



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۸۷۴-۲

تجدیدنظر اول

۱۳۹۹

INSO
2874-2
1st Revision

2020

Identical with
ISO 898-2: 2012

خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد
کربنی و فولاد آلیاژی -

قسمت ۲: مهره‌ها با رده‌های خواص مشخص -

رزوه درشت و رزوه ریز

**Mechanical properties of fasteners made of
carbon steel and alloy steel —**

**Part 2: Nuts with specified property
classes—Coarse thread and fine pitch
thread**

ICS: 21.060.20

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۸۷۴ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۹

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی -

قسمت ۲: مهره‌ها با رده‌های خواص مشخص - رزوه درشت و رزوه ریز»

رئیس:

زمانی‌نژاد، امیر
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

دبیر:

قزلباش، پریچهر
(کارشناسی فیزیک کاربردی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پورشهراب، فاطمه
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

توکلی، رضا
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

خالقی‌فر، فرزانه
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

خزائی، آتوسا
(کارشناسی مهندسی متالورژی)

شریف، محمدرضا
(کارشناسی مهندسی برق)

شکری، حامد
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

فریدونی، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

ویراستار:

ایمانی بیدگلی، فاطمه
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت ایران پیچکار

شرکت ایران پیچ

بنیاد علوم کاربردی رازی

انجمن علمی ریخته‌گران ایران

جامعه پیچ و مهره سازان

مرکز پژوهش متالورژی رازی

شرکت ایران توحید

سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| و | پیش‌گفتار |
| ز | مقدمه |
| ۱ | ۱ هدف و دامنه کاربرد |
| ۲ | ۲ مراجع الزامی |
| ۳ | ۳ نمادها |
| ۳ | ۴ سیستم شناسه‌گذاری |
| ۵ | ۵ طراحی مجموعه‌های پیچ‌های مهره‌خور و مهره |
| ۵ | ۶ مواد |
| ۶ | ۷ خواص مکانیکی |
| ۱۰ | ۸ بازرسی |
| ۱۵ | ۹ روش‌های آزمون |
| ۱۵ | ۱۰ نشانه‌گذاری |
| ۲۰ | پیوست الف (آگاهی‌دهنده) اصول طراحی مهره‌ها |
| ۲۳ | پیوست ب (آگاهی‌دهنده) ابعاد رزوه برای سنبه آزمون |
| ۲۶ | کتاب‌نامه |

پیش‌گفتار

استاندارد «خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی- قسمت ۲: مهره‌ها با رده‌های خواص مشخص- رزوه درشت و رزوه ریز» که نخستین بار در سال ۱۳۶۶ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تایید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک‌هزار و هشتصد و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک مورخ ۱۳۹۹/۰۵/۰۶ تصویب شد. 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.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در 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.

با انتشار این استاندارد، استانداردهای ملی ایران به شرح زیر باطل و این استاندارد جایگزین آن می‌شود.

استانداردهای ملی ایران شماره ۵۶۵۵: سال ۱۳۷۸، (خواص مکانیکی مهره‌های دنده ریز - ویژگیها و روشهای آزمون)

استانداردهای ملی ایران شماره ۵۶۵۴: سال ۱۳۷۸، (خواص مکانیکی مهره‌های دنده درشت - ویژگیها و روشهای آزمون)

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 898-2:2012, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel
Part2: Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

مقدمه

این استاندارد، یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۸۷۴ است.

خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی-

قسمت ۱: پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه با رده‌های خواص مشخص-رزوه درشت و رزوه ریز

سایر قسمت‌ها عبارتند از:

قسمت ۳: واشرهای تخت با رده‌های خواص مشخص

قسمت ۵: پیچ‌های ضامن و اتصالات رزوه‌دار مشابه با رده‌های خواص مشخص-رزوه درشت و رزوه ریز

قسمت ۷: آزمون پیچش و حداقل گشتاورها برای پیچ‌ها و پیچ‌های مهره‌خور با قطرهای اسمی ۱ mm تا ۱۰ mm

خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی - قسمت ۲: مهره‌ها با رده‌های خواص مشخص - رزوه درشت و رزوه ریز

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی مهره‌ها با رزوه درشت و رزوه ریز از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی است هنگامیکه در محدوده دمای محیط بین 10°C تا 35°C مورد آزمون قرار می‌گیرند. مطابق مقررات این استاندارد مهره‌ها در بازه دمای محیط بررسی می‌شوند. این مهره‌ها ممکن است نتوانند خواص مکانیکی و فیزیکی مشخص شده را در دماهای بالاتر و یا پایین‌تر، حفظ کنند.

یادآوری ۱- مهره‌ها مطابق با الزامات این استاندارد، در کاربردهای محدوده دمایی 50°C - تا 150°C + مورد استفاده قرار می‌گیرند. به مصرف‌کنندگان توصیه می‌شود که در صورت استفاده از مهره‌ها در دماهای خارج از محدوده 50°C - تا 150°C + و تا درجه حرارت ماکزیمم 300°C +، به منظور شناسایی راهکارهای مناسب برای یک کاربرد مشخص، با یک متخصص فلزشناسی مشورت شود.

یادآوری ۲- اطلاعات در رابطه با انتخاب و کاربرد فولادها مورد استفاده در دماهای پایین‌تر و بالاتر، برای مثال در استانداردهای EN 10269 و ASTM F2281 و همچنین استاندارد ASTM A320/A320M، فراهم شده است.

این استاندارد برای مهره‌ها با شرایط زیر کاربرد دارد:

الف - ساخته شده از فولاد کربنی یا فولاد آلیاژی؛

ب - مهره‌های با رزوه درشت با اندازه $M5 \leq D \leq M39$ و مهره‌های با رزوه ریز با اندازه $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ ؛

پ - دارای رزوه مثلثی متریک ایزو، مطابق با استاندارد ISO 68-1؛

ت - مهره‌های با تلفیق قطر / رزوه مطابق استانداردهای ISO 261 و ISO 262؛

ث - مهره‌های با رده‌های خواص مشخص، شامل بار گواه؛

ج - انواع مختلف مهره‌ها: مهره‌های نازک، معمولی و بلند؛

چ - مهره‌های با حداقل ارتفاع به اندازه $m \geq 0,45 D$ ؛

ح - مهره‌های دارای قطر خارجی حداقل یا عرض آچارخور به اندازه $s \geq 1,45 D$ (به پیوست الف مراجعه شود)؛

خ - مهره‌هایی با قابلیت جفت‌شدن با پیچ‌ها، پیچ‌های مهره‌خور و میله‌های دو سر رزوه با رده‌های خواص مطابق با قسمت اول این مجموعه استاندارد.

برای مهره‌هایی که با روش غوطه‌وری گرم گالوانیزه شده اند به استاندارد ISO 10684 مراجعه شود.

این استاندارد الزامات خواص زیر را مشخص نمی‌کند:

- خواص مهره قفلی^۱ (به استاندارد ISO 2320 مراجعه شود)؛
- عملکرد گشتاور/ نیروی گیرش (برای روش آزمون، به ISO 16047 مراجعه شود)؛
- جوش پذیری؛
- مقاومت به خوردگی.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 6157-2, Fasteners — Surface discontinuities — Part 2: Nuts

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۱۲۰۰: سال ۱۳۸۷، اتصالات- ناپیوستگی‌های سطحی- قسمت ۲: مهره‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 6157-2-1995 تدوین شده است.

2-2 ISO 6506-1, Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۸۰۹: سال ۱۳۹۸، روش‌های سختی سنجی فلزات- سختی سنجی برینل- بخش اول: روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 6506-1-2014 تدوین شده است.

2-3 ISO 6507-1, Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۸۱۰: سال ۱۳۸۷، مواد فلزی- آزمون سختی سنجی ویکرز- قسمت اول: روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 6157-3-2005 تدوین شده است.

2-4 ISO 6508-1, Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۸۱۱: سال ۱۳۹۸، آزمون سختی سنجی فلزات- روش راکول - قسمت اول: روش آزمون (مقیاسهای A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)، با استفاده از استاندارد ISO 6157-3-2016 تدوین شده است.

