



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۲۷۲۳-۲

شماره استاندارد

ISIRI

12723-2

1st. Edition

فولادها برای آرماتوربندی بتن - کوپلرهای
آرماتوربندی برای متصل کننده های مکانیکی
میله ها - قسمت ۲: روش های آزمون

**Steels for the reinforcement of concrete -
Reinforcement couplers for mechanical
splices of bars - Part 2: Test methods**

ICS:77.140.15

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* 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 غیر دولتی 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 ذیصلاح 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 شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروروشن (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 پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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. مؤسسه 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 سا زمانها 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) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2 - International Electro technical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد «فولادها برای آرماتوربندی بتن - کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده های مکانیکی میله ها - قسمت ۲: روش های آزمون»

رئیس:

فرنیا ، امیررضا
(فوق لیسانس متالورژی)

سمت و/ یا نمایندگی

دانشگاه تربیت مدرس

دبیر:

احمدی فرد ، مسعود
(لیسانس متالورژی)

شرکت طراحی و تولید قطعات آهنگری ایران خودرو

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی فرد ، محمد رضا
(لیسانس مکانیک)

شرکت ریخته گری و آهنگری دنده فن آور

امینی ، شهرروز
(لیسانس مکانیک)

شرکت ایتراک

امینی راد ، محمد حسین
(لیسانس متالورژی)

شرکت فولاد آلیاژی ایران

بهجتی ، مهدی
(لیسانس متالورژی)

آزمایشگاه متالورژی پژوهشکده جهاد کشاورزی

شیرزادی ، سعید
(فوق لیسانس متالورژی)

شرکت مدیریت ساخت صنایع شهید شاه آبادی

شیرزادی ، مهدی
(لیسانس متالورژی)

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شیرین آبادی ، رحیم
(لیسانس متالورژی)

شرکت طراحی و تولید قطعات آهنگری ایران خودرو

علیدوست ، هژیر
(لیسانس متالورژی)

مجتمع فولاد هرمزگان

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

گلنواز ، محدثه
(لیسانس مکانیک)

شرکت صنعتی نیرومحرکه

مافی ، سیامک
(لیسانس متالورژی)

شرکت صنایع فورج البرز

متین ، مهرداد
(لیسانس متالورژی)

شرکت آریا سایان

محمدی ، امیراحمد
(فوق لیسانس متالورژی)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

مقصودپور ، عادل
(دکترای مکانیک)

شرکت ژرف اندیشان فیدار

نظام آبادی ، محمد
(لیسانس مکانیک)

شرکت ایده گستر کاوه

هنرور ، مهدی
(لیسانس متالورژی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ح	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ علامت ها
۲	۵ آزمون متصل کننده های مکانیکی
۲	۱-۵ کلیات
۳	۲-۵ آماده سازی آزمون ها
۴	۳-۵ آزمون کشش
۵	۴-۵ آزمون لغزش
۸	۵-۵ آزمون خستگی سیکل بالا
۱۰	۶-۵ آزمون خستگی سیکل پایین
۱۳	۷-۵ شناسایی و علامت گذاری
۱۳	۶ گزارش آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد « فولادها برای آرماتوربندی بتن - کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده های مکانیکی میله ها - قسمت ۲: روش های آزمون » که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در پانصد و چهاردهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۸۸/۱۲/۱۸ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 15835-2 : 2009, Steels for the reinforcement of concrete - Reinforcement couplers for mechanical splices of bars - Part 2: Test methods.

فولادها برای آرماتوربندی بتن-کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده های مکانیکی میله ها- قسمت ۲: روش های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش های آزمون قابل اجرا برای کوپلرهای^۱ متصل کننده های مکانیکی^۲ میله های آرماتور فولادی^۳ می باشد. این استاندارد **در ارتباط با** استانداردهای مختلف میله های آرماتور و نیز استانداردهای طراحی مختلف بتن مسلح کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ فولادها برای آرماتوربندی بتن-کوپلرهای آرماتوربندی جهت متصل کننده های مکانیکی میله ها- قسمت ۱: الزامات

2-2 ISO 7500-1, Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines-Part 1: Tension/compression testing machines-Verification and calibration of the force measuring system

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

2-4 ISO 15630-1, Steel for the reinforcement and prestressing of concrete-Test methods-Part1: Reinforcing bars, wire rod and wire

2-5 ISO 16020, Steel for the reinforcement and prestressing of concrete - Vocabulary

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره و استاندارد ISO 16020 به کار می رود.

1 - Couplers
2 - Mechanical splices
3 - Steel reinforcing bars

۴ نمادها

به جدول ۱ مراجعه کنید .

