INSO
17321-1
1st. Edition
2012

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱-۱۷۳۲۱
چاپ اول
۱۳۹۰

خواص مکانیکی مقاومت به خوردگی اتصالات از جنس فولاد زنگ‌نزن- قسمت ۱: پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه

Mechanical properties of corrosion resistant stainless steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs

ICS:21.060.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، 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 می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]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 بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها 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 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

« خواص مکانیکی مقاومت به خوردگی اتصالات از جنس فولاد زنگ‌نزن- قسمت ۱: پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه »

رئیس	**سمت و/ یا نمایندگی**
قزلباش، پریچهر (لیسانس فیزیک کاربردی)	سازمان ملی استاندارد ایران
دبیر	
محمدی، ساسان (دکتری مهندسی مکانیک)	شرکت بهبود کیفیت شریف
اعضاء	
بهشتی تهرانی، پیام (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	شرکت ایران پیچکار
توکلی، رضا (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت فونتانا
جوادی، رضا (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت کوبن کار
جوادی، محمد (لیسانس مدیریت)	جامعه پیچ و مهره‌سازان
حسینی، سید مسعود (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت ایران پیچکار
خوشنویسان، سهیلا (لیسانس مهندسی مکانیک)	سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
خزائلی، آتوسا (لیسانس مهندسی متالورژی)	آزمایشگاه همکار آزمون صنعت قائم
زمانی نژاد، امیر (فوق لیسانس مهندسی متالورژی)	سازمان ملی استاندارد ایران
فریدونی، مهدی (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت ایران توحید
محرمی، مهرداد (فوق لیسانس مهندسی مواد)	مرکز پژوهش متالورژی رازی
نوروزی زاده، حمیرا (لیسانس مهندسی مکانیک)	شرکت مهندسی و بهبود کیفیت شریف

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
	پیش‌گفتار	ه
	مقدمه	و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۲
۳	نمادها و اختصارات	۲
۴	شناسه گذاری، نشانه گذاری و پرداخت نهایی	۳
۵	ترکیب شیمیایی	۷
۶	خواص مکانیکی	۹
۷	آزمون ها	۱۱
پیوست الف	(الزامی) رزوه خارجی- محاسبه سطح تنش	۱۷
پیوست ب	(اطلاعاتی) شرح گروه ها و رده های فولاد زنگ نزن	۱۸
پیوست پ	(اطلاعاتی) ویژگی های ترکیب فولاد زنگ نزن	۲۱
پیوست ت	(اطلاعاتی) فولادهای زنگ نزن برای کله زنی سرد و اکسترود	۲۴
پیوست ث	(اطلاعاتی) فولاد زنگ نزن آستنیتی با مقاومت خاص برای کلراید که سبب خوردگی تنشی شده است	۲۶
پیوست ج	(اطلاعاتی) خواص مکانیکی در دماهای بالاتر؛کاربرد در دماهای پایین	۲۷
پیوست چ	(اطلاعاتی) نمودار زمان – دما خوردگی بین دانه ای در فولادهای زنگ نزن آستنیتی رده A2 (فولادهای 8/8)	۲۸
پیوست ح	(اطلاعاتی) خواص مغناطیسی فولادهای زنگ نزن آستنیتی	۲۹
کتاب نامه		۳۰

پیش‌گفتار

استاندارد "خواص مکانیکی مقاومت به خوردگی اتصالات از جنس فولاد زنگ‌نزن- قسمت ۱: پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در هفتصد و چهل و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۰/۱۲/۲۴ 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 3506-1: 2009, Mechanical properties of corrosion resistant stainless steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs

مقدمه

در این استاندارد به تفاوت های اساسی بین مشخصات و ویژگی های اتصالات از جنس رده های فولاد زنگ‌نزن در مقایسه با مشخصات و ویژگی های اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی توجه ویژه ای معطوف شده است. استحکام فولادهای زنگ‌نزن فریتی و آستنیتی تنها به واسطه سردکاری افزایش یافته و در نتیجه آن خواص موضعی همگن اجزای آنها مانند قطعات سخت شده و برگشت داده شده نمی باشد. با این اوصاف رده خواص به عنوان کلاس های بهبود یافته شناخته شده و در روش های آزمون و در رده خواص لحاظ شده اند. تفاوت اخیر از روش های اجرایی آزمون اتصالات از جنس فولاد کربنی و اتصالات از جنس فولاد کم کربن مربوط به اندازه گیری تنش در 0,2% کرنش دائمی (تنش تسلیم قراردادی) و شکل پذیری (ازدیاد طول کلی بعد از شکست) می باشد.

خواص مکانیکی مقاومت به خوردگی اتصالات از جنس فولاد زنگ‌نزن- قسمت ۱: پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین خواص مکانیکی پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه از جنس فولاد زنگ‌نزن مقاوم به خوردگی از گروه آستنیتی، فریتی و مارتنزیتی بوده هنگامیکه در دمای محیط $10\ °C$ تا $35\ °C$ مورد آزمون قرار می گیرند. خواص مکانیکی با کاهش و افزایش دما تغییر خواهد کرد.

این قسمت از این مجموعه استاندارد برای پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه با ویژگی های زیر کاربرد دارد.

- با رزوه اسمی با اندازه قطر $d \leq 39\ mm$ ؛
- برای مهره های با رزوه های مثلثی شکل که قطر و گام آن مطابق استانداردهای ملی شماره ۱۴۷، ۱-۹۷۷۴ و ۹۹۲۷ می‌باشد و
- برای هر شکل دیگری.

این استاندارد برای پیچ‌های با خواص مکانیکی ویژه مانند قابلیت جوشکاری کاربرد ندارد.

در این استاندارد برای اتصالاتی که در محیط های خاص استفاده می شوند مقاومت به خوردگی یا مقاومت در برابر اکسیداسیون شرح داده نشده است. با این حال اطلاعاتی در خصوص جنس مواد برای محیط های خاص در پیوست ث ارائه شده است. اصطلاحات و تعریف واژه های مربوط به خوردگی و مقاومت در برابر خوردگی در استاندارد ISO 8044 آورده شده است.

از اهداف این استاندارد طبقه بندی اتصالات از جنس فولاد زنگ نزن و مقاوم به خوردگی در رده های خواص است. بعضی از مواد می توانند در دمای پایین تر از $-200\ °C$ استفاده شوند و برخی در دمای تا $+800\ °C$ در محیط هوا استفاده شوند. اطلاعات جامع در خصوص تاثیر دما روی خواص مکانیکی اتصالات در پیوست ج ارائه شده است.

در هر مورد خاص، خوردگی و عملکرد اکسیداسیون و خواص مکانیکی برای کاربرد در دماهای بالا[1] یا دماهای زیرصفر با توافق بین استفاده کننده و سازنده تعیین می شود. پیوست چ خطرات خوردگی بین دانه ای[2] در دماهای بالا بسته به مقدار کربن در اتصالات را نشان می دهد.

همه اتصالات از جنس فولاد زنگ نزن آستنیتی در شرایط بازپخت[3] معمولاً غیر مغناطیسی می باشند؛ بعد از عملیات سردکاری[4] برخی خواص مغناطیسی در آنها ممکن است مشاهده شود (به پیوست ح مراجعه شود).

1- Elevated temperatures
2- Intergranular corrosion
3- Annealed condition
4- Cold working

یادآوری ۱- سیستم شناسه گذاری این استاندارد به شرطی می تواند برای اندازه های خارج از محدوده داده شده در این بند (مثلاً $d > 39$ mm) استفاده شود، که همه مقررات عملی مربوط به خواص فیزیکی و مکانیکی رده های خواص رعایت شوند.
یادآوری۲- در این استاندارد واژه اتصالات به همه پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه اطلاق می شود.

۲ مراجع الزامی

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

۲ـ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷، رزوه‌های متریک ISO برای کاربردهای عمومی - اندازه‌های انتخابی پیچ‌ها، پیچ‌های مهره‌خور و مهره‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۳۳، مواد فلزی- آزمون سختی به روش ویکرز- قسمت ۱: روش آزمون

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۳، مواد فلزی- آزمون سختی به روش راکول- قسمت ۱: روش آزمون (مقیاس های A، B، C، D، E، F، G،H، K، N،T)

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۴، مواد فلزی- آزمون سختی به روش برینل- قسمت ۱: روش آزمون

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۲۷، رزوه‌های پیچ متریک ISO برای کاربردهای عمومی - طرح کلی

۲ـ۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۷۷۴، رزوه‌های پیچISO برای کاربردهای عمومی- پروفیل پایه – قسمت اول: رزوه‌های متریک

۲-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۱۸۹، افزایش مقاومت به خوردگی اتصالات از جنس فولاد زنگ‌نزن

2-8 ISO 898-1, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

2-9 ISO 3651-1, Determination of resistance to intergranular corrosion of stainless steels — Part 1: Austenitic and

2-10 ISO 3651-2, Determination of resistance to intergranular corrosion of stainless steels — Part 2: Ferritic,

2-11 ISO 16426, Fasteners — Quality assurance system

۳ نمادها و اختصارات

نمادها و اختصارات به شرح زیر می باشند.