2-5 ISO 6892-1, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature

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

2-6 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

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

2-7 ISO 16426, Fasteners — Quality assurance system

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۰۳۲: سال ۱۳۸۹، اتصالات - سیستم تضمین کیفیت، با استفاده از استاندارد ISO 16426-2002 تدوین شده است.

۳ نمادها

در این استاندارد نمادها به شرح زیر نیز به کار می‌رود:

| | |
|-------|------------------------|
| D | قطر اسمی رزوه مهره، mm |
| d_h | قطر سوراخ گیره، mm |
| F | بار، N |
| h | ضخامت گیره، mm |
| m | ارتفاع مهره، mm |
| p | گام رزوه، mm |
| s | عرض آچارخور، mm |

۴ سیستم شناسه گذاری

۴-۱ شناسه انواع مهره

در این استاندارد شناسه گذاری برای سه نوع مهره بر اساس ارتفاع آنها مشخص شده است.

- نوع ۲: مهره بلند با حداقل ارتفاع $m_{\min} \approx 0,9 D$ یا $m_{\min} > 0,9 D$; به جدول الف-۱ مراجعه شود؛

- نوع ۱: مهره معمولی با حداقل ارتفاع $m_{\min} \geq 0,8 D$; به جدول الف-۱ مراجعه شود؛

- نوع 0: مهره نازک با حداقل ارتفاع $0,45 D \leq m_{\min} < 0,8 D$

۲-۴ شناسه‌گذاری رده‌های خواص

۱-۲-۴ کلیات

نشانه‌گذاری و برحسب زدن مهره‌ها با رده‌های خواص، باید مطابق با آنچه در بند ۱۰ مشخص شده است، صرفاً برای آن دسته از مهره‌هایی باشد که الزامات مندرج در این استاندارد را برآورده می‌کنند.

۲-۲-۴ مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲)

نماد برای رده‌های خواص مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲) شامل یک عدد است. این عدد متناظر با عدد سمت چپ حداکثر رده خواص مناسب با پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه‌ای است که می‌تواند با آن مهره جفت شود.

۳-۲-۴ مهره‌های نازک (نوع ۰)

نماد برای رده‌های خواص مهره‌های نازک (نوع ۰) شامل دو عدد به شرح زیر است:

- عدد اول صفر است و نشان‌دهنده این است که بارپذیری مهره در مقایسه با بارپذیری مهره معمولی یا بلند طبق بند ۲-۲-۴ کاهش می‌یابد پس بنابراین هنگامی که بارگذاری بیش از حد رخ دهد می‌تواند هرزشدگی رزوه اتفاق افتد

- عدد دوم متناظر با $\frac{1}{100}$ تنش اسمی تحت بار گواه روی سنبه آزمون سخت کاری شده است و برحسب مگا پاسکال می‌باشد.

۳-۴ محدوده قطرهای اسمی برحسب نوع مهره و رده خواص

محدوده قطرهای اسمی برحسب نوع مهره و رده خواص مطابق جدول ۱ می‌باشد.

۵ طراحی مجموعه‌های پیچ‌های مهره‌خور و مهره

شرح اصول طراحی پایه مهره‌ها و بارپذیری مجموعه‌های پیچ و مهره‌ها در پیوست الف ارائه شده است.

مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲) باید با اتصالات رزوه شده خارجی مطابق جدول ۲ جفت و جور شوند. هرچند، می‌توان مهره‌های با رده خواص بالاتر را جایگزین مهره‌های با رده خواص پایین‌تر نمود.

جدول ۱- محدوده قطرهای اسمی برحسب نوع مهره و رده خواص

| رده خواص | محدوده قطرهای اسمی، D | | |
|----------|--|--|--|
| | مه‌ره معمولی (نوع ۱) | مه‌ره بلند (نوع ۲) | مه‌ره نازک (نوع ۰) |
| 04 | — | — | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ |
| 05 | — | — | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ |
| 5 | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ | — | — |
| 6 | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ | — | — |
| 8 | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ | $M5 < D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ | — |
| 9 | — | $M5 \leq D \leq M39$ | — |
| 10 | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M16 \times 1,5$ | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ | — |
| 12 | $M5 \leq D \leq M16$ | $M5 \leq D \leq M39$ $M8 \times 1 \leq D \leq M16 \times 1,5$ | — |

کاهش مقاومت به هرزشدگی رزوه برای مه‌ره‌ها با انحراف اصلی بزرگتر از صفر برای کلاس رواداری 6H (از قبیل مه‌ره‌های گالوانیزه شده با روش غوطه‌وری گرم: 6AZ، 6AX) رخ می‌دهد. مه‌ره‌های نازک (نوع 0) دارای بارپذیری کاهش یافته در مقایسه با مه‌ره‌های معمولی یا مه‌ره‌های بلند و برای شرایط مقاومت در برابر هرزشدگی رزوه طراحی نشده‌اند.

مه‌ره‌ها به عنوان مه‌ره‌های با ارتفاع کوتاه^۱ بایستی با مه‌ره‌های معمولی یا مه‌ره‌های بلند مونتاژ شوند. در مجموعه‌ها با مه‌ره‌های با ارتفاع کوتاه، ابتدا باید مه‌ره‌های نازک به مجموعه بسته شوند و سپس مه‌ره‌های معمولی یا مه‌ره‌های بلند به مه‌ره‌های نازک بسته شوند.

جدول ۲- ترکیب مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲)

با رده‌های خواص پیچ‌های مهره‌خور

| رده خواص مهره | حداکثر رده خواص پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه جفت‌شده باهم |
|---------------|---|
| 5 | 5.8 |
| 6 | 6.8 |
| 8 | 8.8 |
| 9 | 9.8 |
| 10 | 10.9 |
| 12 | 12.9/12.9 |

۶ مواد

در جدول ۳ مواد و عملیات حرارتی برای رده‌های خواص مهره‌های مختلف مشخص شده است.

مهره‌ها با رزوه درشت و رده خواص 8,05 (مهره‌های معمولی (نوع ۱) با $D > M16$)، 10 و 12 باید کوئنچ و بازپخت شوند.

مهره‌ها با رزوه ریز و رده خواص 6,05 (با $D > M16$)، 8 (مهره‌های معمولی (نوع ۱))، 10 و 12 باید کوئنچ و بازپخت شوند.

ترکیب شیمیایی باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی مربوطه ارزیابی شوند.

جدول ۳- فولادها

| رزه | رده خواص | مواد و عملیات حرارتی مهره | حدود ترکیب شیمیایی (آنالیز ذوب %) ^a | | | |
|----------|-----------------|--|---|------------|-----------|-----------|
| | | | C max. | Mn min. | P max. | S max. |
| رزه درشت | 04 ^c | فولاد کربنی ^d | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| | 05 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 5 ^b | فولاد کربنی ^d | 0,58 | — | 0,060 | 0,150 |
| | 6 ^b | مهره بلند (نوع ۲) فولاد کربنی ^d | 0,58 | — | 0,060 | 0,150 |
| | 8 | مهره معمولی (نوع ۱) $D \leq M16$ فولاد کربنی ^d | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| | 8 | مهره معمولی (نوع ۱) $D > M16$ فولاد کربنی ^d | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| | 8 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 9 | فولاد کربنی ^d | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| | 10 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 12 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,45 | 0,048 | 0,058 |
| رزه ریز | 04 ^b | فولاد کربنی ^d | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| | 05 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 5 ^b | فولاد کربنی ^d | 0,58 | — | 0,060 | 0,150 |
| | 6 ^b | $D \leq M16$ فولاد کربنی ^d | 0,58 | — | 0,060 | 0,150 |
| | 6 ^b | $D > M16$ فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 8 | مهره بلند (نوع ۲) فولاد کربنی ^d | 0,58 | 0,25 | 0,060 | 0,150 |
| | 8 ^c | مهره معمولی (نوع ۱) فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 10 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,30 | 0,048 | 0,058 |
| | 12 ^c | فولاد کربنی، ^e QT | 0,58 | 0,45 | 0,048 | 0,058 |

QT = مهره‌های کوئنچ و بازپخت شده؛ "___" محدوده مشخص نشده است؛

a در صورت اختلاف، آنالیز محصول باید مد نظر قرار گیرد.

b در صورت توافق بین خریدار و سازنده استفاده از فولاد خوش‌تراش برای مهره‌ها با این رده‌های خواص، با حداکثر گوگرد، فسفر و سرب به ترتیب S: 0,34% ؛ P: 0,11% ؛ Pb: 0,35% مجاز می‌باشد.

c عناصر آلیاژی می‌توان اضافه کرد به شرطی که خواص مکانیکی مورد نیاز بند ۷ برآورده شود.

d با صلاحدید سازنده می‌تواند کوئنچ و بازپخت شود.

e مواد انتخاب شده برای این رده خواص باید به نحوی باشند که سختی‌پذیری کافی برای تضمین حداقل 90% مارتنزیت در مرکز نواحی رزوه شده مهره، تعیین شده در شکل ۳، بعد از مرحله سخت‌کاری و قبل از مرحله بازپخت ایجاد کند.