جدول ۱- علامت ها

نشان گذاری	واحد	نماد
درصد ازدیاد طول کلی در نیروی کششی حداکثر، F_{max}	%	A_{gt}
قطر نامی میله آرماتور	mm	d
ضریب ارتجاعی نامی میله آرماتور	MPa ^{الف}	E
طول اتصال مکانیکی، همان طوری که در استاندارد ملی ایران شماره تعیین شده است.	mm	L
طول کوپلر	mm	L_1
طول سنجه	mm	L_g
تعداد معین سیکل های بار در آزمون خستگی بار محوری	-	N
مقدار استحکام تسلیم مشخصه (یا نامی) تعیین شده میله آرماتور	MPa	$R_{eH, spec}$
ازدیاد طول الاستیک محاسبه شده میله متصل نشده	mm	ΔL_e
ازدیاد طول کلی میله متصل شده اندازه گیری شده مطابق با ازدیاد طول طول سنجه	mm	ΔL_g
لغزش متصل کننده مکانیکی	mm	ΔL_s
کرنش در استحکام تسلیم نامی	%	ϵ_y
محدوده تنش برای آزمون خستگی سیکل بالا	MPa	$2\sigma_a$
تنش حداکثر در آزمون خستگی بار محوری	MPa	σ_{max}
تنش حداقل در آزمون خستگی بار محوری	MPa	σ_{min}
الف ^۲ MPa = N/mm ^۲		

۵ آزمون متصل کننده های مکانیکی

۵-۱ کلیات

کلیه آزمون ها باید روی متصل کننده های مکانیکی که برای استفاده عادی با روش مشابه مونتاژ شده اند، انجام بگیرد. به بند ۵-۲ مراجعه کنید.

مدارک دستورالعمل نصب کوپلر باید در دسترس آزمایشگاه آزمون باشد.

میله مرجع حاصل از ذوب مشابه^۱، باید به منظور تعیین خواص مکانیکی واقعی آن آزمون شود. روش های آزمون پوشش داده شده توسط این استاندارد عبارت اند از :

الف- آزمون کشش ؛

ب- آزمون لغزش ؛

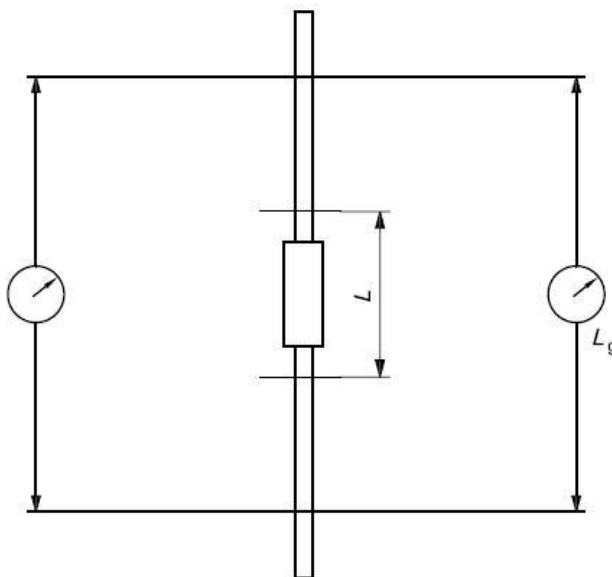
پ- آزمون خستگی سیکل بالا ؛

ت- آزمون های خستگی سیکل پایین .

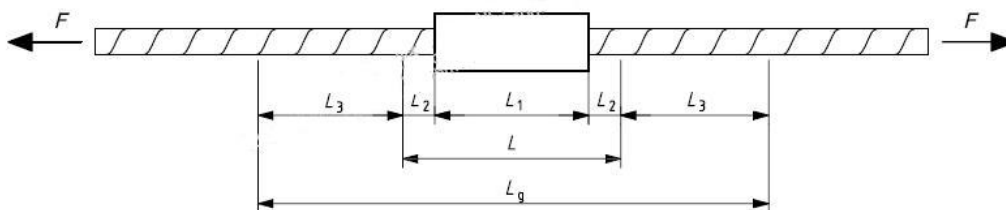
عملکرد متصل کننده های مکانیکی ممکن است وابسته به هندسه آج^۲ میله های آرماتور فولادی باشد. هندسه آج تعیین شده میله آزمون باید توسط فروشنده تهیه و همراه با نتایج آزمون ثبت شود.

1 - Same heat
2 - Rib geometry

اصول اندازه گیری و هندسه اندازه گیری ازدیاد طول در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱- اصول اندازه گیری



راهنما

F نیروی به کار رفته

L طول متصل کننده مکانیکی (به استاندارد ملی ایران شماره مراجعه کنید).

L_1 طول کوپلر

L_2 $2d$ که در آن d ، قطر نامی میله های آرماتور می باشد.

L_g طول سنجه کلی، در محدوده $L_1 + 8d$ تا $L_1 + 10d$

شکل ۲- تعریف طول ها برای اندازه گیری ازدیاد طول های متصل کننده مکانیکی

۵-۲ آماده سازی آزمون ها

آزمون ها باید مطابق با دستورالعمل های نصب مکتوب توسط فروشنده کوپلر، مونتاژ و آماده شوند.