A درصد ازدیاد طول بعد از شکست

$A_{s,nom}$ سطح تنش اسمی

d	قطر رزوه اسمی
d_1	قطر کوچک پایه رزوه خارجی
d_2	قطر گام پایه رزوه خارجی
d_3	قطر کوچک رزوه خارجی (برای محاسبه تنش)
H	ارتفاع مثلث اصلی رزوه
L_1	طول کلی اتصال
L_2	طول کلی اتصال بعد از شکست
L_3	فاصله بین زیر کلگی و آداپتور رزوه شده
l	طول اسمی اتصال
l_s	طول ساق رزوه نشده
M_B	گشتاور شکست
P	رزوه گام
R_{eL}	تنش تسلیم پایینی
R_m	تاب کششی
$R_{p0.2}$	تنش در 0,2% کرنش دائمی
α	زاویه گوه
μ_r	مقدار نفوذ پذیری دریک میدان مغناطیسی

۴ شناسه گذاری، نشانه گذاری و پرداخت نهایی

۴-۱ شناسه گذاری

سیستم شناسه گذاری برای رده های فولاد زنگ نزن و رده های خواص پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه در شکل ۱ داده شده است. شناسه مواد شامل حروف است که با یک خط فاصله از یکدیگر جدا می شوند. اولین حرف نشانگر رده فولاد و دومین حرف نشانگر رده خواص است.

شناسه رده فولاد (اولین حرف) شامل یک حرف از حروف الفبا به شرح زیر:

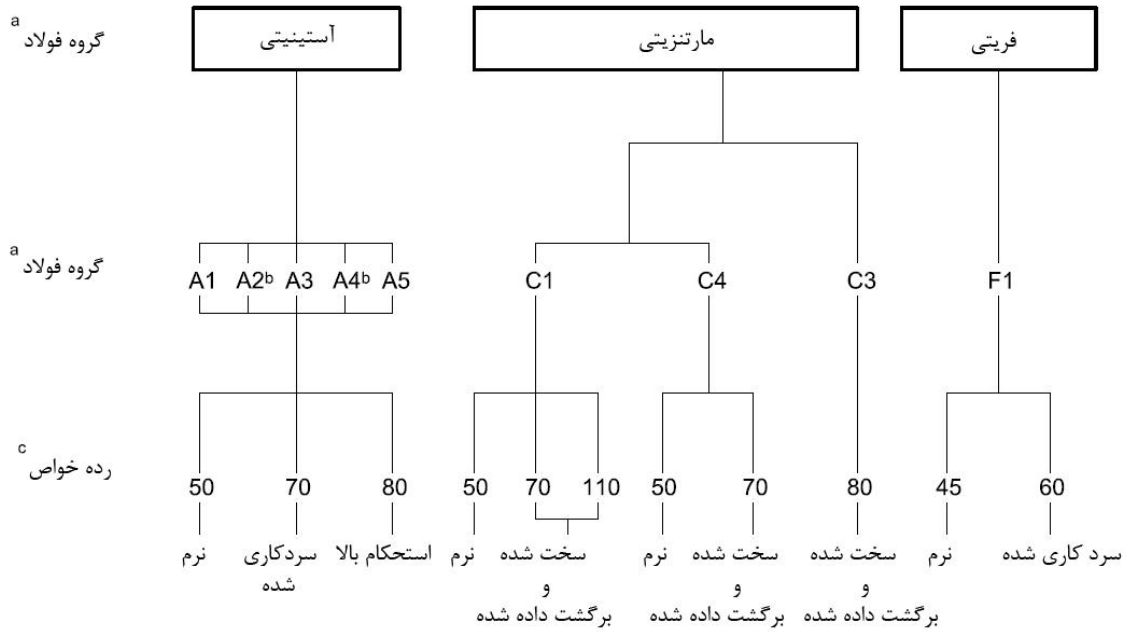
- A برای فولاد آستنیتی،
- C برای فولاد مارتنزیتی، یا
- F برای فولاد فریتی

که حروف نشانگر گروه فولاد و یک عددکه نشانگر محدوده ترکیب شیمیایی در این گروه فولاد می باشد. (به جدول ۱ مراجعه شود)

شناسه رده خواص (دومین حرف) شامل دو یا سه رقم بوده که معرف $1/10$ تاب کششی اتصال مطابق جدول ۲ یا ۳ می باشد.

مثال۱: A2 - 70 نشانگر: فولاد آستنیتی، سردکاری شده، حداقل تاب کششی 700 MPa.

مثال ۲: 70 - C4 نشانگر: فولاد مارتنزیتی، سخت شده و برگشت داده شده ، حداقل تاب کششی MPa 700.



a گروه های فولاد و رده های فولاد که در شکل ۱ دسته بندی شده اند، در پیوست ب شرح داده شده و با ترکیب شیمیایی داده شده در جدول ۱ مشخص شده اند.

b فولادهای زنگ نزن آستینیتی کم کربن که کربن آنها از ۰/۰۳ درصد بیشتر نیست می توانند با حرف L نشانه گذاری شوند.
مثال A۴L-۸۰

c اتصالات غیر فعال شده مطابق استاندارد ISO ۱۶۰۴۸ می توانند با حرف P نشانه گذاری شوند.
مثال A۴-۸۰P

شکل۱- سیستم شناسه گذاری رده های فولاد زنگ‌نزن و رده های خواص پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه

۴-۲ نشانه گذاری

۴-۲-۱ کلیات

اتصالات ساخته شده مطابق الزامات این استاندارد باید با استفاده از سیستم شناسه گذاری مندرج در بند ۴-۱ شناسه گذاری و مطابق بندهای ۴-۲-۲ و ۴-۲-۳ یا ۴-۲-۴ هرکدام عملی تر است، نشانه گذاری شوند. با این حال، با رعایت الزامات تعیین شده در این استاندارد، سیستم شناسه گذاری مندرج در بند ۴-۱ و تمهیدات نشانه گذاری مطابق بندهای ۴-۲-۳ و ۴-۲-۴ باید استفاده شوند.

چناچه در استاندارد محصول مورد دیگری مشخص شده باشد، ارتفاع برجستگی نشانه گذاری روی قسمت فوقانی کلگی نباید شامل ابعاد ارتفاع کلگی باشد.

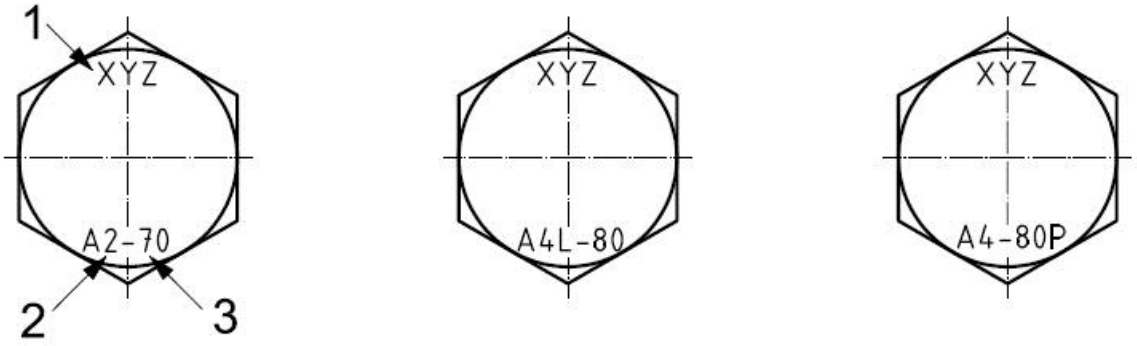
یادآوری– برای نشانه گذاری رزوه های چپ گرد به استاندارد ISO 898-1 مراجعه شود.

۴-۲-۲ علامت شناسایی سازنده

علامت شناسایی سازنده و رده خواص باید در حین فرایند تولید همه اتصالات نشانه گذاری شوند. همچنین درج علامت شناسایی سازنده بر روی اتصالات فاقد نماد رده خواص، توصیه می شود.

۴-۲-۳ پیچ‌ها و پیچ‌های مهره‌خور

همه پیچ‌ها و پیچ‌های مهره‌خور سر شش گوش، و پیچ‌های سر شش گوش یا پیچ‌های کلاهک دار سرخزینه ای با اندازه قطر اسمی $d \geq 5$ mm باید به وضوح مطابق بند ۴-۱، شکل ۱، شکل های ۲ و ۳ نشانه گذاری شوند. نشانه گذاری اجباری بوده و باید شامل رده فولاد و رده خواص باشد.



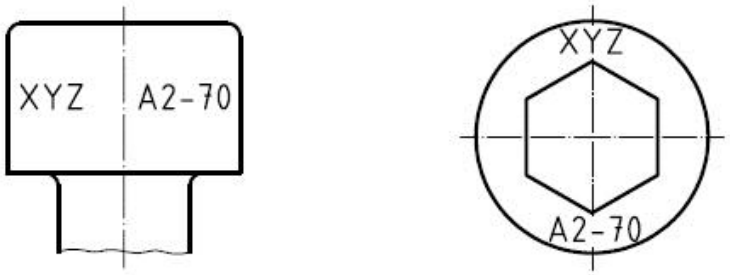
راهنما:

1 **علامت شناسایی سازنده**

2 **رده فولاد**

3 **رده خواص**

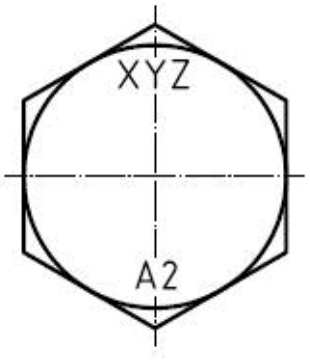
شکل ۲- نشانه گذاری پیچ‌ها و پیچ‌های مهره‌خور سر شش گوش



شکل ۳- نشانه گذاری پیچ‌های سر شش گوش یا
پیچ‌های کلاهک دار سرخزینه ای- شکل های دیگر

سایر انواع پیچ‌ها و پیچ‌های مهره‌خور را می توان با استفاده از روش فوق نشانه گذاری کرد، اگر امکان پذیر باشد فقط روی قسمت کلگی آنها نشانه گذاری صورت گیرد. نشانه گذاری اضافی به شرطی که گیج کننده نباشد مجاز است.