یادآوری - در صورت وجود مقررات ملی موثر برای محدودیت و یا ممنوعیت عناصر شیمیایی خاص در کشور، باید آن موارد اعمال گردد.

۷ خواص مکانیکی

زمانی که آزمون‌ها به وسیله روش‌های مشخص شده در بند ۹ انجام می‌شوند، صرف نظر از آزمون‌های اجرا شده در طی تولید یا بازرسی نهایی، مهره‌ها مربوط به رده‌های خواص مشخص، باید در درجه حرارت محیط، کلیه الزامات بار گواه (به جدول‌های ۴ و ۵ مراجعه شود) و الزامات برای سختی (به جدول‌های ۶ و ۷ مراجعه شود) را برآورده نمایند.

برای مهره‌هایی که کوئنج و بازپخت نشده‌اند، بند ۹-۲-۴-۲ نیز به کار می‌رود.

جدول ۴- مقادیر بار گواه برای مهره‌های با رزوه درشت

| رزوه D | گام P | بار گواه ^a , N | | | | | | | |
|-----------|----------|---------------------------|---------|---------|---------------|---------|---------|-----------|-----------|
| | | 04 | 05 | 5 | رده خواص 6 | | 8 | 9 | 10 |
| M5 | 0,8 | 5 400 | 7 100 | 8 250 | 9 500 | 12 140 | 13 000 | 14 800 | 16 300 |
| M6 | 1 | 7 640 | 10 000 | 11 700 | 13 500 | 17 200 | 18 400 | 20 900 | 23 100 |
| M7 | 1 | 11 000 | 14 500 | 16 800 | 19 400 | 24 700 | 26 400 | 30 100 | 33 200 |
| M8 | 1,25 | 13 900 | 18 300 | 21 600 | 24 900 | 31 800 | 34 400 | 38 100 | 42 500 |
| M10 | 1,5 | 22 000 | 29 000 | 34 200 | 39 400 | 50 500 | 54 500 | 60 300 | 67 300 |
| M12 | 1,75 | 32 000 | 42 200 | 51 400 | 59 000 | 74 200 | 80 100 | 88 500 | 100 300 |
| M14 | 2 | 43 700 | 57 500 | 70 200 | 80 500 | 101 200 | 109 300 | 120 800 | 136 900 |
| M16 | 2 | 59 700 | 78 500 | 95 800 | 109 900 | 138 200 | 149 200 | 164 900 | 186 800 |
| M18 | 2,5 | 73 000 | 96 000 | 121 000 | 138 200 | 176 600 | 176 600 | 203 500 | 230 400 |
| M20 | 2,5 | 93 100 | 122 500 | 154 400 | 176 400 | 225 400 | 225 400 | 259 700 | 294 000 |
| M22 | 2,5 | 115 100 | 151 500 | 190 900 | 218 200 | 278 800 | 278 800 | 321 200 | 363 600 |
| M24 | 3 | 134 100 | 176 500 | 222 400 | 254 200 | 324 800 | 324 800 | 374 200 | 423 600 |
| M27 | 3 | 174 400 | 229 500 | 289 200 | 330 500 | 422 300 | 422 300 | 486 500 | 550 800 |
| M30 | 3,5 | 213 200 | 280 500 | 353 400 | 403 900 | 516 100 | 516 100 | 594 700 | 673 200 |
| M33 | 3,5 | 263 700 | 347 000 | 437 200 | 499 700 | 638 500 | 638 500 | 735 600 | 832 800 |
| M36 | 4 | 310 500 | 408 500 | 514 700 | 588 200 | 751 600 | 751 600 | 866 000 | 980 400 |
| M39 | 4 | 370 900 | 488 000 | 614 900 | 702 700 | 897 900 | 897 900 | 1 035 000 | 1 171 000 |

^a برای کاربرد مهره‌های نازک، باید توجه داشت که بار هرزشدگی کمتر از بارگواه مهره با بارپذیری کامل می‌باشد (پیوست الف).

جدول ۵- مقادیر بار گواه برای مهره‌های با رزوه ریز

| رزوه $D \times P$ | بار گواه ^a ، N | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|
| | رده خواص | | | | | | |
| | 04 | 05 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| M8×1 | 14 900 | 19 600 | 27 000 | 30 200 | 37 400 | 43 100 | 47 000 |
| M10×1,25 | 23 300 | 30 600 | 44 200 | 47 100 | 58 400 | 67 300 | 73 400 |
| M10×1 | 24 500 | 32 200 | 44 500 | 49 700 | 61 600 | 71 000 | 77 400 |
| M12×1,5 | 33 500 | 44 000 | 60 800 | 68 700 | 84 100 | 97 800 | 105 700 |
| M12×1,25 | 35 000 | 46 000 | 63 500 | 71 800 | 88 000 | 102 200 | 110 500 |
| M14×1,5 | 47 500 | 62 500 | 86 300 | 97 500 | 119 400 | 138 800 | 150 000 |
| M16×1,5 | 63 500 | 83 500 | 115 200 | 130 300 | 159 500 | 185 400 | 200 400 |
| M18×2 | 77 500 | 102 000 | 146 900 | 177 500 | 210 100 | 220 300 | — |
| M18×1,5 | 81 700 | 107 500 | 154 800 | 187 000 | 221 500 | 232 200 | — |
| M20×2 | 98 000 | 129 000 | 185 800 | 224 500 | 265 700 | 278 600 | — |
| M20×1,5 | 103 400 | 136 000 | 195 800 | 236 600 | 280 200 | 293 800 | — |
| M22×2 | 120 800 | 159 000 | 229 000 | 276 700 | 327 500 | 343 400 | — |
| M22×1,5 | 126 500 | 166 500 | 239 800 | 289 700 | 343 000 | 359 600 | — |
| M24×2 | 145 900 | 192 000 | 276 500 | 334 100 | 395 500 | 414 700 | — |
| M27×2 | 188 500 | 248 000 | 351 100 | 431 500 | 510 900 | 535 700 | — |
| M30×2 | 236 000 | 310 500 | 447 100 | 540 300 | 639 600 | 670 700 | — |
| M33×2 | 289 200 | 380 500 | 547 900 | 662 100 | 783 800 | 821 900 | — |
| M36×3 | 328 700 | 432 500 | 622 800 | 804 400 | 942 800 | 934 200 | — |
| M39×3 | 391 400 | 515 000 | 741 600 | 957 900 | 1 123 000 | 1 112 000 | — |

^a برای کاربرد مهره‌های نازک، باید توجه داشت که بار هرزشدگی کمتر از بار گواه مهره با بارپذیری کامل می‌باشد (پیوست الف).