کوپلر باید در مرکز^۱ آزمون قرار بگیرد.

آزمون برای آزمون کشش، جهت اطمینان از وجود طول آزاد بین بست های^۲ دستگاه آزمون، باید آن قدر^۳ بلند باشد که امکان تعیین A_{gt} وجود داشته باشد. طول آزاد کافی حداقل آزمون، برحسب میلی متر، برای

- 1 - Middle
- 2 - Grips
- 3 - Sufficiently

آزمون کشش $L+400$ می باشد که در آن L ، طول متصل کننده مکانیکی است (همان طوری که در استاندارد ملی ایران شماره تعیین شده است).

آزمونه برای آزمون لغزش، ممکن است دارای طول آزاد^۱ کوتاه تر از آزمونه برای آزمون کشش باشد. به هر حال طول آزاد، برحسب میلی متر، نباید کمتر از $L+250$ باشد.

طول سنجه^۲ به منظور تعیین A_{gt} برای هر دو میله، باید خارج از طول متصل کننده مکانیکی قرار داده شود (به استاندارد ملی ایران شماره مراجعه کنید).

آزمونه ها برای آزمون های خستگی باید آن قدر بلند باشند که اطمینان از وجود طول آزاد بین بست های دستگاه آزمون، که بزرگتر از طول متصل کننده مکانیکی است، حاصل شود.

۵-۳ آزمون کشش

۵-۳-۱ کلیات

استحکام و چقرمگی به وسیله وسایل^۳ آزمون کشش تعیین می شوند. آزمونه های حاصل از آزمون لغزش ممکن است برای این آزمون به کار روند.

۵-۳-۲ تجهیزات آزمون

تجهیزات آزمون باید مطابق با استاندارد ISO 15630-1 باشند.

۵-۳-۳ روش اجرایی آزمون^۴

آزمون باید مطابق با استاندارد ISO 15630-1 انجام بگیرد.

A_{gt} در میله متصل شده باید آزمون شود و مطابق با استاندارد ISO 15630-1، در خارج از طول متصل کننده مکانیکی (همان طوری که در استاندارد ISO 15630-1 تعیین شده است) در دو طرف اتصال^۵ اندازه گیری شود. هر دو مقدار باید ثبت شوند و بزرگترین مقدار به منظور ارزیابی انطباق به کار رود. برای محاسبه تنش ها، سطح مقطع عرضی نامی میله های آرماتور باید به کار رود.

۵-۳-۴ نحوه و موقعیت شکست^۶

موقعیت شکست باید به صورت یکی از دو موقعیت زیر گزارش شود.

الف- در محدوده طول متصل کننده مکانیکی، همان طوری که در استاندارد ISO 15630-1 تعیین شده است.

ب- خارج از طول متصل کننده مکانیکی، همان طوری که در استاندارد ISO 15630-1 تعیین شده است.

1 - Free length

2 - Gauge length

3 - Means of

4 - Test procedure

5 - Connection

6 - Failure mode and location

در صورت درخواست، نحوه شکست باید گزارش شود.

۵-۴-۴-۵ آزمون لغزش

۵-۴-۵-۱ کلیات

لغزش باید به صورت کلی، مطابق با شکل ۱، اندازه گیری شود. در صورتی که کوپلر شامل بیش از یک قسمت انتقال بار^۱ باشد، توصیه می شود اندازه گیری لغزش اضافی بین هر قسمت حامل بار^۲ نیز انجام بگیرد. اندازه گیری لغزش باید از بزرگترین اندازه خارجی و مجموع اندازه های هر قسمت انجام بگیرد.

تعیین اندازه لغزش، ΔL_s ، مطابق با انتخاب ۱ بند ۵-۳-۱ (به استاندارد ISO 15630-1 مراجعه کنید)، برای هر موقعیت، با معادله (۱) تعیین می شود.

$$\Delta L_s = \Delta L_t - \Delta L_e \quad (1)$$

از دیاد طول الاستیک^۳ میله متصل نشده، ΔL_e ، با معادله (۲) تعیین می شود.

$$\Delta L_e = \frac{\sigma}{E} \times L_g \quad (2)$$

که

$$\sigma = \frac{F}{\pi d^2}$$

که در آن F ، نیروی به کار رفته است.

برای فولاد کربنی و میله های آرماتور فولاد کم آلیاژی، مقدار E باید 210×10^5 MPa باشد.

یادآوری - به واسطه این انتخاب، سختی کاهش یافته^۴ متصل کننده، توسط مفصل سخت جبران می شود. نتیجه آزمون می تواند در موارد خاص، به صورت لغزش منفی ثبت شود.

تعیین اندازه لغزش، ΔL_s ، مطابق با انتخاب ۲ بند ۵-۳-۱ (به استاندارد ملی ایران شماره مراجعه کنید) برای هر موقعیت، توسط معادله (۳) تعیین می شود.

$$\Delta L_s = L_{g2} - L_{g1} \quad (3)$$

که در آن، L_{g2} ، طول اندازه گیری شده، L_g ، پس از بارگذاری است.