اتصالاتی که به سبب محدودیت شکل هندسی رعایت همه الزامات مربوط به پیچش و کشش برای آنها تکمیل نشده است (به بند ۶ مراجعه شود)، می توانند با رده فولاد نشانه گذاری شوند، ولی نباید با رده خواص نشانه گذاری شوند (به شکل ۴ مراجعه شود).



شکل ۴- نشانه گذاری اتصالاتی که رعایت همه الزامات پیچشی و کششی آنها به سبب محدودیت شکل هندسی تکمیل نشده است

۴-۲-۴ میله‌های دو سر رزوه

میله‌های دو سر رزوه با اندازه قطر اسمی $d \geq 6$ mm باید به وضوح مطابق بند ۴-۱، شکل ۱ و شکل ۵ نشانه گذاری شوند.

نشانه گذاری باید روی قسمت رزوه نشده درج شده و شامل رده فولاد و رده خواص باشد. چناچه نشانه گذاری روی قسمت رزوه نشده امکان پذیر نباشد، نشانه رده فولاد فقط روی قسمت انتهایی مهره میله دو سر رزوه مجاز است (به شکل ۵ مراجعه شود).

۴-۲-۵ بسته بندی

بر روی همه نوع بسته بندی ها برای همه نوع اتصالات با هر اندازه باید نشانه گذاری صورت گیرد (مانند بواسطه برچسب گذاری). نشانه گذاری یا برچسب گذاری باید شامل علامت شناسایی سازنده و/ یا توزیع کننده بوده و نماد رده فولاد و نماد رده خواص طبق شکل ۱ و عدد بهر (محموله) سازنده مطابق موارد مندرج در استاندارد ISO 16426 را داشته باشد.

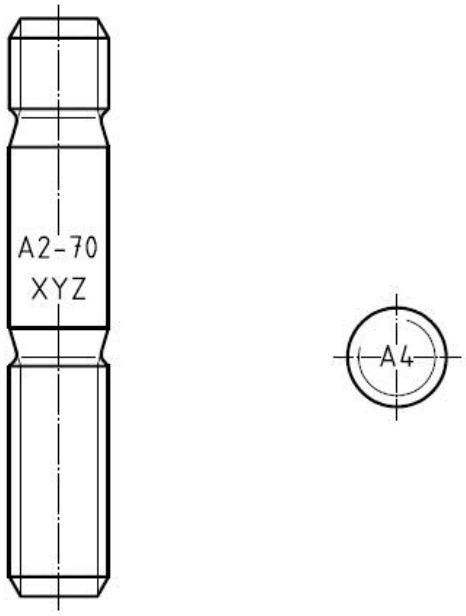
۴-۳ محصول نهایی

اتصالات مطابق این استاندارد باید شفاف و تمیز عرضه شوند، مگر آنکه مورد دیگری توافق شده باشد.

برای حداکثر مقاومت در برابر خوردگی عملیات رویین سازی[1](غیرفعال) توصیه می شود. در صورت نیاز به رویین سازی این مورد باید مطابق استاندارد ملی ۱۱۱۸۹ انجام شود. اتصالاتی که غیر فعال شده اند باید با نماد "P" بعد از درج نمادهای رده فولاد و رده خواص نشانه گذاری شوند (به پاورقی c شکل ۱ مراجعه شود).

1- Passivation

برای اتصالات ساخته شده برحسب سفارش خاص، نشانه گذاری اضافی باید هم در نشانه و هم در برچسب به کار رود. چنانچه عرضه اتصالات از انبار محصول صورت گیرد نشانه گذاری اضافی باید در برچسب درج شود.



شکل ۵- نشانه گذاری میله‌های دو سر رزوه- شکل های دیگر

۵ ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی فولادهای زنگ نزن مناسب برای اتصالات مطابق جدول ۱ این استاندارد باید باشد.

انتخاب نهایی ترکیب شیمیایی فولادها در محدوده فولادهای مشخص، در صورت عدم اطمینان سازنده، با توافقی می باشد که از قبل بین سازنده و خریدار صورت گرفته است.

برای کاربرد در محل هایی که ریسک خوردگی بین دانه ای وجود دارد، آزمون مطابق استانداردهای ISO 3651-1 و ISO 3651-2 توصیه می شود. در چنین مواردی رده های فولاد زنگ نزن تثبیت شده A3 و A5 یا رده های فولادهای زنگ نزن A2 و A4 حاوی کربن که از 0,03 درصد بیشتر نباشد توصیه می شود.

جدول ۱- رده های فولاد زنگ نزن – ترکیب شیمیایی

گروه فولاد	رده فولاد	ترکیب شیمیایی [a] برحسب درصد وزنی									پاورقی ها
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
آستینیتی	A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15 to 0,35	16 to 19	0,7	5 to 10	1,75 to 2,25	bcd
	A2	0,10	1	2	0,05	0,03	15 to 20	—[e]	8 to 19	4	fg
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17 to 19	—[e]	9 to 12	1	h
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 to 18,5	2 to 3	10 to 15	4	gi
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16 to 18,5	2 to 3	10,5 to 14	1	hi
مارتنزیتی	C1	0,09 to 0,15	1	1	0,05	0,03	11,5 to 14	—	1	—	i
	C3	0,17 to 0,25	1	1	0,04	0,03	16 to 18	—	1,5 to 2,5	—	—
	C4	0,08 to 0,15	1	1,5	0,06	0,15 to 0,35	12 to 14	0,6	1	—	bi
فریتی	F1	0,12	1	1	0,04	0,03	15 to 18	—[j]	1	—	kl

یادآوری۱ مشروح گروه ها و رده های فولاد زنگ نزن همچنین ورود به خواص ویژه انها و کاربرد آنها در پیوست ب ارائه شده است.

یادآوری ۲ مثال هایی در مورد فولادهای زنگ نزن استاندارد شده در استاندارد ISO ۶۸۳-۱۳ و ISO ۴۹۵۴ به ترتیب در پیوست پ و پیوست ت ارائه شده است.

یادآوری ۳ مواد معین برای کاربردهای خاص در پیوست ث داده شده است.

a مقادیر حداکثر می باشند مگر آنکه مورد دیگری توافق شده باشد.

b گوگرد را می توان جایگزین سلنییوم کرد.

c اگر مقدار نیکل کمتر از 8 % است، حداقل مقدار منگنز باید 5 % باشد.

d حدود حداقل مقدار مس به شرطی وجود ندارد که مقدار نیکل بیش از 8 % باشد.

e مولیبدن با حدود تعیین شده از طرف سازنده می تواند وجود داشته باشد. با این حال اگر در برخی کاربردها وجود مولیبدن ضروری باشد، این مورد در زمان سفارش از سوی خریدار باید مشخص شود.

f اگر مقدار کرم کمتر از 17 % باشد، حداقل نیکل مورد استفاده باید 12 % باشد.

g برای فولادهای زنگ نزن آستنیتی حاوی حداکثر کربن 0,03 %، نیتروژن می تواند حداکثر به میزان 0,22 % وجود داشته باشد.

h تیتانیوم موجود باید بزرگتر و برابر با $5 \times C$ تا حداکثر 0,8 % برای تثبیت و نشانه گذاری مناسب همانطور که در این جدول مشخص شده است، یا باید شامل نوبیوم (کلومبیوم) و / یا تانتلوم بیشتر و برابر با $10 \times C$ تا حداکثر 1,0 % برای تثبیت و نشانه گذاری مناسب همانطور که در این جدول مشخص شده است، باشد.

i با حدود تعیین شده از طرف سازنده، میزان کربن می تواند بیشتر شود به شرطی که الزامات برای خواص مکانیکی در خصوص ابعاد بزرگتر به دست آید ولی مقدار کربن برای فولادهای آستنیتی نباید از 0,12 % تجاوز کند.

j با حدود تعیین شده از طرف سازنده، مولیبدن می تواند وجود داشته باشد.

k تیتانیوم بیشتر و یا برابر با $5 \times C$ تا حداکثر 0,8 % می تواند وجود داشته باشد.

l نوبیوم (کلومبیوم) و / یا تانتلوم بیشتر و برابر با $10 \times C$ تا حداکثر 1,0 % می تواند وجود داشته باشد.

۶ خواص مکانیکی

خواص مکانیکی پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه مطابق موارد درج شده در جداول های ۲،۳و ۴ می باشد.

برای پیچ‌های مهره‌خور و پیچ‌ها ساخته شده از فولاد مارتنزیتی مقاومت تحت بار گوه ای آنها نباید زیر حداقل مقادیر برای تاب کششی نشان داده شده در جدول ۳ باشد.

برای اهداف پذیرش، خواص مکانیکی مشروح در این بند بکار می روند و باید مطابق برنامه مندرج در بند ۷ آزمون شوند.

حتی اگر مواد اتصالات همه الزامات مربوط را برآورده نمایند، در اتصالات معین ممکن است همه الزامات مربوط به پیچش یا کشش به سبب محدودیت شکل هندسی کلگی برای آنها انجام نشود که در این صورت منطقه شکاف درکلگی در مقایسه با منطقه تحت تنش در رزوه از قبیل کلگی های سر خزینه ای[1]، سرخزینه ای برجسته و سر دکمه ای[2] کاهش می یابد.