جدول ۶- خواص سختی‌سنجی برای مهره‌های با رزوه درشت

| رزوه D | رزوه | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|------------------|------|------|------|------|------------------|------|
| | 04 | | 05 | | 5 | | 6 | | 8 | | 9 | | 10 | | 12 | |
| | سختی ویکرز، HV | | | | | | | | | | | | | | | |
| | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| M5 ≤ D ≤ M16 | 188 | 302 | 272 | 353 | 130 | 302 | 150 | 302 | 200 | 302 | 188 | 302 | 272 | 353 | 295 ^c | 353 |
| M16 < D ≤ M39 | | | | | 146 | | 170 | | 233 ^a | 353 ^b | | | | | 272 | |
| | سختی برینل، HB | | | | | | | | | | | | | | | |
| | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| M5 ≤ D ≤ M16 | 179 | 287 | 259 | 336 | 124 | 287 | 143 | 287 | 190 | 287 | 179 | 287 | 259 | 336 | 280 ^c | 336 |
| M16 < D ≤ M39 | | | | | 139 | | 162 | | 221 ^a | 336 ^b | | | | | 259 | |
| | سختی راکول، HRC | | | | | | | | | | | | | | | |
| | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| M5 ≤ D ≤ M16 | — | 30 | 28 | 36 | — | 30 | — | 30 | — | 30 | — | 30 | 28 | 36 | 29 ^c | 36 |
| M16 < D ≤ M39 | | | | | | | | | | 36 ^b | | | | | 28 | |
| یکپارچگی سطوح باید مطابق استاندارد ISO 6157-2 باشد. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| آزمون سختی‌سنجی ویکرز روش آزمون مرجع برای پذیرش تلقی می‌شود (زیربند ۹-۲-۴). | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a حداقل مقدار مهره‌های بلند (نوع ۲): 180 HV (171 HB). | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b حداکثر مقدار مهره‌های بلند (نوع ۲): 302 HV (287 HB; 30 HRC). | | | | | | | | | | | | | | | | |

جدول ۷- خواص سختی‌سنجی برای مهره‌های با رزوه ریز

| رزوه D × P | رده خواص | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------------------|------------------|------|------|------|------|------|
| | 04 | | 05 | | 5 | | 6 | | 8 | | 10 | | 12 | | | |
| | سختی ویکرز، HV | | | | | | | | | | | | | | | |
| | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5 | 188 | 302 | 272 | 353 | 175 | 302 | 188 | 302 | 250 ^a | 353 ^b | 295 ^c | 353 | 295 | 353 | | |
| M16×1,5 < D ≤ M39×3 | | | | | 190 | | 233 | | 295 | 353 | 280 | | — | — | | |
| | سختی برینل، HB | | | | | | | | | | | | | | | |
| | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5 | 179 | 287 | 259 | 336 | 166 | 287 | 179 | 287 | 238 ^a | 336 ^b | 280 ^c | 336 | 280 | 336 | | |
| M16×1,5 < D ≤ M39×3 | | | | | 181 | | 221 | | 280 | 336 | 247 | | — | — | | |
| | سختی راکول، HRC | | | | | | | | | | | | | | | |
| | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5 | — | 30 | 28 | 36 | — | 30 | — | 30 | 22,2 ^a | 36 ^b | 29 ^c | 36 | 29 | 36 | | |
| M16×1,5 < D ≤ M39×3 | | | | | — | | — | 30 | 29,2 | 36 | 24 | | — | — | | |
| یکپارچگی سطوح باید مطابق استاندارد ISO 6157-2 باشد. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| آزمون سختی‌سنجی ویکرز روش آزمون مرجع برای پذیرش تلقی می‌شود (زیربند ۹-۲-۴). | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a حداقل مقدار مهره‌های بلند (نوع ۲): 195 HV (185 HB). | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b حداکثر مقدار مهره‌های بلند (نوع ۲): 302 HV (287 HB; 30 HRC). | | | | | | | | | | | | | | | | |

۸ بازرسی

۱-۸ بازرسی سازنده

این استاندارد، نوع آزمون‌های قابل انجام در هر بهر تولید را، اجبار نمی‌کند. مسئولیت سازنده، اعمال روش‌های مناسب به انتخاب خود می‌باشد، مانند آزمون یا بازرسی حین تولید، به منظور تضمین مطابقت بهر تولید شده با کلیه الزامات کاربردی. برای دستیابی به اطلاعات بیشتر به ISO 16426 مراجعه شود. در صورت اختلاف، روش‌های آزمون مطابق بند ۹، باید در نظر گرفته شود.

۲-۸ بازرسی تامین کننده

تامین کننده می‌تواند با استفاده از روش‌های مورد انتخاب خود، مهره را که ارائه می‌دهد آزمون کند (ارزیابی دوره‌ای سازنده، کنترل نتایج آزمون گرفته شده از سازندگان، آزمون‌های مهره، و غیره) مشروط بر اینکه خواص مکانیکی و فیزیکی مشخص شده در جدول‌های ۳ تا ۷، برآورده شوند. در صورت اختلاف، روش‌های آزمون مطابق بند ۹، باید به کار برده شود.

۳-۸ بازرسی خریدار

خریدار می‌تواند مهره تحویل داده شده را، مطابق روش‌های آزمون ارائه شده در بند ۹ آزمون کند. در صورت اختلاف، روش‌های آزمون مطابق بند ۹، باید به کار برده شود مگر آنکه مورد دیگری توافق شود.

۹ روش‌های آزمون

۱-۹ آزمون بار گواه

۱-۹-۱ کلیات

آزمون بار گواه متشکل از دو عملیات اصلی، به صورت زیر می‌باشد،

الف - کاربرد یک بار گواه مشخص بوسیله یک سنبه آزمون (به شکل‌های ۱ و ۲ مراجعه شود)، و

ب - کنترل آسیب رزوه مهره ناشی از بار گواه، در صورت وجود.

یادآوری - برای مهره قفلی و برای استفاده از روش آزمون دیگر، به استاندارد ISO 2320 مراجعه شود.

۲-۱-۹ کاربرد

این آزمون برای مهره‌های با قطرهای اسمی $M5 \leq D \leq M39$ و همه رده‌های خواص کاربرد دارد.

۳-۱-۹ دستگاه آزمون

وسیله آزمون کشش باید مطابق ISO 7500-1 کلاس ۱ یا بهتر باشد. از نیروی جانبی بر روی مهره اجتناب شود، برای مثال، با استفاده از گیره‌های خود هم‌محور شونده.

۴-۱-۹ وسیله آزمون

گیره و سنبه‌های آزمون باید به صورت زیر باشند:

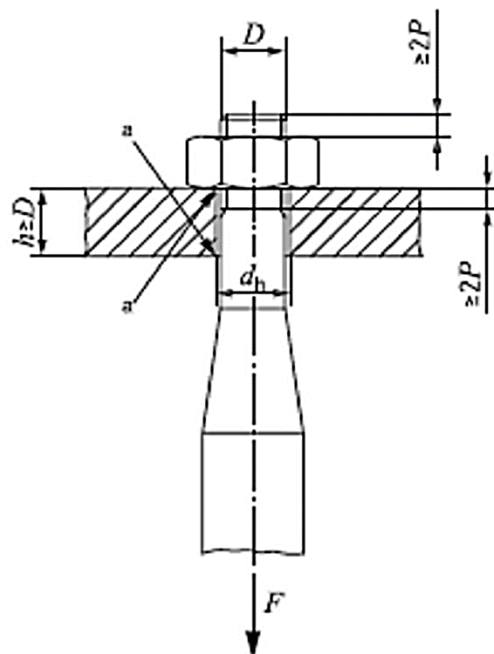
الف - سختی گیره: 45 HRC min؛

ب - ضخامت h ، گیره: $1D$ min؛

پ - قطر سوراخ، d_h ، گیره: مطابق جدول ۸؛

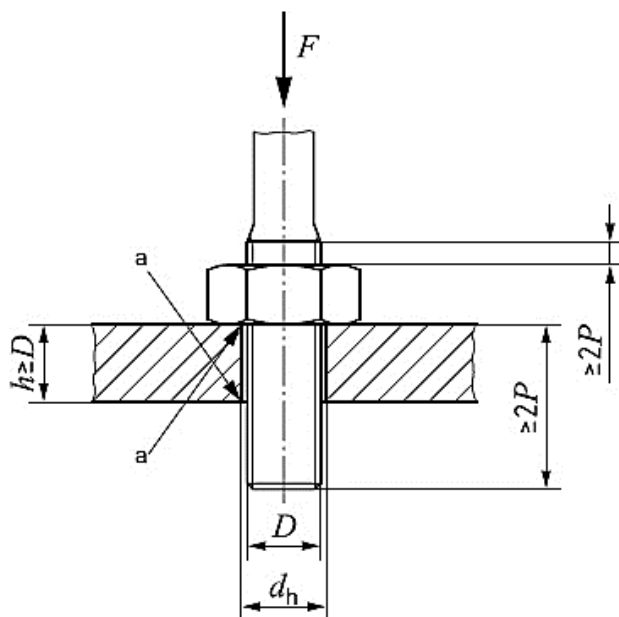
ت - سختی سنبه آزمون سخت شده و بازپخت شده: 45 HRC تا 50 HRC؛

ث - کلاس رواداری رزوه خارجی برای سنبه آزمون: سنبه‌های مورد استفاده باید با کلاس رواداری معادل 5h6g رزوه شوند به استثنای موردی که قطر اصلی باید در ربع نهایی دامنه 6g در سمت کوچکتر سنبه قرار گیرد. ابعاد رزوه برای سنبه آزمون در جدول‌های ب-۱ و ب-۲ داده شده است.



a لبه تیز نیست.