که در آن، L_{g1} ، طول اندازه گیری شده، L_g ، پیش از بارگذاری است.

۵-۴-۵-۲ تجهیزات آزمون

دستگاه آزمون کشش به کار رفته، باید مطابق با استاندارد ISO 15630-1 باشد.

-
- 1 - Load-transferring part
 - 2 - Load-carrying part
 - 3 - Elastic elongation
 - 4 - Reduced stiffness

دستگاه کشش سنج^۱ به کار رفته، باید مطابق با استاندارد ISO 9513، کلاس ۲ یا بهتر باشد. دستگاه کشش سنج به کار رفته برای تعیین لغزش، باید حداقل نوع دو نقطه (میانگین) باشد، اما نوع سه نقطه (میانگین) ارجح است.

دستگاه اندازه گیری لغزش باید دارای صلیبیت^۲ کافی باشد و به طور مطمئن تثبیت شده باشد^۳، به طوری که لغزش بتواند با صحت^۴ بیشتر از ۰٫۰۱ mm اندازه گیری شود.

توصیه می شود این صحت به صورت دوره ای (برای مثال سالانه و همواره در صورتی که تغییر در شرایط آزمون وجود دارد) با انجام آزمون روی میله کنترل با طول سنج مشابه، بازرسی شود. صحت اندازه گیری به صورت مجموع صحت کشش سنج (همان طوری که توسط سازنده آن توضیح داده شده است) به علاوه خطایی که می تواند توسط وسایل تثبیت کننده تولید شود، محاسبه می شود. در صورتی که اندازه گیری لغزش تحت بار انجام بگیرد، صحت اندازه گیری، اختلاف بین ازدیاد طول الاستیک اندازه گیری شده و محاسبه شده، می باشد. در صورتی که اندازه گیری پس از برداشتن بار^۵ انجام بگیرد، صحت اندازه گیری، خواندن اندازه پس از بار برگشته^۶ به صفر می باشد.

۵-۴-۳ روش اجرایی آزمون

آزمونه باید در تجهیزات آزمون به طور محکم گرفته شود؛ به نحوی که بار به طور محوری انتقال یافته و تا حد امکان عاری از هرگونه گشتاور خمشی در تمام طول آزمونه باشد.

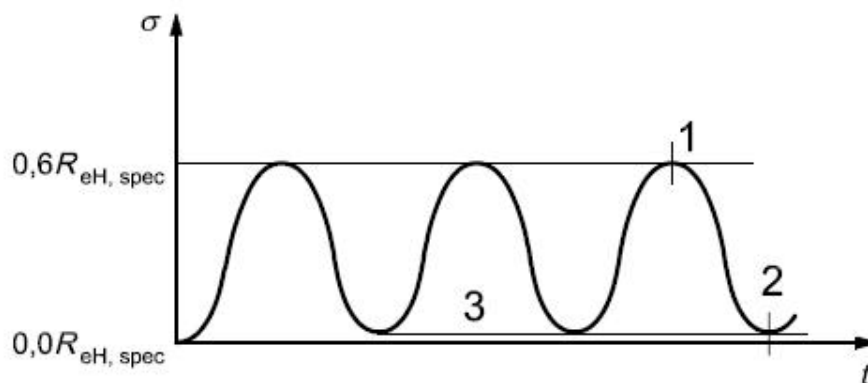
توصیه می شود اندازه گیری لغزش بدون هرگونه بارگذاری اولیه آزمونه باشد. در صورتی که بارگذاری اولیه جزئی برای **چفت کردن** میله غیرقابل اجتناب باشد، تنش بارگذاری اولیه در میله باید کمتر از ۴MPa باشد و مشابه با اندازه گیری لغزش، در صورت وجود، باید یادآوری شده و در گزارش آزمون آورده شود.

یادآوری ۱- بارگذاری اولیه آزمونه، معمولاً بیشترین لغزش بیرونی^۷ را خواهد داشت. بارگذاری اولیه معمولاً برای میله های متصل شده در سازه اتفاق نمی افتد.

گیج ها باید پس از بسته شدن فک های دستگاه آزمون کشش، روی صفر قرار داده شوند. چرخه سیکل بارگذاری آزمون به منظور آزمون تعیین صلاحیت باید مطابق با اصول نشان داده شده در شکل ۳ انجام بگیرد.

یادآوری ۲- آزمون تعیین صلاحیت، شامل آزمون های انجام گرفته به منظور دستیابی به مشخصات متصل کننده مکانیکی می باشد.