یادآوری- اگرچه تعداد زیادی از رده های خواص در این استاندارد مشخص شده اند، این مورد به این معنی نیست که همه رده ها برای همه اتصالات مناسب می باشند. راهنمایی های دیگری برای کاربرد رده های خواص در استانداردهای محصول مربوط ارائه شده است.

برای اتصالات غیر استاندارد انتخاب استاندارد مشابه باید تا حد امکان، نزدیکترین انتخاب با استاندارد مربوط باشد.

جدول۲- خواص مکانیکی پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه - رده های فولاد آستنیتی

گروه فولاد	رده فولاد	رده خواص	تاب کششی R_m [a] min. MPa	تنش در ۰.۲ درصد کرنش دائمی $R_{p0,2}$ [a] min. MPa	ازدیاد طول بعد از شکست A [b] min. mm
آستینیتی	A1, A2,	50	500	210	0,6d
	A3, A4,	70	700	450	0,4d
	A5	80	800	600	0,3d

a تنش کششی روی سطح تنش محاسبه شده است (به پیوست الف مراجعه شود).
b طبق بند ۷-۲-۴ روی طول واقعی پیچ و نه روی آزمونه آماده شده برای آزمون تعیین شده است.

1- Countersunk heads
2- Cheese heads

جدول۳ - خواص مکانیکی پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه -

رده های فولاد مارتنزیتی و فریتی

گروه فولاد	رده فولاد	رده خواص	تاب کششی R_m[a] min. MPa	تنش در ۰.۲ درصد کرنش دائمی $R_{p0,2}$[a] min. MPa	ازدیاد طول بعد از شکست A[b] min. mm	سختی HB	سختی HRC	سختی HV
مارتنزیتی	C1	50	500	250	0,2d	147 to 209	—	155 to 220
		70	700	410	0,2d	209 to 314	20 to 34	220 to 330
		110[c]	1 100	820	0,2d	—	36 to 45	350 to 440
	C3	80	800	640	0,2d	228 to 323	21 to 35	240 to 340
	C4	50	500	250	0,2d	147 to 209	—	155 to 220
		70	700	410	0,2d	209 to 314	20 to 34	220 to 330
فریتی	F1[d]	45	450	250	0,2d	128 to 209	—	135 to 220
		60	600	410	0,2d	171 to 271	—	180 to 285

a تنش کششی روی سطح تنش محاسبه شده است (به پیوست الف مراجعه شود).

b طبق بند ۷-۲-۴ روی طول واقعی پیچ و نه روی آزمونه آماده شده برای آزمون تعیین شده است.

c سخت شده و برگشت داده شده در حداقل دمای برگشت دادن به میزان ۲۷۵ درجه سلسیویس

d قطر رزوه اسمی : $d \leqslant 24$ mm

جدول۴ – حداقل گشتاور شکست، $M_{B,min}$ ، برای پیچ‌های مهره‌خورو پیچ‌ها ی با گرید فولاد آستنیتی با اندازه M1,6 تا M16 (رزوه درشت)

رزوه	گشتاور شکست، M_B min. Nm		
	رده خواص		
	50	70	80
M1,6	0,15	0,2	0,24
M2	0,3	0,4	0,48
M2,5	0,6	0,9	0,96
M3	1,1	1,6	1,8
M4	2,7	3,8	4,3
M5	5,5	7,8	8,8
M6	9,3	13	15
M8	23	32	37
M10	46	65	74
M12	80	110	130
M16	210	290	330

مقادیر حداقل گشتاور شکست برای اتصالات ساخته شده با رده فولادهای فریتی و مارتنزیتی باید بین سازنده و استفاده کننده توافق شود.

۷ آزمون ها

۷-۱ برنامه آزمون

آزمون هایی که براساس رده فولاد و طول پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه باید انجام شوند در جدول ۵ داده شده است.

جدول۵ – برنامه آزمون

رده فولاد	تاب کششی[a]	گشتاور شکست[b]	تنش در ۰.۲ درصد کرنش دائمی $R_{p0,2}$[a]	ازدیاد طول بعد از شکست A[a]	سختی	مقاومت تحت بار گوه ای
A1	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l < 2,5d$	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	—	—
A2	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l < 2,5d$	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	—	—
A3	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l < 2,5d$	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	—	—
A4	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l < 2,5d$	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	—	—
A5	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l < 2,5d$	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	—	—
C1	$l \geqslant 2,5d$[cd]	—	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	Required	$l_s \geqslant 2d$
C3	$l \geqslant 2,5d$[cd]	—	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	Required	$l_s \geqslant 2d$
C4	$l \geqslant 2,5d$[cd]	—	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	Required	$l_s \geqslant 2d$
F1	$l \geqslant 2,5d$[cd]	—	$l \geqslant 2,5d$[c]	$l \geqslant 2,5d$[c]	Required	—

a برای همه اندازه ها $\geqslant$ M5

b برای اندازه های $M1,6 \leqslant d < M5$ ، آزمون برای همه طول ها به کار می رود.

c برای میله های دو سر رزوه ، الزامات $l \geqslant 3,5d$ ست.

d برای $l < 2,5d$ آزمون کردن باید با توافق بین سازنده و خریدار باشد.

۷-۲ روش های آزمون

۷-۲-۱ کلیات

همه اندازه گیری های با دقت $\pm 0,05$ mm یا بهتر باید انجام شود.

همه آزمون های کششی به جز آزمون های تحت بار گوه ای (به بند ۷-۲-۶ مراجعه شود) باید با استفاده از ماشین آزمون که مجهز به فک های خود تنظیم محوری برای جلوگیری از هر بارگذاری غیر محوری (به شکل ۶ مراجعه شود) است انجام شود. آداپتور پایینی باید سخت شده و رزوه شده مطابق بندهای ۷-۲-۲، ۷-۲-۳ و ۷-۲-۴ باشد. سختی آداپتور پایینی باید حداقل 45 HRC باشد. کلاس رواداری رزوه داخلی باید 5H6G باشد.

۷-۲-۲ تاب کششی، R_m

تاب کششی ، R_m، باید روی اتصالات با اندازه $l \geq 2,5d$ طبق استاندارد ISO 6892-1 و ISO 898-1 تعیین شود.

طول بدون رزوه حداقل باید برابر با قطر اسمی بوده و در معرض بار کششی قرار گیرد.

به منظور رعایت الزامات این آزمون، شکست باید در طول آزاد رزوه یا در ساق رزوه نشده اتفاق افتد. در کلگی پیچ نباید شکست اتفاق افتد.

برای اتصالات با ساق رزوه نشده، شکست نباید در قسمت انتقال که بین کلگی و ساق اتصالات است اتفاق افتد.

برای پیچ‌هایی که تا قسمت سر رزوه شده اند، شکست که سبب معیوب شدن پیچ می شود بین قسمت انتقال بین کلگی و رزوه یا در کلگی قبل از جدایش، به شرطی که این شکست در طول آزاد رزوه ایجاد شود، می تواند گسترده یا پخش شود.

مقدار به دست آمده برای R_m باید مطابق مقادیر داده شده در جداول ۲ و ۳ باشد.

۳-۲-۷ تنش در $0,2\%$ کرنش دائمی، $R_{p0,2}$

تنش در $0,2\%$ کرنش دائمی، $R_{p0,2}$، باید فقط برای پیچ‌های مهره‌خور و پیچ‌هایی کاملی تعیین شود که در شرایط نهایی تولید هستند این آزمون فقط روی اتصالات با اندازه $l \geq 2,5d$ انجام می شود.

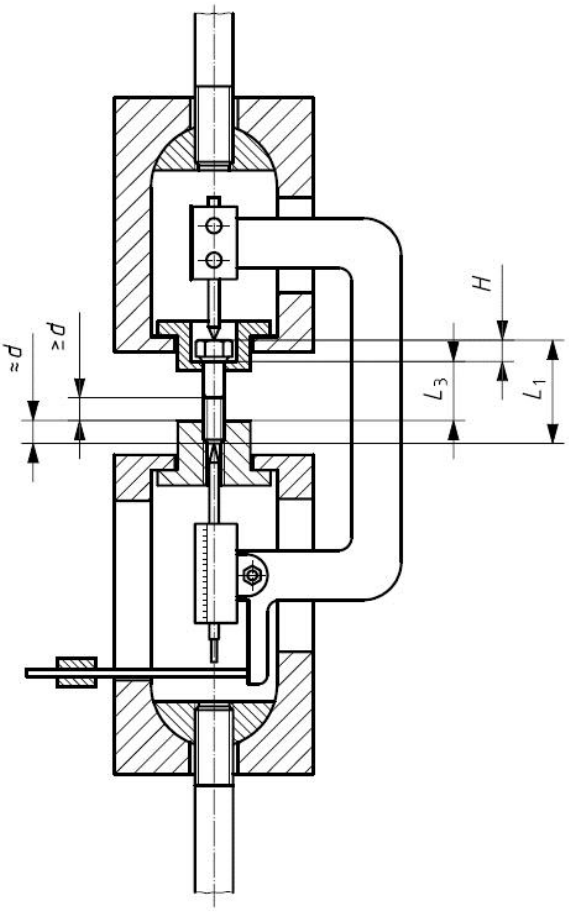
آزمون باید توسط اندازه گیری کشش پیچ‌های مهره‌خور یا پیچ‌ها هنگامیکه تحت بار کشش محوری قرار می گیرند انجام شود (به شکل ۶ مراجعه شود).

اجزای تحت آزمون باید درون آداپتور رزوه شده سخت شده تا عمق یک قطر رزوه شده، d، پیچ شوند. به شکل ۶ مراجعه شود).