شکل ۱- آزمون کشش محوری



a لبه تیز نیست.

شکل ۲- آزمون فشار محوری

جدول ۸- قطر سوراخ گیره

ابعاد بر حسب میلی‌متر

| قطر اسمی D | قطر سوراخ d_h^a | | قطر اسمی D | قطر سوراخ d_h^a | | قطر اسمی D | قطر سوراخ d_h^a | |
|-----------------|----------------------|--------|-----------------|----------------------|--------|-----------------|----------------------|--------|
| | min. | max. | | min. | max. | | min. | max. |
| M5 | 5,030 | 5,115 | M14 | 14,050 | 14,160 | M27 | 27,065 | 27,195 |
| M6 | 6,030 | 6,115 | M16 | 16,050 | 16,160 | M30 | 30,065 | 30,195 |
| M7 | 7,040 | 7,130 | M18 | 18,050 | 18,160 | M33 | 33,080 | 33,240 |
| M8 | 8,040 | 8,130 | M20 | 20,065 | 20,195 | M36 | 36,080 | 36,240 |
| M10 | 10,040 | 10,130 | M22 | 22,065 | 22,195 | M39 | 39,080 | 39,240 |
| M12 | 12,050 | 12,160 | M24 | 24,065 | 24,195 | — | — | — |

$d_h = D^a$ کلاس رواداری D11 (به ISO 268-2 مراجعه شود).

۵-۱-۹ روش آزمون

مه‌ره در هنگام تحویل باید مورد آزمون قرار گیرد.

مه‌ره مورد آزمون، مطابق با شکل ۱ یا شکل ۲، باید به سنبه آزمون نصب شود.

آزمون فشار محوری یا آزمون کشش محوری باید مطابق استاندارد ISO 6892-1 انجام شود. سرعت آزمون، تعیین شده توسط لقی فک متحرک، نباید بیش از 3 mm/min باشد.

بار گواه تعیین شده در جدول ۴ برای مهره با رزوه درشت و بار گواه تعیین شده در جدول ۵ برای مهره با رزوه ریز باید به کار رفته و باید به مدت 15s اعمال شود و سپس برداشته شود. تجاوز از مقدار بار گواه باید حداقل باشد.

مهره باید با استفاده از انگشتان از سنبه آزمون برداشته شود. ممکن است لازم باشد که برای شروع حرکت باز شدن مهره از یک ابزار دستی استفاده نمود. استفاده از این ابزار فقط برای چرخاندن به اندازه نیم دور مجاز است و پس از آن مهره باید با دست باز شود.

رزوه‌های سنبه آزمون باید بعد از هر آزمون مهره کنترل شود. اگر رزوه‌های سنبه در حین آزمون آسیب دید، نتایج آزمون مورد قبول نیست و باید آزمون مجدد با کنترل رزوه‌های سنبه آزمون انجام شود.

۹-۱-۶ نتایج آزمون

مشخص است که شکست مهره یا هرزشدگی رزوه باید ثبت شود.

مشخص است که مهره فقط باید با انگشتان یا بکمک آچاری با حداکثر چرخش نیم دور برداشته شود و این موارد در نتایج آزمون ثبت شوند.

۹-۱-۷ الزامات آزمون

مهره باید در مقابل بار گواه تعیین شده در جدول‌های ۴ یا ۵ بدون هیچگونه عیبی مثل هرز شدن رزوه یا شکستگی مقاومت نماید.

مهره باید پس از برداشتن بار گواه به وسیله انگشتان دست از مجموعه جدا شود (و در صورت لزوم، با استفاده از ابزاری با چرخش حداکثر نیم دور از مجموعه جدا شود).

در صورت وجود اختلاف، آزمون کشش محوری، مطابق شکل ۱، را می‌توان روش مرجع برای پذیرش انجام داد.

۹-۲ آزمون سختی سنجی

۹-۲-۱ قابلیت کاربرد

این آزمون برای همه اندازه‌ها و همه رده‌های خواص مهره‌ها کاربرد دارد.

۲-۲-۹ روش‌های آزمون

سختی را می‌توان با استفاده از آزمون سختی‌سنجی ویکرز، برینل و یا راکول، تعیین نمود.
 آزمون سختی‌سنجی ویکرز باید مطابق ISO 6507-1، انجام شود. آزمون سختی‌سنجی برینل باید مطابق ISO 6506-1، انجام شود. آزمون سختی‌سنجی راکول باید مطابق ISO 6508-1، انجام شود.

۳-۲-۹ مراحل آزمون

۱-۳-۲-۹ نیروی آزمون برای تعیین سختی

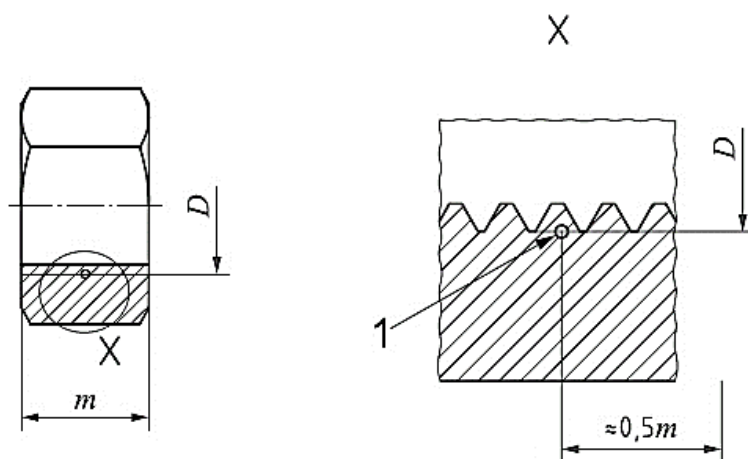
آزمون سختی‌سنجی ویکرز، باید با حداقل بار 98N، انجام شود.
 آزمون سختی‌سنجی برینل، باید با بار مساوی $30D^2$ ، در واحد نیوتن، انجام شود.

۲-۳-۲-۹ سختی تعیین شده در سطح

برای بازرسی‌های منظم، سختی بر روی سطوح مسطح تحمل‌کننده فشار مهره، پس از برداشت هر گونه آب‌کاری و پوشش و بعد از آماده‌سازی مناسب نمونه، باید تعیین گردد.
 متوسط سه مقدار اندازه‌گیری شده در سه نقطه با فاصله زاویه‌ای 120° درجه از هم در نظر گرفته شود.

۳-۳-۲-۹ آزمون سختی‌سنجی بر روی مقطع طولی

آزمون سختی باید روی سطح برش طولی در امتداد محور مهره انجام شود که در این صورت قرائت‌های آزمون باید در نقطه‌ای حدود $0,5m$ بالای نقطه‌ای در نزدیکترین محل ممکن به قطر اسمی اصلی رزوه مهره صورت گیرد، به شکل ۳ مراجعه شود.



راهنما:

1 محل قرائت مقدار سختی

شکل ۳- محل قرائت تعیین مقدار سختی در حدود نصف ارتفاع استقرار مهره

۴-۲-۹ الزامات

۱-۴-۲-۹ کوئنچ و بازپخت مهره‌ها

سختی سطح براساس زیربند ۲-۳-۲-۹ باید الزامات تعیین شده در جدول ۶ برای مهره با رزوه درشت و برای مهره با رزوه ریز مطابق جدول ۷ را برآورده نماید.