- 1 - Extensometer
- 2 - Rigid
- 3 - Fixed securely
- 4 - Accuracy
- 5 - Load release
- 6 - Returned
- 7 - Take most of the slip out



راهنما

σ تنش

t زمان

1 تنش ها برای اندازه گیری انتخاب ۱

2 تنش ها برای اندازه گیری انتخاب ۲

3 مقدار هدف $0,02 R_{eH, spec}$

شکل ۳- سیکل بارگذاری آزمون لغزش

در صورتی که انتخاب ۱ آزمون بند ۵-۳-۱ (به استاندارد ملی ایران شماره مراجعه کنید) به کار می رود، لغزش باید در تنشی به میزان $0,6 R_{eH, spec}$ حداقل، اندازه گیری شود؛ که در آن $R_{eH, spec}$ استحکام تسلیم حداقل تعیین شده میله پس از سه سیکل بار است. نیروی به کار رفته باید با استفاده از سطح مقطع عرضی نامی میله های آرماتور تعیین شود.

تنش های به طور موثر به کار رفته جهت رسیدن به $0,6 R_{eH, spec}$ ، نباید به بیشتر از $\pm 3\%$ از این مقدار انحراف یابد.

سرعت حداکثر پیشنهادی بارگذاری، 500 MPa/min است .

در صورتی که انتخاب ۱ (به استاندارد ملی ایران شماره مراجعه کنید) برای آزمون به کار رود، ازدیاد طول میله متصل شده، زمانی که تنش معین در سیکل بار سوم حاصل شد، باید ثابت شود. لغزش باید با استفاده از معادله (۱) محاسبه شود.

در صورتی که انتخاب ۲ (به استاندارد ملی ایران شماره مراجعه کنید) برای آزمون به کار رود، لغزش می تواند به صورت طول اندازه گیری شده پس از باربرداری منهای طول اندازه گیری شده پیش از بارگذاری با استفاده از معادله (۳) باشد.

انتخاب ها نباید با هم تعویض^۱ شوند.

در صورتی که آزمون تعیین صلاحیت اثبات کند که اختلاف بین سیکل های یک و سه کمتر از 10% است، فقط سیکل یک می تواند برای آزمون پذیرش به کار رود.

1 - Interchanged

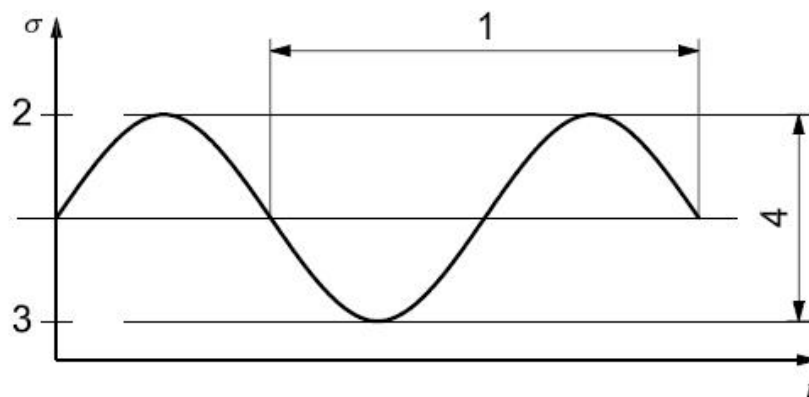
۵-۵ آزمون خستگی سیکل بالا

۵-۵-۱ اصول آزمون

عملکرد خستگی میله متصل شده مکانیکی، معمولاً پایین تر از میله متصل نشده خواهد بود. هدف از انجام آزمون خستگی متصل کننده های مکانیکی میله های آرماتور، تعیین استحکام خستگی متصل کننده مکانیکی است.

در آزمون خستگی با بارمحموری، آزمونه تحت نیروی کشش محوری است که به طور دوره ای^۱، مطابق با شکل موج سینوسی^۲ بسامد ثابت در محدوده الاستیک تغییر می کند (به شکل ۴ مراجعه کنید).

آزمون خستگی سیکل بالاممکن است به عنوان جایگزین آزمون در هوا، با متصل کننده مکانیکی بتن ریزی شده^۳ در **تیر سفارشی (تیر خاص)**^۴ انجام بگیرد. شرایط، شامل روش اجرایی آزمون تحت مقررات ملی هستند.



راهنما

σ تنش

t زمان

1 سیکل بار

2 سطح تنش بالایی

3 سطح تنش پایینی

4 محدوده تنش ($2\sigma_a$)

شکل ۴- نمودار سیکل بارگذاری آزمون خستگی سیکل بالا

۵-۵-۲ تجهیزات آزمون

آزمون خستگی باید تحت کنترل نیرو انجام بگیرد.

- 1 - Cyclically
- 2 - Sinusoidal wave-form
- 3 - Concreted
- 4 - Purpose-made beam

دستگاه آزمون خستگی باید مطابق با استاندارد ISO 7500-1 کالیبره شود، صحت باید $\pm 1\%$ یا بهتر باشد، و دستگاه باید توانایی نگهداری سطح تنش بالا σ_{max} ، به میزان $\pm 2\%$ مقدار تعیین شده و سطح تنش پایین تر، σ_{min} ، به میزان $\pm 2\%$ مقدار تعیین شده را داشته باشد.