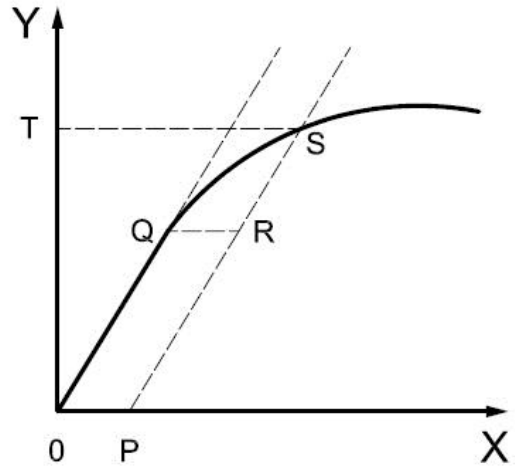
منحنی بار برحسب ازدیاد طول باید مطابق شکل ۷ رسم شود.

طول درگیر با فک دستگاه آزمون $R_{p0,2}$ است که از فاصله بین زیر کلگی و آداپتور رزوه شده، L_3 محاسبه می شود (به شکل ۶ و همچنین پاورقی b جداول ۲ و ۳ مراجعه شود). برای این مقدار، $0,2\%$ به عنوان مقیاسی برای محور افقی (کرنش) منحنی بار – ازدیاد طول، OP ، و مقدار مشابه بطور افقی از خط مستقیم قسمت منحنی به عنوان QR رسم می شود. خط گذرنده از نقاط P و R و محل تقاطع آن خط با منحنی بار – ازدیاد طول یعنی نقطه S ، با بار در نقطه T روی محور عمودی متناظر است. این بار هنگامیکه به سطح تنش رزوه تقسیم می شود، تنش در $0,2\%$ کرنش دائمی، $R_{p0,2}$ حاصل می شود.

مقدار ازدیاد طول از فاصله بین سطح تحمل کننده کلگی پیچ مهره‌خور و انتهای آداپتور تعیین می شود.



شکل ۶- انبساط سنج با فک های خود تنظیم محوری پیچ مهره‌خور



راهنما:

X ازدیاد طول

Y بار

شکل ۷- منحنی بار – ازدیاد طول برای تعیین تنش در $0,2\%$ کرنش دائمی، $R_{p0,2}$

۴-۲-۷ ازدیاد طول بعد از شکست، A

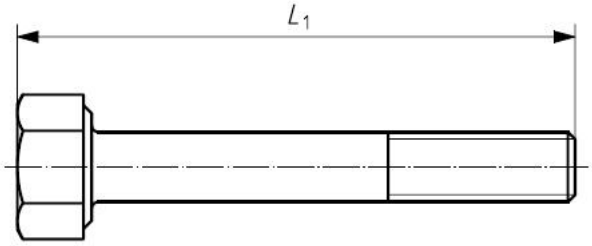
ازدیاد طول بعد از شکست، A، باید روی اتصالات با اندازه $l \geq 2{,}5d$ تعیین شود.

طول کلی اتصالات، L_1، باید اندازه گیری شود (به شکل ۸ مراجعه شود) اتصالات باید درون آداپتور رزوه شده تا عمق یک قطر رزوه اسمی، d پیچ شوند (به شکل ۶ مراجعه شود).

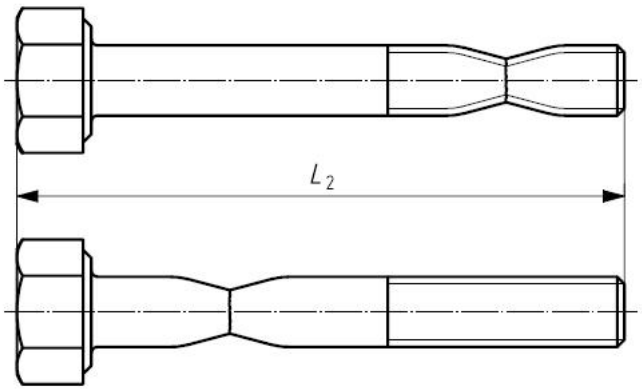
بعد از این که شکست در اتصالات اتفاق افتاد، قطعات باید با یکدیگر جفت شده و طول، L_2، باید دو باره اندازه گیری شود (به شکل ۸ مراجعه شود). سپس ازدیاد طول بعد از شکست، A، با استفاده از رابطه زیر اندازه گرفته شود:

$$A = L_2 - L_1$$

مقدار به دست آمده برای A نیابد کمتر از مقادیر داده شده در جداول ۲ و ۳ باشد.



الف- قبل از شکست



ب- بعد از شکست

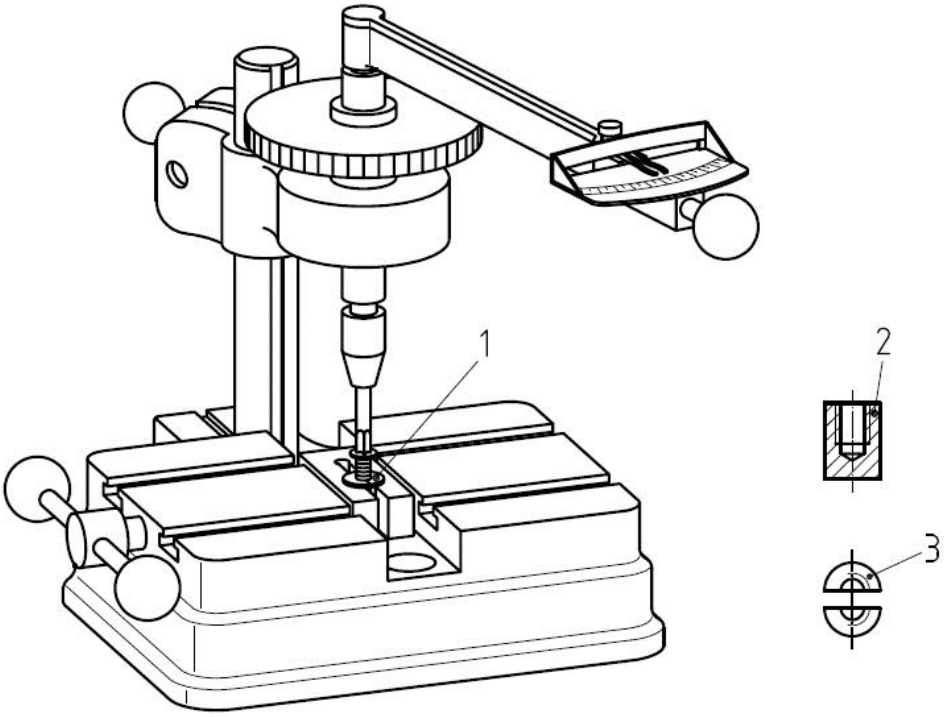
شکل ۸- تعیین ازدیاد طول بعد از شکست، A

۵-۲-۷ گشتاور شکست، M_B

گشتاور شکست، M_B، با استفاده از دستگاه نشان داده شده در شکل ۹ تعیین می شود. وسیله اندازه گیری گشتاور باید دقتی برابر با $\pm 6\%$ مقادیر حداقل به دست آمده از اندازه گیری باشد.

رزوه پیچ باید در سوراخ کور قالب با طول درگیری برابر با قطر اسمی در قالب طوری پیچیده شود که حداقل دو رزوه کامل قابل مشاهده باشند.

گشتاور باید تا زمان معیوب شدن پیچ اعمال شود. پیچ باید الزامات مربوط به حداقل گشتاور شکست مندرج در جدول ۴ را رعایت کند.



راهنما:

1 **حدیده دو تکه یا توپی رزوه دار**

2 **توپی رزوه دار با یک سوراخ کور**

3 **حدیده دو تکه**

شکل۹- دستگاه برای تعیین گشتاور شکست، M_B

۷-۲-۶ آزمون تعیین مقاومت تحت بار گوه‌ای پیچ‌های مهره‌خور و پیچ‌ها با اندازه کامل از جنس فولاد مارتنزیتی (آزمون برای میله‌های دو سر رزوه نمی باشد)

آزمون باید مطابق استاندارد ISO 898-1 با استفاده از گوه با ابعاد مندرج در جدول ۶ انجام شود.

جدول ۶- ابعاد گوه

قطر رزوه اسمی d mm	زاویه گوه	
	پیچ ها و پیچ های مهره خور که تا سر رزوه شده اندیا با طول های ساق صاف $l_s < 2d$	پیچ ها و پیچ های مهره خور با طول های ساق صاف $l_s \geqslant 2d$
$d \leqslant 20$	$6° \pm 30'$	$10° \pm 30'$
$20 < d \leqslant 39$	$4° \pm 30'$	$6° \pm 30'$

۷-۲-۷ سختی HV **یا** HB , HRC

روی اتصالات از جنس فولاد فریتی و مارتنزیتی، آزمون سختی به روش ویکرز باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۳۳ انجام شود. آزمون سختی به روش برینل باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۹۴ انجام شود. آزمون سختی به روش راکول باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۹۳ انجام شود. در موارد اختلاف، انتخاب آزمون سختی در مقیاس ویکرز برای پذیرش قطعی می باشد.

روش های آزمون های سختی باید مطابق استانداردهای مربوط مشخص شوند.

آزمون سختی پیچ‌های مهره‌خور باید در ناحیه انتهایی پیچ به اندازه $1\,d$ موقعیت بین مرکز و محیط انجام شود.

مقادیر سختی باید در محدوده مندرج در جدول ۳ باشد.