در صورت وجود اختلاف:

الف- برای سختی سطح براساس زیربند ۲-۳-۲-۹، آزمون سختی‌سنجی ویکرز با بار به میزان 98N (HV10) باید روش آزمون مرجع تلقی شود و سختی باید الزامات تعیین شده در جدول‌های ۶ یا ۷ را برآورده نماید.

ب- برای سختی مغز براساس زیربند ۳-۳-۲-۹، آزمون سختی‌سنجی ویکرز باید روش آزمون مرجع تلقی شود و سختی باید الزامات تعیین شده در جدول‌های ۶ یا ۷ را برآورده نماید.

۲-۴-۲-۹ مهره‌هایی که کوئنچ و بازپخت نشده‌اند

مهره‌هایی که کوئنچ و بازپخت نشده‌اند، حداکثر سختی آنها نباید از الزامات تعیین شده در جدول‌های ۶ یا ۷ بیشتر شود. سختی‌سنجی ویکرز براساس زیربند ۳-۳-۲-۹، باید روش آزمون مرجع تلقی شود.

وقتی آزمون براساس زیربندهای ۲-۳-۲-۹ و ۳-۳-۲-۹ انجام می‌شود اگر الزامات حداقل سختی برآورده نشود، به شرطی که الزامات بارگواه مطابق زیربند ۷-۱-۹ برآورده شده است، نباید آزمون مردود تلقی شود.

۳-۹ بازرسی یکپارچگی سطح

برای آزمون ناپیوستگی سطوح به استاندارد ISO 6157-2 مراجعه شود.

۱۰ نشانه‌گذاری

۱-۱۰ کلیات

صرفاً مهره‌هایی که همه الزامات مربوط در این استاندارد را برآورده می‌کنند باید شناسه‌گذاری مطابق سیستم شناسه‌گذاری طبق زیربند ۲-۴ شده و نشانه‌گذاری مطابق زیربندهای ۲-۱۰ و ۶-۱۰ انجام شود.

سایر نشانه‌گذاری‌های مشخص شده در جدول ۹ باید با صلاحدید سازنده باشد.

۲-۱۰ علامت مشخصه سازنده

علامت مشخصه سازنده، در طی فرآیند تولید، روی کلیه مهره‌ها باید نشانه رده خواص وجود داشته باشد. همچنین علامت مشخصه سازنده، برای مهره‌های فاقد نشانه رده خواص، نیز توصیه می‌شود.

مطابق اهداف این استاندارد، توزیع کننده‌ای که مهره‌های نشانه‌گذاری شده با علامت مشخصه ویژه به خود را توزیع می‌کند، تولید کننده در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۳-۳ نشانه‌گذاری رده‌های خواص

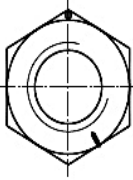
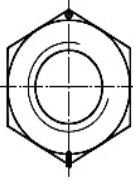
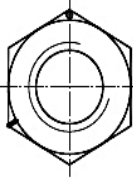
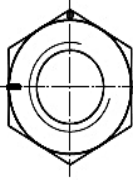
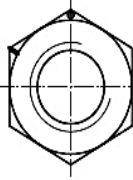
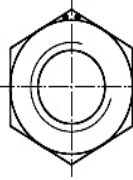
۱۰-۳-۱ کلیات

نماد نشانه‌گذاری در طی فرآیند تولید، براساس زیربندهای ۱۰-۳-۲ تا ۱۰-۵ باید مطابق الزامات این استاندارد روی همه مهره‌های تولید شده به صورت حک یا برجسته باشد.

۱۰-۳-۲ مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲)

نماد نشانه‌گذاری برای رده‌های خواص مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲) در ردیف دوم جدول ۹ تعیین شده‌اند. در مورد مهره‌های کوچک که شکل مهره اجازه نشانه‌گذاری نمی‌دهد، نمادهای نشانه‌گذاری ساعتی مطابق ردیف سوم جدول ۹ باید مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ۹- نمادهای نشانه‌گذاری رده‌های خواص مهره‌های معمولی (نوع ۱) و مهره‌های بلند (نوع ۲)

| | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|
| رده خواص | | | | | | |
| نماد شناسه‌گذاری | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| نماد نشانه‌گذاری | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| دیگر نماد نشانه‌گذاری ساعتی |  |  |  |  |  |  |
| ^a موقعیت ساعت دوازده (علامت مرجع) به وسیله علامت مشخصه سازنده و یا توسط یک نقطه، باید مشخص شود. | | | | | | |

۱۰-۳-۳ مهره‌های نازک (نوع 0)

نمادهای نشانه‌گذاری رده‌های خواص مهره‌های نازک (نوع 0) در جدول ۱۰ تعیین شده‌اند.

جدول ۱۰- نمادهای نشانه‌گذاری رده‌های خواص مهره‌های نازک (نوع 0)

| | | |
|----|----|------------------|
| 05 | 04 | رده خواص |
| 05 | 04 | نماد نشانه‌گذاری |

سایر نمادهای نشانه‌گذاری ساعتی مطابق جدول ۹ برای مهره‌های نازک نباید مورد استفاده قرار گیرند.

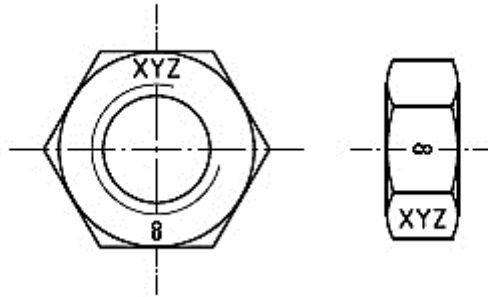
۴-۱۰ شناسایی

۱-۴-۱۰ مهره‌های شش‌گوش

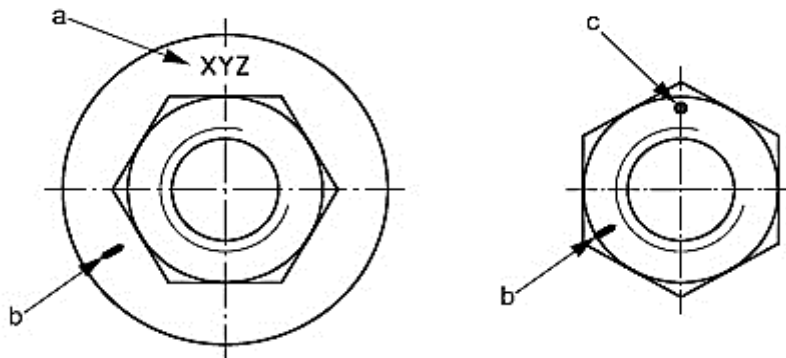
مهره‌های شش‌گوش (شامل مهره‌های دارای فلنج، مهره‌های قفلی و غیره) با علامت مشخصه سازنده و نماد نشانه‌گذاری رده خواص، مشخص شده در جدول ۹، باید نشانه‌گذاری شوند. به عنوان مثال به شکل‌های ۴ و ۵ مراجعه شود.

نشانه‌گذاری برای مهره‌ها با کلیه رده‌های خواص، لازم می‌باشد.

نشانه‌گذاری ترجیحاً بر روی سطح جانبی مهره یا سطح تحمل‌کننده / درگیر یا بوسیله برجسته‌کاری روی قسمت پخ مهره باید ایجاد شود. نشانه‌های برجسته نباید از سطح تحمل‌کننده / درگیر مهره بیرون بزنند. در مورد مهره‌های دارای فلنج، در جایی که فرآیند تولید، نشانه‌گذاری روی قسمت بالایی مهره را مجاز نمی‌داند، نشانه‌گذاری باید روی فلنج صورت گیرد.



شکل ۴- مثال نماد نشانه گذاری



راهنما:

- a علامت مشخصه سازنده.
- b رده خواص.
- c نقطه‌ای که می‌تواند با علامت مشخصه سازنده جایگزین شود.

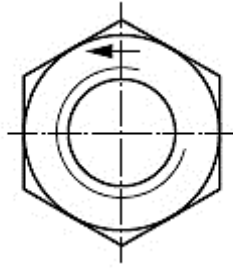
شکل ۵- مثال نشانه گذاری سیستم ساعتی (نشانه گذاری دیگر)

۲-۴-۱۰ سایر انواع مهره‌ها

در صورت نیاز خریدار، سیستم نشانه گذاری مشابه آنچه در زیربند ۱۰-۴-۱ تعیین شده است، باید برای سایر انواع مهره‌ها استفاده شود.