۵-۵-۳ روش اجرایی آزمون

۵-۵-۳-۱ **گیرش** آزمون در تجهیزات آزمون

آزمون باید در تجهیزات آزمون، محکم گرفته شوند، به طوری که نیرو به صورت محوری انتقال یافته و تاحد امکان عاری از هرگونه گشتاور خمشی در کل آزمون باشد.

۵-۵-۳-۲ بسامد^۱ و دما

بسامد سیکل های بار باید در طی آزمون و نیز در طی مجموعه آزمون ها ثابت باشد. بسامد باید بین ۱ Hz و ۲۰۰ Hz باشد.

یادآوری - بسامد کمتر از ۶۰ Hz، معمولاً دمای قابل قبول نمونه ها در سرتاسر آزمون را ارائه می کند.

دمای آزمون نباید بیشتر از 40°C در سرتاسر آزمون باشد. توصیه می شود دما در آزمایشگاه آزمون بین 18°C و 30°C باشد.

۵-۵-۳-۳ پایان یابی آزمون

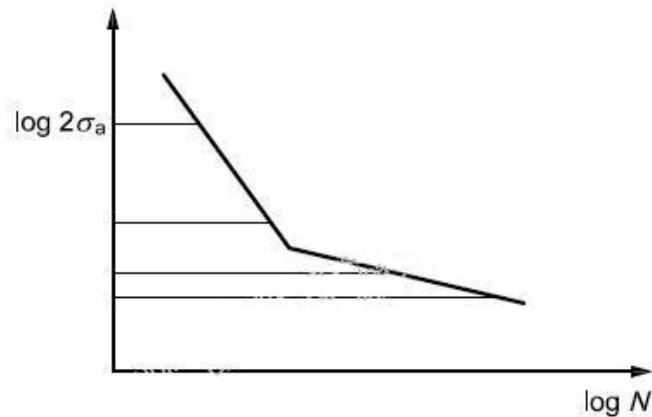
آزمون به محض شکست آزمون یا دست یابی به مقدار معین سیکل ها بدون شکست، پایان یافته است. در صورتی که آزمون خارج طول متصل کننده مکانیکی مردود شود (مطابق با استاندارد ملی ایران)، متصل کننده مکانیکی هنوز سالم^۲ است و طول میله کافی برای مهار نمودن باقی مانده است^۳، ممکن است آزمون پس از مهار مجدد آزمون ادامه یابد.

۵-۵-۴ نمودار S-N

نمودار S-N متصل کننده مکانیکی، باید با انجام حداقل ۱۲ آزمون خستگی تعیین شود. در صورتی که محدوده نوع مشابه متصل کننده مکانیکی آزمون شده باشد، کوچکترین اندازه، بزرگترین اندازه و اندازه میانی^۴ باید آزمون شود. آزمون ها باید از چهار محدوده تنش با سطح **تنش بالایی** σ_{max} ، $0.6 R_{eH,spec}$ انجام بگیرد. حداقل سه آزمون از هر محدوده تنش باید آزمون شود.

-
- 1 - Frequency
 - 2 - Intact
 - 3 - Left for
 - 4 - Intermediate size

محدوده های تنش انتخاب شده باید طوری باشند که شیب دو خطی که نمودار S-N را شکل می دهند، بتواند ایجاد شود (به شکل ۵ مراجعه کنید).
مقادیر نمودار S-N باید توسط **آنالیز برگشت**^۱ براساس حدود پایین تر از ۱۰٪ چارک^۲ تعیین شود.



راه‌نما

$2\sigma_a$ محدوده تنش برای آزمون خستگی سیکل بالا

N تعداد معین سیکل های بار در آزمون خستگی بار محوری

شکل ۵- شکل رایج^۳ نمودار S-N

یادآوری - تعیین نمودار S-N انتخابی است و در استاندارد ملی ایران شماره الزامی نیست.