پیوست الف

(الزامی)

رزوه خارجی- محاسبه سطح تنش

سطح تنش اسمی، $A_{s,nom}$، با استفاده از معادله زیر محاسبه شده است.

$$A_{s,nom} = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_2 + d_3}{2}\right)^2 \qquad \text{(الف-۱)}$$

که در آن:

d_2 قطر اصلی گام رزوه خارجی است(به استاندارد ISO 724مراجعه شود).

d_3 قطر کوچک رزوه خارجی (برای محاسبه تنش) است .

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6} \qquad \text{(الف-۲)}$$

که در آن:

d_1 قطر اصلی کوچک رزوه خارجی است (به استاندارد ISO 724مراجعه شود).

H ارتفاع مثلث پایه رزوه است (به استاندارد ISO 68-1مراجعه شود).

جدول الف- ۱ –سطح تنش اسمی برای رزوه های گام ریز و درشت

رزوه گام درشت d	سطح تنش اسمی $A_{s,nom}$ mm²
M1,6	1,27
M2	2,07
M2,5	3,39
M3	5,03
M4	8,78
M5	14,2
M6	20,1
M8	36,6
M10	58
M12	84,3
M14	115
M16	157
M18	192
M20	245
M22	303
M24	353
M27	459
M30	561
M33	694
M36	817
M39	976

رزوه گام ریز $d \times P$	سطح تنش اسمی $A_{s,nom}$ mm²
M8 × 1	39,2
M10 × 1	64,5
M10 × 1,25	61,2
M12 × 1,25	92,1
M12 × 1,5	88,1
M14 × 1,5	125
M16 × 1,5	167
M18 × 1,5	216
M20 × 1,5	272
M22 × 1,5	333
M24 × 2	384
M27 × 2	496
M30 × 2	621
M33 × 2	761
M36 × 3	865
M39 × 3	1 030

یادآوری با قطرهای کوچک ، افزایش اختلافی بین سطح تنش اسمی در مقایسه با سطح تنش موثر وجود دارد

پیوست ب
(اطلاعاتی)
شرح گروه ها و رده های فولاد زنگ نزن

ب-۱ کلیات

چهار قسمت این مجموعه استاندارد، انواع رده های فولاد A1 تا A5 ، C1 تا C4 و F1 و گروه های فولاد به شرح زیر را شامل می شود.

- فولاد آستنیتی A1 تا A5
- فولاد مارتنزیتی C1 تا C4
- فولاد فریتی F1

مشخصات در مورد گروه های فولاد فوق و رده های فولاد در این پیوست شرح داده شده است.
همچنین در این پیوست اطلاعاتی در خصوص گروه فولاد استاندارد نشده F2 نیز آمده است. فولاد های این گروه دارای ساختار آستنیتی – فریتی می باشند.

ب-۲ گروه فولاد A (ساختار آستنیتی)

ب-۲-۱ کلیات

۵ رده اصلی فولاد آستنیتی، A1 تا A5 ، در چهار قسمت این مجموعه استاندارد آمده است. آنها نمی توانند سخت شده و معمولاً غیر مغناطیسی باشند. به منظور کاهش مغناطیس پذیری[1] در سخت کاری، مس می تواند به رده های فولاد A1 تا A5 مطابق موارد تعیین شده در جدول ۱، افزوده شود.
برای رده های فولاد از A2 تا A4 تثبیت نشده موارد به شرح زیر به کار می روند:

- از آنجایی که اکسید کروم باعث مقاومت به خوردگی فولاد می‌شود، مقدار کم کربن عامل مهمی در عدم تثبیت فولادها به شمار می‌آید به دلیل وابستگی بالای کرم به کربن، در دماهای بالا کاربید کروم به جای اکسید کروم به دست می‌آید (به پیوست چ مراجعه شود).

برای رده های فولاد از A3 و A5 تثبیت نشده موارد به شرح زیر به کار می روند:

- عناصر مانند تیتانیوم (Ti) ، نیوبیوم (Nb) یا تانتالوم(Ta) کربن را تحت تاثیر قرار میدهند و اکسید کرم به میزان حداکثر ایجاد می شود.

برای کاربردهای ساحلی[2] یا کاربردهای مشابه، فولادهای حاوی کرم و نیکل به مقدار حدود 20 درصد و مولیبدن 4,5 تا 6,5درصد مورد نیاز است.
وقتی که خطر خوردگی بالا باشد، مشورت پیشنهاد می شود.

1- susceptibility
2- Offshore

ب-۲-۲ رده فولاد A1

فولادهای با رده A1 مخصوص ماشین کاری طراحی شده اند. مقاومت در برابر خوردگی در رده فولادهایی که دارای گوگرد بالا هستند نسبت به فولادهای حاوی گوگرد عادی کمتر است.

ب-۲-۳ رده فولاد A2

فولادهای با رده A2 بیشتر اوقات برای فولادهای زنگ نزن به کار می روند. آنها برای ساخت ظروف آشپزخانه و صنایع شیمیایی استفاده می شوند. فولادهای با این رده برای استفاده در اسید های غیر اکسید کننده و عامل های حاوی کلراید یعنی در استخرهای شنا و آب دریا مناسب نیستند.

ب-۲-۴ رده فولاد A3

فولادهای با رده A3 به عنوان "فولادهای زنگ نزن" با خواص فولادهای با رده A2 تثبیت شده اند.

ب-۲-۵ رده فولاد A4

فولادهای با رده A4 به عنوان "فولادهای ضد اسید" که آلیاژ مولیبدن می باشند بوده و مقاومت به خوردگی بهتری از خود نشان می دهند. فولادهای با رده A4 بطور وسیعی در صنایع سلولزی به عنوان رده فولاد توسعه یافته برای اسید سولفوریک جوشان (به همین علت "ضد اسید" نامگذاری شده است) و همچنین برای کاربرد در محیط های حاوی کلراید استفاده می شوند. همچنین این نوع فولاد بیشتر اوقات در صنایع غذایی و صنایع کشتی سازی استفاده می شوند.

ب-۲-۶ رده فولاد A5

فولادهای با رده A5 به عنوان "فولادهای ضد اسید" با خواص فولادهای با رده A4 تثبیت شده اند.

ب- ۳ گروه فولاد F (ساختار فریتی)

ب-۳-۱ کلیات

چهار قسمت این مجموعه استاندارد برای گروه فولاد فریتی با رده F1 کاربرد دارند. فولاد فریتی با رده F1 معمولاً نمی توانند سخت شوند و حتی اگر در موارد مشخص امکانپذیر باشد نبایستی مورد عملیات سخت کاری قرار گیرند. اینگونه فولادها مغناطیسی هستند.

ب-۳-۲ فولاد با رده F1

فولاد های با رده F1 معمولا برای استفاده در تجهیزات ساده تر به استثنای سوپر فریتی که کربن و نیتروژن بسیار کمی دارند، کاربرد دارند. در صورت نیاز، فولادهای با رده F1 می توانند بجای فولادهای با رده A2 و A3 و برای استفاده در محیط های با کلراید بالا استفاده شوند.

ب- ۴ گروه فولاد C (ساختار مارتنزیتی)

ب-۴-۱ کلیات

این استاندارد برای هر سه نوع فولادهای مارتنزیتی با رده های C1، C3 و C4 به کار می رود. آنها برای دستیابی به استحکام عالی و مغناطیسی می‌توانند سخت شوند.

ب-۴-۲ فولاد با رده C1

مقاومت به خوردگی فولادهای با رده C1 محدود می باشند. آنها در ساخت توربین ها، پمپ ها و چاقوسازی به کار می روند.

ب-۴-۳ فولاد با رده C3

مقاومت به خوردگی فولادهای با رده C3 محدود می باشند و مقاومت به خوردگی آنها نسبت به فولادهای با رده C1 بهتر می باشد. آنها در ساخت پمپ ها و شیرها به کار می روند.

ب-۴-۳ فولاد با رده C4

مقاومت به خوردگی فولادهای با رده C4 محدود می باشند. آنها بمنظور عملیات ماشین کاری بوده درغیر اینصورت آنها شبیه فولادهای با رده C1 می باشند.

ب- ۵ گروه فولاد FA (ساختار فریتی - آستنیتی)

چهار قسمت این مجموعه استاندارد برای گروه فولاد های با رده FA کاربرد ندارند ولی ممکن است در ویرایش های آتی شامل آنها شوند.

فولادهای این گروه، فولادهای دو فازی[1] نامیده می شوند. اولین فولاد های توسعه یافته با رده FA دارای چندین اشکال بودند که در فولادهای توسعه یافته بعدی حذف شده اند. فولادهای با رده FA بخصوص وقتی که مقاومت مد نظر باشد، خواص بهتری نسبت به فولادهای با رده های A4 و A5 دارند. همچنین آنها مقاومت بسیار بهتری در مقابل خوردگی حفره ای و خوردگی به شکل ترک[2] از خود نشان می دهند.

مثال هایی از ترکیب در جدول ب-۱ داده شده است.