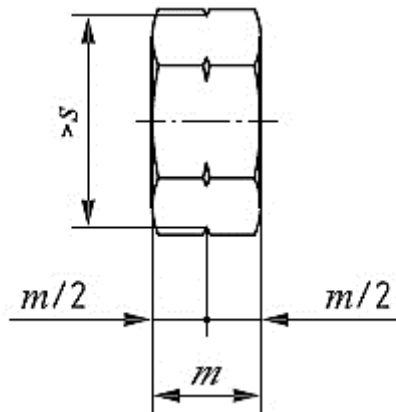
۵-۱۰ نشانه گذاری مهره دارای رزوه چپ گرد

نشانه گذاری مهره دارای رزوه چپ گرد باید با نماد مشخص شده در شکل ۶، بر روی سطح درگیر مهره نشانه گذاری شوند.



شکل ۶- نشانه گذاری مهره دارای رزوه چپ گرد

نشانه گذاری دیگر رزوه چپ گرد که در شکل ۷ مشخص شده است نیز می تواند برای مهره های شش گوش استفاده شود.



راهنما:

- a عرض آچارخور
- b ارتفاع مهره

شکل ۷- نشانه گذاری دیگر مهره دارای رزوه چپ گرد

۶-۱۰ نشانه گذاری بسته ها

کلیه بسته ها برای همه انواع مهره ها، از هر اندازه، باید نشانه گذاری شوند (برای مثال از طریق برچسب گذاری). علامت شامل مشخصات سازنده و یا توزیع کننده و همچنین نماد نشانه گذاری رده خواص، مطابق جدول ۹ یا جدول ۱۰، به همراه شماره بهر تولید، همانطور که در ISO 16426 تعریف شده است، باشد.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

اصول طراحی مهره‌ها

الف-۱ اصول طراحی پایه مهره‌ها

اتصال پیچ کاری شده اساساً شامل دو قطعه می‌باشد، که با استفاده از بخش رزوه شده خارجی (پیچ یا پیچ مهره‌خور) روی یک سمت و با بخش رزوه شده داخلی یا مهره روی سمت دیگر با یکدیگر متصل شده‌اند. اتصال پیچ کاری شده مطلوب، شامل یک پیچ مهره‌خور، پیچ یا میله دوسر رزوه دارای رده خواص مطابق استاندارد ISO 898-1 می‌باشد که با مهره بلند یا معمولی دارای رده خواص متناسب با رده خواص آنها مطابق این استاندارد مونتاژ شده باشد و با استفاده از مقاومت کامل پیچ مهره‌خور حداکثر پیش تنیدگی را تامین نماید. در مورد وضعیت بیش از حد محکم بسته شدن، شکست رخ داده در بخش زیربار رزوه شده پیچ مهره‌خور، به وضوح دیده می‌شود.

تحت بار کشش، حالت شکست مجموعه پیچ مهره‌خور و مهره با مقدار پایین تر سه مقدار بار به شرح زیر ارتباط دارد:

الف- بار هرزشدگی رزوه مهره؛

ب- بار هرزشدگی رزوه پیچ مهره‌خور، پیچ یا میله دوسر؛

پ- بار شکست در پیچ مهره‌خور، پیچ یا میله دوسر. (شکست پیچ مهره‌خور مربوط است به حالت شکست مجموعه پیچ مهره‌خور و مهره که بیش از حد زیربار می‌باشند)

سه بار فوق‌الذکر به طور عمده بستگی به موارد زیر دارد:

- سختی، ارتفاع، طول موثر رزوه کامل، قطر، گام و کلاس رواداری رزوه مهره،

- سختی، قطر، گام و کلاس رواداری رزوه پیچ مهره‌خور.

هرچند که این سه بار زنجیروار به هم مربوطند. به عنوان مثال، افزایش مقدار سختی پیچ مهره‌خور می‌تواند باعث افزایش بار هرزشدگی رزوه مهره شود. همچنین سختی، عملکرد سفتی مهره را تعیین می‌کند و بنابراین حد بالایی برای هر رده خواص مشخص می‌شود.

پایه و اساس تجزیه و تحلیل محاسبات بارهای هرزشدگی مختلف توسط الکساندر خارج از این استاندارد کار شده است. آزمون‌های تجربی وسیعی بواسطه نتایج عملی تئوری الکساندر ثابت شده‌اند. مطالعات واقعی، شامل محاسبات برپایه FEM، با تئوری الکساندر تایید شدند.

سه نوع مهره‌ای که براساس ارتفاع‌هایشان تمیز داده می‌شوند (به زیربند ۴-۱ مراجعه شود)، به سازنده به صورت مشخص امکان انتخاب استفاده از فرآیند کوئنچ و بازپخت با حداقل مواد یا استفاده از مواد بیشتر بدون هر عملیات حرارتی اضافی به منظور کسب خواص مورد نیاز را می‌دهد.

جدول الف-۱- حداقل ارتفاع‌های مهره‌های شش‌گوش

| رزوه <i>D</i> | عرض آچارخور <i>s</i> mm | حداقل ارتفاع مهره شش‌گوش | | | |
|------------------|-------------------------------|---|------|---|------|
| | | مهره معمولی (نوع ۱) <i>m_{min}</i> mm | | مهره بلند (نوع ۲) <i>m_{min}/D</i> mm | |
| M5 | 8 | 4,40 | 0,88 | 4,80 | 0,96 |
| M6 | 10 | 4,90 | 0,82 | 5,40 | 0,90 |
| M7 | 11 | 6,14 | 0,88 | 6,84 | 0,98 |
| M8 | 13 | 6,44 | 0,81 | 7,14 | 0,90 |
| M10 | 16 | 8,04 | 0,80 | 8,94 | 0,89 |
| M12 | 18 | 10,37 | 0,86 | 11,57 | 0,96 |
| M14 | 21 | 12,10 | 0,86 | 13,40 | 0,96 |
| M16 | 24 | 14,10 | 0,88 | 15,70 | 0,98 |
| M18 | 27 | 15,10 | 0,84 | 16,90 | 0,94 |
| M20 | 30 | 16,90 | 0,85 | 19,00 | 0,95 |
| M22 | 34 | 18,10 | 0,82 | 20,50 | 0,93 |
| M24 | 36 | 20,20 | 0,84 | 22,60 | 0,94 |
| M27 | 41 | 22,50 | 0,83 | 25,40 | 0,94 |
| M30 | 46 | 24,30 | 0,81 | 27,30 | 0,91 |
| M33 | 50 | 27,40 | 0,83 | 30,90 | 0,94 |
| M36 | 55 | 29,40 | 0,82 | 33,10 | 0,92 |
| M39 | 60 | 31,80 | 0,82 | 35,90 | 0,92 |

برای دستیابی به جزییات اطلاعات فنی اساس طراحی مهره به ISO/TR 16224 مراجعه شود.

الف-۲ مهره‌ها با قطرهای $D < M5$ و $D > M39$

خواص مکانیکی مجموعه‌های پیچ‌مهره‌خور و مهره برای اتصالات با رزوه‌های با اندازه M5 تا حداکثر M39 براساس ابعاد مهره شش‌گوش تعیین شده در ISO 4032 (مهره‌های معمولی، نوع ۱) و ISO 4033 (مهره‌های بلند، نوع ۲) ارتقاء یافته‌اند. به طور کلی، مجموعه‌های پیچ‌مهره‌خور و مهره با ابعاد کوچکتر قطر به سختی پایین‌تر مهره و/یا خواص ارتفاع پایین‌تر مهره (m/D) به علت نسبت بزرگتر P/D نیاز دارند.

مهره‌های با $D < 5\text{mm}$ تعیین شده در ISO 4032 دارای حداقل ارتفاع مهره، m_{min} ، کمتر از $0,8D$ است که خیلی پایین بوده و بتواند با اصول طراحی مطابقت نماید. این به آن معنی است که چنین مهره‌هایی برای اجتناب از حالت شکست هرزشدگی رزوه به مقدار سختی بالاتری نیاز دارند (به جدول الف-۲ مراجعه شود).