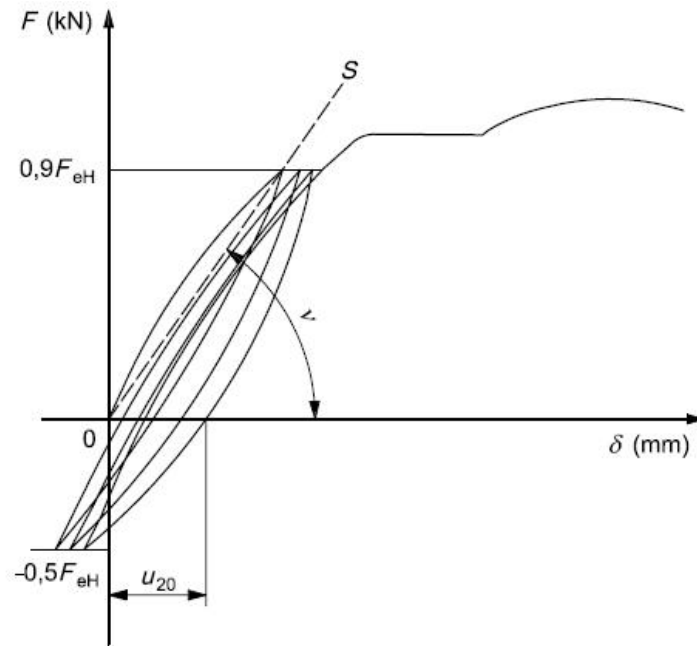
۵-۶ آزمون بارگذاری سیکل پایین

۵-۶-۱ آزمون کشش و فشار متناوب تنش های بالا در متصل کننده مکانیکی

هدف از انجام این آزمون، شبیه سازی بارگذاری معکوس الاستیک سیستم آرماتور در طی زلزله در مقیاس متوسط^۴ می باشد (رده S_2).
آزمون باید مطابق با آن چه که از این پس تشریح شده است، انجام بگیرد.

معیار اندازه گیری باید سرتاسر متصل کننده مکانیکی نصب شده باشد.
برنامه بارگذاری: از تنش صفر تا کشش $0.9 R_{eH,spec}$ و افت تا فشار $20,0/5 R_{eH,spec}$ مرتبه به طور متناوب، همراه با کشیدن آزمون تا زمانی که بشکند. به شکل ۶ مراجعه کنید.

-
- 1 - Regression analysis
 - 2 - Quartile
 - 3 - Typical form
 - 4 - Moderate scale earthquake



راهنما

F	نیرو
F_{eH}	$A_s R_{eH, spec}$
S	$E_s A_s / L_1$ که در آن $E_s = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$
u_{20}	ازدیاد طول باقی مانده پس از ۲۰ سیکل
δ	مقدار ازدیاد طول
v	$\arctan S$

شکل ۶- آزمون کشش و فشار متناوب برای تنش های بالا در متصل کننده مکانیکی

۵-۶-۲ آزمون کشش و فشار متناوب کشش های بزرگ در متصل کننده مکانیکی

هدف از انجام این آزمون، شبیه سازی بارگذاری معکوس الاستیک-پلاستیک بزرگ سیستم آرماتور در طی زلزله شدید (رده S_2) می باشد، به شکل ۷ مراجعه کنید.

سنجه اندازه گیری باید سرتاسر متصل کننده مکانیکی نصب شده باشد.

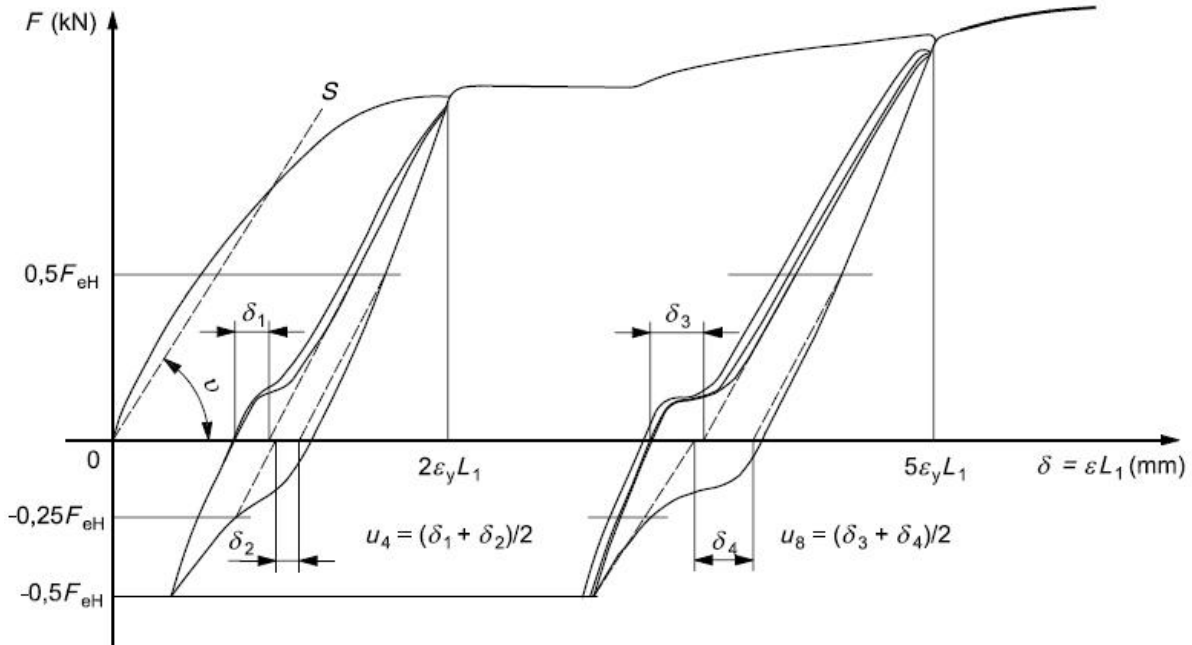
آزمون الزامات عملکردی متصل کننده های مکانیکی، باید دارای برنامه بارگذاری به شرح زیر باشد.