جدول ب-۱- مثالی از ترکیب شیمیایی فولادهای با ساختار آستنیتی - فریتی

گروه فولاد	ترکیب شیمیایی در صد وزنی						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N
فریتی - آستنیتی	0,03	1,7	1,5	18 ,5	5	2,7	0,07
	0,03	< 1	< 2	22	5,5	3	0,14

1- Duplex steels
2- Pitting and crack corrosion

پیوست پ
(اطلاعاتی)
ویژگی های ترکیب فولاد زنگ نزن

(از استاندارد ISO 683-13: 1986 گرفته شده است که در حال حاضر از رده خارج شده است)

نوع فولاد	ترکیب شیمیایی[b] برحسب درصد وزنی														مشخصه رده فولاد d
	C	Si max.	Mn max.	P max.	S	N	Al	Cr	Mo	Nb[c]	Ni	Se min.	Ti	Cu	
فولادهای فریتی															
8	0,08 max.	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	16,0 to 18,0	—	—	1,0 max.	—	—	—	F1
8b	0,07 max.	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	16,0 to 18,0	—	—	1,0 max.	—	$7 \times \%\ C \leqslant 1,10$	—	F1
9c	0,08 max.	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	16,0 to 18,0	0,90 to 1,30	—	1,0 max.	—	—	—	F1
F1	0,025 max.[e]	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	0,025 max.[e]	—	17,0 to 19,0	1,75 to 2,50	—[f]	0,60 max.	—	—[f]	—	F1
فولادهای مارتنزیتی															
3	0,09 to 0,15	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	11,5 to 13,5	—	—	1,0 max.	—	—	—	C1
7	0,08 to 0,15	1,0	1,5	0,060	0,15 to 0,35	—	—	12,0 to 14,0	0,60 max.[g]	—	1,0 max.	—	—	—	C4
4	0,16 to 0,25	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	12,0 to 14,0	—	—	1,0 max.	—	—	—	C1
9a	0,10 to 0,17	1,0	1,5	0,060	0,15 to 0,35	—	—	15,5 to 17,5	0,60 max.[g]	—	1,0 max.	—	—	—	C3
9b	0,14 to 0,23	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	15,0 to 17,5	—	—	1,5 to 2,5	—	—	—	C3
5	0,26 to 0,35	1,0	1,0	0,040	0,030 max.	—	—	12,0 to 14,0	—	—	1,0 max.	—	—	—	C1
فولادهای آستنیتی															
10	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	17,0 to 19,0	—	—	9,0 to 12,0	—	—	—	A2[h]
11	0,07 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	17,0 to 19,0	—	—	8,0 to 11,0	—	—	—	A2
15	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	17,0 to 19,0	—	—	9,0 to 12,0	—	$5 \times \%\ C \leqslant 0,80$	—	A3[i]
16	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	17,0 to 19,0	—	$10 \times \%\ C \leqslant 1,0$	9,0 to 12,0	—	—	—	A3[i]
17	0,12 max.	1,0	2,0	0,060	0,15 to 0,35	—	—	17,0 to 19,0	—[j]	—	8,0 to 10,0[k]	—	—	—	A1
13	0,10 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	17,0 to 19,0	—	—	11,0 to 13,0	—	—	—	A2
19	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	—	11,0 to 14,0	—	—	—	A4
20	0,07 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	—	10,5 to 13,5	—	—	—	A4
21	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	—	11,0 to 14,0	—	$5 \times \%\ C \leqslant 0,80$	—	A5[i]
23	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	$10 \times \%\ C \leqslant 1,0$	11,0 to 14,0	—	—	—	A5[i]
19a	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	16,5 to 18,5	2,5 to 3,0	—	11,5 to 14,5	—	—	—	A4
20a	0,07 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	—	—	16,5 to 18,5	2,5 to 3,0	—	11,0 to 14,0	—	—	—	A4
10N	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	0,12 to 0,22	—	17,0 to 19,0	—	—	8,5 to 11,5	—	—	—	A2
19N	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	0,12 to 0,22	—	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	—	10,5 to 13,5	—	—	—	A4[h]
19aN	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	0,12 to 0,22	—	16,5 to 18,5	2,5 to 3,0	—	11,5 to 14,5	—	—	—	A4[h]

جدول پ-۱- ویژگی های ترکیب فولاد زنگ نزن- (ادامه)

a شماره های فولاد تجربی بوده و از تغییراتی که در استانداردهای بین المللی مربوط پیش می آید تبعیت می کند.

b عناصر ذکر نشده نباید بدون توافق با خریدار عمداً به فولاد اضافه شوند، مگر آنکه به منظور عملیات حرارتی برای پرداخت نهایی باشد. همه دلائل هشداردهنده برای اجتناب از افزودن قراضه و یا سایر مواد مورد استفاده در ساخت فولاد که بر سخت شدگی، خواص مکانیکی و در قابلیت کاربرد آن تاثیر می گذارد باید در نظر گرفته شود.

c تانتالوم در نیوبیوم تعیین شده است.

d یکی از قسمت های استاندارد ISO 683-13 نیست.

e حداکثر درصد وزنی $(C + N)$ $0,040\ \%$ است.

f $(Nb + Ti)$ درصد وزنی $\leq (C + N) \times 8$ درصد وزنی $\leq 0,80\%$

g توافقات زیر در زمان درخواست و سفارش، فولاد می تواند با در صد وزنی مولیبدن بین $0,20\ \%$ و $0,60\ \%$ تحویل شود.

h مقاومت به خوردگی بین دانه ای در حد عالی

i فولادهای تثبیت شده

j با انتخاب سازنده درصد وزنی مولیبدن به میزان $Mo < 0,70\%$

k حداکثر درصد وزنی نیکل برای محصولات نیمه تمامی که برای ساخت تیوب بدون درز استفاده می شوند می تواند به میزان $0,5\%$ افزایش یابد.

پیوست ت
(اطلاعاتی)
فولادهای زنگ نزن برای کله زنی سرد و اکسترود

(از استاندارد ISO 4954: 1993 گرفته شده است)

شماره	شناسه نوع فولاد[a]		ترکیب شیمیایی[b] (درصد وزنی)									مشخصه رده فولاد c
		ISO 4954:1979	C	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni		
فولادهای فریتی												
71	X 3 Cr 17 E	—	⩽ 0,04	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 to 18,0		⩽ 1,0		F1
72	X 6 Cr 17 E	D 1	⩽ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 to 18,0		⩽ 1,0		F1
73	X 6 CrMo 17 1 E	D 2	⩽ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 to 18,0	0,90 to 1,30	⩽ 1,0		F1
74	X 6 CrTi 12 E	—	⩽ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	10,5 to 12,5		⩽ 0,50	Ti: 6 × % C ⩽ 1,0	F1
75	X 6 CrNb 12 E	—	⩽ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	10,5 to 12,5		⩽ 0,50	Nb: 6 × % C ⩽ 1,0	F1
فولادهای مارتنزیتی												
76	X 12 Cr 13 E	D 10	0,90 to 0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5 to 13,5		⩽ 1,0		C1
77	X 19 CrNi 16 2 E	D 12	0,14 to 0,23	1,00	1,00	0,040	0,030	15,0 to 17,5		1,5 to 2,5		C3
فولادهای آستینیتی												
78	X 2 CrNi 18 10 E	D 20	⩽ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0		9,0 to 12,0		A2[d]
79	X 5 CrNi 18 9 E	D 21	⩽ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0		8,0 to 11,0		A2
80	X 10 CrNi 18 9 E	D 22	⩽ 0,12	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0		8,0 to 10,0		A2
81	X 5 CrNi 18 12 E	D 23	⩽ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0		11,0 to 13,0		A2
82	X 6 CrNi 18 16 E	D 25	⩽ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	15,0 to 17,0		17,0 to 19,0		A2
83	X 6 CrNiTi 18 10 E	D 26	⩽ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0		9,0 to 12,0	Ti: 5 × % C ⩽ 0,80	A3[e]
84	X 5 CrNiMo 17 12 2 E	D 29	⩽ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	10,5 to 13,5		A4
85	X 6 CrNiMoTi 17 12 2 E	D 30	⩽ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 to 18,5	2,0 to 2,5	11,0 to 14,0	Ti: 5 × % C ⩽ 0,80	A5[e]
86	X 2 CrNiMo 17 13 3 E	—	⩽ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 to 18,5	2,5 to 3,0	11,5 to 14,5		A4[d]
87	X 2 CrNiMoN 17 13 3 E	—	⩽ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 to 18,5	2,5 to 3,0	11,5 to 14,5	N: 0,12 to 0,22	A4[d]
88	X 3 CrNiCu 18 9 3 E	D 32	⩽ 0,04	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0		8,5 to 10,5	Cu: 3,00 to 4,00	A2

a شناسه گذاری در اولین ستون جدول شماره های پشت سرهم هستند. شناسه گذاری در دومین ستون جدول براساس سیستم پیشنهاد شده در استاند ارد ISO/TC ۱۷/SC۲ می باشند. شناسه گذاری در سومین ستون جدول معرف شماره های منسوخ شده در استاندارد۱۹۷۹: ISO ۴۹۵۴ است(استاندارد در سال ۱۹۹۳ بازنگری شده است).

b عناصر ذکر نشده نباید بدون توافق با خریدار عمداً به فولاد اضافه شوند، مگر آنکه به منظور عملیات حرارتی برای پرداخت نهایی باشد. همه دلائل هشدا ردهنده برای اجتناب از افزودن قراضه و یا سایر مواد مورد استفاده در ساخت فولاد که بر سخت شدگی، خواص مکانیکی و در قابلیت کاربرد آن تاثیر می گذارد باید در نظر گرفته شود.

c یکی از قسمت های استاندارد ISO ۴۹۵۴ نیست.

d مقاومت به خوردگی بین دانه ای در حد عالی.

e فولادهای تثبیت شده.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

فولاد زنگ نزن آستنیتی با مقاومت خاص به کلراید موثردر خوردگی تنشی

(از استاندارد EN 10088-1:2005 گرفته شده است)

خطر معیوبی در پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه که توسط کلراید که سبب خوردگی تنشی می شود (به عنوان مثال در داخل استخرهای شنا) با استفاده از مواد ارائه شده در جدول ث -۱ شرح شده است.

