 ISO 4829-2:1988, Steel and cast iron — Determination of total silicon content — Reduced molybdosilicate spectrophotometric method — Part 2: Silicon contents between 0,01 and 0,05 %
- 41 ISO/TR 4830-4:1978, Steel — Determination of low carbon contents — Part 4: Coulometric method after combustion
- 42 ISO 4938:1988, Steel and iron — Determination of nickel content — Gravimetric or titrimetric method
- 43 ISO 4939:1984, Steel and cast iron — Determination of nickel content — Dimethylglyoxime spectrophotometric method
- 44 ISO 4942:1988, Steel and iron — Determination of vanadium content — N-BPHA spectrophotometric method
- 45 ISO 4946:1984, Steel and cast iron — Determination of copper content — 2,2'-Diquinolyl spectrophotometric method
- 46 ISO 4947:1986, Steel and cast iron — Determination of vanadium content — Potentiometric titration method
- 47 ISO 9647:1989, Steel and iron — Determination of vanadium content — Flame atomic absorption spectrometric method
- 48 ISO/TR 10719:1994, Steel and iron — Determination of non-combined carbon content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace
- 49 ISO 13898-1:1997, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 1: General requirements and sample dissolution
- 50 ISO 13898-2:1997, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 2: Determination of nickel content
- 51 ISO 13898-3:1997, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 3: Determination of copper content
- 52 ISO 13898-4:1997, Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 4: Determination of cobalt content

- 53** ISO/TS 13899-1:2004, Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 1: Determination of Mo content
- 54** ISO 13899-2:2005, Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 2: Determination of Nb content
- 55** ISO/TS 13899-3:2005, Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 3: Determination of W content
- 56** ISO 13900:1997, Steel — Determination of boron content — Curcumin spectrophotometric method after distillation
- 57** ISO/TR 15349-1:1998, Unalloyed steel — Determination of low carbon content — Part 1: Infrared absorption method after combustion in an electric resistance furnace (by peak separation)
- 58** ISO/TR 15349-3:1998, Unalloyed steel — Determination of low carbon content — Part 3: Infrared absorption method after combustion in an electric resistance furnace (with preheating)
- 59** ISO/TR 17055:2002, Steel — Determination of silicon content — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method
- 60** ISO 17058:2004, Steel and iron — Determination of arsenic content — Spectrophotometric method