از کرنش صفر تا دو برابر کرنش کششی تسلیم^۱ (کرنش استحکام تسلیم نامی)، همراه با انتقال^۲ به کرنشی برابر تنش فشاری $0,5R_{eH, spec}$ ، چهار مرتبه به طور تناوبی انجام می گیرد. پس از آن، از کرنش صفر تا پنج برابر کرنش کششی تسلیم، بسته به انتقال به کرنشی برابر تنش فشاری $0,5R_{eH, spec}$ ، چهار مرتبه به طور تناوبی، بسته به کشیدن آزمون تا گسیختگی انجام می گیرد، به شکل ۷ مراجعه کنید.

1 - Yield strain in tension

2 - Downloading

برای فولادهای آرماتور (تقویت شده) که کرنش تسلیم تعریف نشده است (یعنی جایی که هیچ نقطه واضحی روی منحنی تنش-کرنش به منظور تعیین شروع تسلیم وجود ندارد)، ε_y ممکن است به صورت کرنش معادل با محدوده ۰٫۲٪ بیان شود.



راهنما

F	نیرو
F_{eH}	$A_s R_{eH, spec}$
L_1	طول کوپلر
S	$E_s A_s / L_1$ که در آن $E_s = 2 \times 10^5$ MPa
u_4	ازدیاد طول باقی مانده پس از ۴ سیکل
u_8	ازدیاد طول باقی مانده پس از ۸ سیکل
δ	مقدار ازدیاد طول

δ_1 مقدار ازدیاد طول است که توسط فاصله بین دو نقطه تقاطع روی محور افقی، که خطوط موازی S، قرار گرفته در سطح بارگذاری $0.5F_{eH}$ و سطح بارگذاری معکوس $-0.25F_{eH}$ را قطع می کند، سپس بارگذاری تناوبی چهارمرتب به با ε_y انجام می گیرد.

δ_2 مقدار ازدیاد طول است که توسط فاصله بین دو نقطه تقاطع روی محور افقی، که خطوط موازی S، قرار گرفته در سطح بارگذاری $0.5F_{eH}$ و سطح بارگذاری معکوس $-0.25F_{eH}$ را قطع می کند، سپس بارگذاری تناوبی چهارمرتب به با ε_y انجام می گیرد.

δ_3 و δ_4 مقادیر ازدیاد طول حاصل از روش مشابه است به طوری که δ_1 و δ_2 پس از چهار مرتبه بارگذاری تناوبی با ε_y کرنش در نتیجه استحکام تسلیم نامی

$$v = \arctan S$$

شکل ۷- آزمون کشش و فشار متناوب برای کرنش های پلاستیک بزرگ در متصل کننده مکانیکی

۵-۷ شناسایی^۱ و علامت گذاری

شناسایی و علامت گذاری کوپلرها، به منظور خوانایی آن ها، باید به صورت چشمی بازرسی شود. علامت گذاری های آزمون باید در گزارش آزمون تشریح شود.

۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد .

الف- ارجاع به این استاندارد (پس از اخذ مجوز از سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران) ؛

ب- نام آزمایشگاه ؛

پ- نام سازمان سفارش دهنده آزمون (شامل تاریخ) ؛

ت- نام شخصی که آزمون را تهیه کرده است ؛

ث- استاندارد و گرید آرماتور برای آن چه که آزمون تهیه شده است ؛

ج- اندازه نامی میل ؛

چ- هندسه آج میل ؛

ح- نام فروشنده کوپلر و علامت گذاری روی کوپلر (اندازه، نوع و شماره محموله، خوانا بودن شماره محموله)؛

خ- جزئیات مونتاژ آزمون (ها) (برای مثال مقدار گشتاور به کار رفته، دما)

د- قطر و طول کوپلر ؛

ذ- نیروی به کار رفته برای آزمون لغزش ؛

ر- مقادیر لغزش به دست آمده ؛

ز- استحکام کششی به دست آمده ؛

ژ- موقعیت گسیختگی (یعنی در میل، در سطح مشترک میل/کوپلر یا کوپلر) ؛

س- A_{gt} به دست آمده، شامل نمودارهای^۲ ازدیاد طول-بار یا تنش-کرنش، ثبت پیوسته اطلاعات سراسر

آزمون را نشان می دهد ؛

ش- نتایج آزمون خستگی یا سیکل پایین در جایی که مناسب است ؛

ص- نام اپراتور آزمایشگاه ؛

ض- نام و امضاء شخص مسئول تهیه گزارش آزمون.

1 - Identification

2 - Plots