جدول ث-۱- فولاد زنگ نزن آستنیتی با مقاومت خاص به کلراید موثردر خوردگی تنشی

فولاد زنگ نزن آستینیتی (شماره مواد/ نماد)	ترکیب شیمیایی (درصد وزنی)									
	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	N	Cr	Mo	Ni	Cu
X2CrNiMoN17-13-5 (1.4439)	0,030	1,00	2,00	0,045	0,015	0,12 to 0,22	16,5 to 18,5	4,0 to 5,0	12,5 to 14,5	
X1NiCrMoCu25-20-5 (1.4539)	0,020	0,70	2,00	0,030	0,010	⩽ 0,15	19,0 to 21,0	4,0 to 5,0	24,0 to 26,0	1,20 to 2,00
X1NiCrMoCuN25-20-7 (1.4529)	0,020	0,50	1,00	0,030	0,010	0,15 to 0,25	19,0 to 21,0	6,0 to 7,0	24,0 to 26,0	0,50 to 1,50
X2CrNiMoN22-5-3 [a] (1.4462)	0,030	1,00	2,00	0,035	0,015	0,10 to 0,22	21,0 to 23,0	2,5 to 3,5	4,5 to 6,5	

a فولاد زنگ نزن آستنیتی- فریتی

پیوست ج
(اطلاعاتی)
خواص مکانیکی در دماهای بالاتر؛
کاربرد در دماهای پایین

یادآوری– اگر پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه به درستی محاسبه شده باشند، مهره های جفت آنها بطور اتوماتیک الزامات مربوط را رعایت می کنند. بنابراین در چنین موردی فقط بررسی خواص مکانیکی در دماهای بالا و یا در دماهای پایین برای آنها کافی است.

ج-۱ تنش تسلیم پایینی یا تنش در 0,2 % کرنش دائمی در دماهای بالاتر

مقادیر داده شده دراین پیوست فقط جهت اطلاع می باشند. کاربر باید بداند که شیمی واقعی، بار اعمالی روی اتصالات نصب شده و محیط می توانند سبب تغییرات حائز اهمیتی شوند. اگر بارهای اعمالی نوسان داشته باشند و دوره های بهره برداری در دماهای بالاتر بزرگ باشند یا امکان خوردگی تنشی زیاد باشد، کاربر باید با سازنده اتصالات مشورت نماید.

برای مقادیر جهت تنش تسلیم پایینی، R_{eL}، و تنش در 0,2 % کرنش دائمی، $R_{p0,2}$، در دماهای بالا برحسب مقادیر در دمای اتاق به جدول ج-۱ مراجعه شود.

جدول ج-۱- تاثیر دما روی R_{eL} و $R_{p0,2}$

رده فولاد	R_{eL} و $R_{p0,2}$ % دما			
	+100 °C	+200 °C	+300 °C	+400 °C
A2, A3, A4, A5	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60
یادآوری فقط برای رده های خواص ۷۰ و ۸۰ به کار می رود.				

ج-۲ کاربرد در دماهای پائین

برای کاربرد پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه به جدول ج-۲ مراجعه شود.

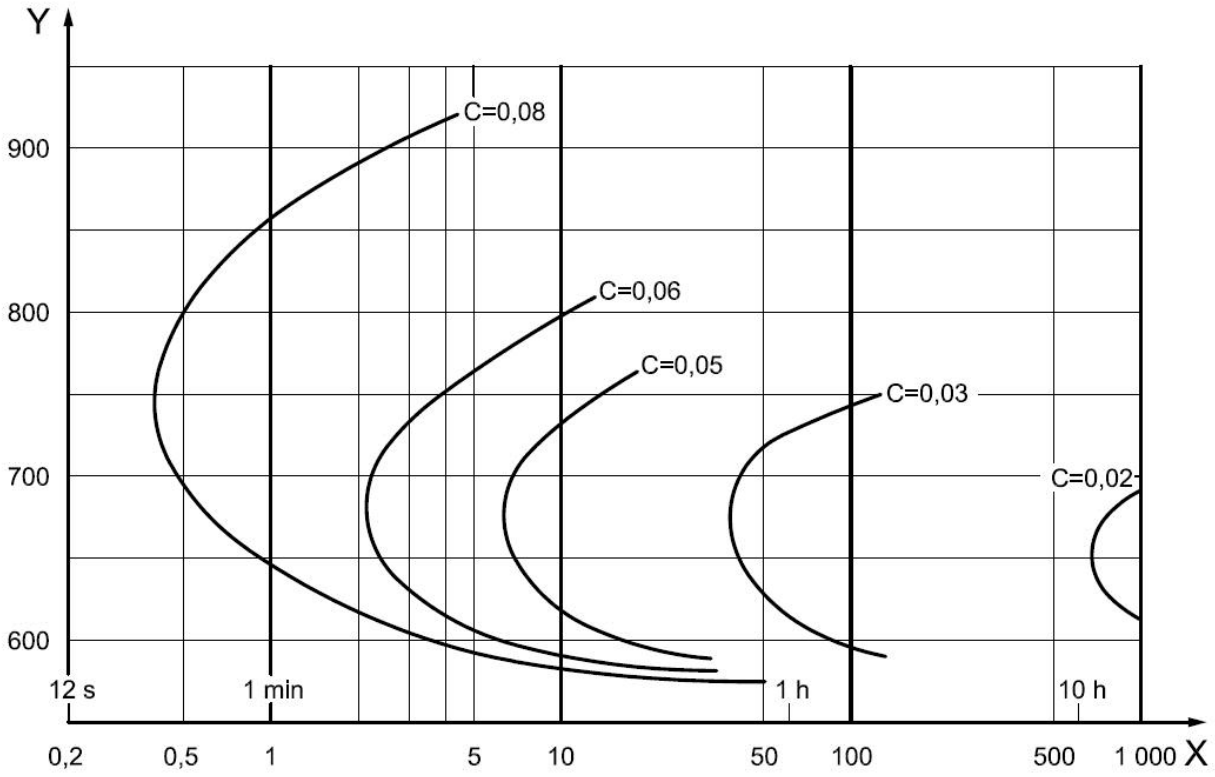
جدول ج-۲- کاربرد پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر رزوه
از جنس فولاد زنگ نزن در دمای پایین (فقط فولاد آستنیتی)

رده فولاد	محدوده پایین تر دمای بهره برداری درکارکرد دائم	
A2, A3	–200 °C	
A4, A5	پیچ های مهره خور و پیچ ها a	–60 °C
	میله های دو سر رزوه	–200 °C
a اگر دمای بالا که باعث دفورمگی در حین ساخت اتصالات می شود به کار رود، در ارتباط با فلز آلیاژی مولیبدن، پایداری آستینیتی کاهش یافته و دمای گذار به سمت مقادیر بالاتر می رود.		

پیوست چ
(اطلاعاتی)
نمودار زمان – دما خوردگی بین دانه ای در فولادهای زنگ نزن آستنیتی رده A2 (فولادهای 18/8)

شکل چ-۱ زمان تقریبی برای فولادهای زنگ نزن آستنیتی با رده A2 (فولادهای 18/8) حاوی مقدار کربن های مختلف در منطقه دمای بین ۵۵۰ و ۹۲۵ درجه سلسیوس قبل از اینکه ریسک خوردگی بین دانه ای اتفاق افتد.

یادآوری- در فولادهای با کربن کمتر مقاومت در برابر خوردگی بین دانه ای ارتقا می یابد.



راهنمای شکل:

X **زمان، برحسب دقیقه**

Y **دما، برحسب درجه سلسیوس**

شکل چ-۱- نمودار زمان – دما خوردگی بین دانه ای
در فولادهای زنگ نزن آستنیتی رده A2

پیوست ح
(اطلاعاتی)
خواص مغناطیسی فولادهای زنگ نزن آستنیتی

هنگامیکه خواص ویژه مغناطیسی مورد نیاز باشد، باید با یک فرد با تجربه در علم متالورژی مشورت شود.
همه اتصالات از جنس فولاد زنگ نزن آستنیتی معمولاً مغناطیسی نیستند؛ بعد از سرد کاری، ممکن است برای بعضی از اتصالات خواص مغناطیسی مشاهده شود.
هر نوع مواد که در فولادهای زنگ نزن بکار می روند با میزان قابلیت مغناطیسی شدنشان مشخص می شوند. فقط امکان دارد برای یک وکیوم به کلی غیر مغناطیسی باشند. اندازه گیری قابلیت نفوذ پذیری مواد در یک میدان مغناطیسی و مقدار نفوذ پذیری μ_r برای آن مواد بستگی به میزان وکیوم دارد. اگر μ_r به سمت ۱ میل کند مواد قابلیت نفوذ پذیری کمی دارند.

مثال۱ $A2 : \mu_r \approx 1,8$

مثال۲ $A4 : \mu_r \approx 1,015$

مثال۳ $A4L : \mu_r \approx 1,005$

مثال۴ $F1 : \mu_r \approx 5$

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۷۳، رزوه پیچ متریک ISO برای کاربرد عمومی - ابعاد پایه

[2] ISO 683-13:19863), Heat-treatable steels, alloy steels and free cutting steels — Part 13: Wrought stainless steels

[3] ISO 4954:1993, Steels for cold heading and cold extruding

[4] ISO 8044, Corrosion of metals and alloys — Basic terms and definitions

[5] EN 10088-1:2005, Stainless steels — Part 1: List of stainless steels