جدول الف-۲- حداقل سختی ویکرز پیشنهادی برای مهره‌های معمولی (نوع ۱) با $D < M5$

| رزوه D | حداقل سختی ویکرز مهره‌ها HV | | | | |
|-------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | رده خواص | | | | |
| | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| M3 | 151 | 178 | 233 | 284 | 347 |
| M3,5 | 157 | 184 | 240 | 294 | 357 |
| M4 | 147 | 174 | 228 | 277 | 337 |

مهره‌های با $D > M39$ تعیین شده در ISO 4032 دارای حداقل ارتفاع مهره، m_{\min} ، کمتر از $0,8D$ است که خیلی پایین بوده و بتواند با اصول طراحی مطابقت نماید. بنابراین، خواص مکانیکی برای اینگونه مهره‌ها در این استاندارد تعریف نشده است و رده‌های خواص در استاندارد ISO 4032 تعیین نشده‌اند (خواص مکانیکی با توافق بین تامین‌کننده و خریدار است).

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

ابعاد رزوه برای سنبه آزمون

جدول ب-۱- ابعاد رزوه سنبه آزمون بار گواه - رزوه درشت

| مهره رزوه D | سنبه (رزوه درشت) | | | |
|-------------------|---|--------|--|--------|
| | قطر خارجی رزوه سنبه (پایین ترین ربع کلاس رواداری 6g) | | قطر گام رزوه سنبه (کلاس رواداری 5h) | |
| | max. | min. | max. | min. |
| M3 | 2,901 | 2,874 | 2,675 | 2,615 |
| M3,5 | 3,385 | 3,354 | 3,110 | 3,043 |
| M4 | 3,873 | 3,838 | 3,545 | 3,474 |
| M5 | 4,864 | 4,826 | 4,480 | 4,405 |
| M6 | 5,839 | 5,794 | 5,350 | 5,260 |
| M7 | 6,839 | 6,794 | 6,350 | 6,260 |
| M8 | 7,813 | 7,760 | 7,188 | 7,093 |
| M10 | 9,791 | 9,732 | 9,026 | 8,920 |
| M12 | 11,767 | 11,701 | 10,863 | 10,745 |
| M14 | 13,752 | 13,682 | 12,701 | 12,576 |
| M16 | 15,752 | 15,682 | 14,701 | 14,576 |
| M18 | 17,707 | 17,623 | 16,376 | 16,244 |
| M20 | 19,707 | 19,623 | 18,376 | 18,244 |
| M22 | 21,707 | 21,623 | 20,376 | 20,244 |
| M24 | 23,671 | 23,577 | 22,051 | 21,891 |
| M27 | 26,671 | 26,577 | 25,051 | 24,891 |
| M30 | 29,628 | 29,522 | 27,727 | 27,557 |
| M33 | 32,628 | 32,522 | 30,727 | 30,557 |
| M36 | 35,584 | 35,465 | 33,402 | 33,222 |
| M39 | 38,584 | 38,465 | 36,402 | 36,222 |

جدول ب-۲- ابعاد رزوه سنجه آزمون بار گواه - رزوه ریز

| مهره رزوه $D \times P$ | سنجه (رزوه ریز) | | | |
|------------------------------|---|--------|--|--------|
| | قطر خارجی رزوه سنجه (پایین ترین ربع کلاس رواداری 6g) | | قطر گام رزوه سنجه (کلاس رواداری 5h) | |
| | max. | min. | max. | min. |
| M8×1 | 7,839 | 7,794 | 7,350 | 7,260 |
| M10×1,25 | 9,813 | 9,760 | 9,188 | 9,093 |
| M10×1 | 9,839 | 9,794 | 9,350 | 9,260 |
| M12×1,5 | 11,791 | 11,732 | 11,026 | 10,914 |
| M12×1,25 | 11,813 | 11,760 | 11,188 | 11,082 |
| M14×1,5 | 13,791 | 13,732 | 13,026 | 12,911 |
| M16×1,5 | 15,791 | 15,732 | 15,026 | 14,914 |
| M18×2 | 17,752 | 17,682 | 16,701 | 16,569 |
| M18×1,5 | 17,791 | 17,732 | 17,026 | 16,914 |
| M20×2 | 19,752 | 19,682 | 18,701 | 18,569 |
| M20×1,5 | 19,791 | 19,732 | 19,026 | 18,914 |
| M22×2 | 21,752 | 21,682 | 20,701 | 20,569 |
| M22×1,5 | 21,791 | 21,732 | 21,026 | 20,914 |
| M24×2 | 23,752 | 23,682 | 22,701 | 22,569 |
| M27×2 | 26,752 | 26,682 | 25,701 | 25,569 |
| M30×2 | 29,752 | 29,682 | 28,701 | 28,569 |
| M33×2 | 32,752 | 32,682 | 31,701 | 31,569 |
| M36×3 | 35,671 | 35,577 | 34,051 | 33,891 |
| M39×3 | 38,671 | 38,577 | 37,051 | 36,891 |

کتابنامه

- [1] ISO 68-1, ISO general purpose screw threads — Basic profile — Part 1: Metric screw threads
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۷۷۴: سال ۱۳۸۶، رزوه‌های پیچ ISO برای کاربردهای عمومی - پروفیل پایه - قسمت اول: رزوه‌های متریک، با استفاده از استاندارد ISO 68-1-1998 تدوین شده است.
- [2] ISO 261, ISO general purpose metric screw threads — General plan
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۲۷: سال ۱۳۸۶، رزوه‌های پیچ متریک ISO برای کاربردهای عمومی - طرح کلی، با استفاده از استاندارد ISO 261-1998 تدوین شده است.
- [3] ISO 262, ISO general purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۷: سال ۱۳۸۶، رزوه‌های متریک ISO برای کاربردهای عمومی - اندازه‌های انتخابی پیچ‌ها، پیچ‌های مهره‌خور و مهره‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 262-1998 تدوین شده است.
- [4] ISO 286-2, Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances in linear sizes — Part 2: Table of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts
- [5] ISO 2320, Prevailing torque type steel nuts — Mechanical and performance properties
- [6] ISO 4032, Hexagon nuts, style 1 — Product grades A and B
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۳۶: سال ۱۳۹۲، مهره‌های شش‌گوش عادی (نوع ۱) - درجه‌های محصول A و B، با استفاده از استاندارد ISO 4032-2012 تدوین شده است.
- [7] ISO 4033, Hexagon nuts, style 2 — Product grades A and B
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۳۷: مهره‌های شش‌گوش بلند (نوع ۲) - درجه‌های محصول A و B، با استفاده از استاندارد: ISO 4033-2012 تدوین شده است.
- [8] ISO 10684, Fasteners — Hot dip galvanized coatings
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۸۹: سال ۱۳۹۳، مهره‌های شش‌گوش بلند (نوع ۲) - درجه‌های محصول A و B، با استفاده از استاندارد: ISO 10684-2008 تدوین شده است.
- [9] ISO 16047, Fasteners — Torque/clamp force testing
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۳۷: سال ۱۳۹۳، اتصالات - گشتاور / آزمون نیروی گیره (بست)، با استفاده از استاندارد: ISO 16047-2005 تدوین شده است.
- [10] ISO/TR 16224, Technical aspects of nut design

یادآوری- استاندارد ملی ایران ۱۵۷۳۸: سال ۱۳۹۷، جنبه های تکنیکی طراحی مهره، با استفاده از استاندارد: ISO 16224-2012 تدوین شده است.

- [11] EN 10269, Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low temperature properties
- [12] ASTM A320/A320M, Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low Temperature Service
- [13] ASTM F2281, Standard Specification for Stainless Steel and Nickel Alloy Bolts, Hex Cap Screws, and Studs, for Heat Resistance and High Temperature Applications
- [14] Alexander, E.M., Analysis and design of threaded assemblies. 1977 SAE Transactions, Paper No. 770 420
- [15] Hagiwara. M., Hiroaki, S. Verification of the Design Concept in Bolt/Nut Assemblies for the revision of ISO 898-2 and ISO 898-6, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, vol.۱, no. 5, 2007, pp. 755-762.