INSO
7909-2
2nd Revision
2022

Modification of
ISO 9809-2: 2019

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

استاندارد ملی ایران
۷۹۰۹-۲
تجدیدنظر دوم
۱۴۰۰

دارای محتوای رنگی

سیلندرهای گاز- طراحی، ساخت و آزمون سیلندرها و تیوب‌های گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد-

قسمت ۲: سیلندرها و تیوب‌های فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی بزرگتر یا مساوی ۱۱۰۰ MPa

Gas cylinders- Design, construction and testing of refillable seamless steel gas cylinders and tubes-
Part 2: Quenched and tempered steel cylinders and tubes with tensile strength greater than or equal to 1100 MPa

ICS:23.020.35

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: 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: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

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

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفهٔ تعیین، تدوین، به روز رسانی نشر استانداردهای ملی را بر 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 منصفانهٔ 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 پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و درصورت 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ 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)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ 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 درصورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سیلندرهای گاز- طراحی، ساخت و آزمون سیلندرها و تیوب‌های گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد- قسمت ۲: سیلندرها و تیوب‌های فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی بزرگتر یا مساوی ۱۱۰۰ MPa»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
کریم، حسن (کارشناسی مهندسی متالورژی)	مدیر عامل- شرکت مهندسی و بازرسی فنی آزما گستر نیما
دبیر:	
صفری، مهران (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر بازرسی- شرکت توگا
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آقاپور، فرهاد (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس مخازن و CNG- اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
ابو، وحید (کارشناسی مهندسی متالورژی)	بازرس فنی- شرکت ناظرکاران
احمدی، شجاع (کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)	مدیر فنی آزمایشگاه و مدیر ارشد کنترل و تضمین کیفیت- شرکت بهینه صنعت اصفهان
احمدی، علی (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر فنی بازرسی- شرکت مهندسی روشا اندیش
افشارفر، علی (کارشناسی مهندسی متالورژی)	مدیر فنی- آزمایشگاه شرکت فرافن گاز
افشارنیا، محمدحسین (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	بازرس فنی- شرکت نتیکو
الهامی‌فر، فرناز (کارشناسی مهندسی شیمی)	رئیس- کمیته فنی متناظر INSO/TC 58
باباخانی، اسد (دکتری مهندسی مکاترونیک)	مدیر عامل- شرکت تابش پرداز

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
بهمن‌آبادی، امیرحسین (کارشناسی مهندسی شیمی)	مدیر کیفی آزمایشگاه- شرکت فرافن گاز
بیانی، محمد (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر بخش کالاهای مصرفی- شرکت SGS ایران
بیگ‌پور، فائز (کارشناسی مهندسی صنایع)	مدیر عامل- شرکت سام ایمن
جعفری، سعید (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر فنی آزمایشگاه- شرکت اریش گاز گستر
حاجی‌فرهادی، بابک (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر عامل- شرکت کامل پیوند
حسنی، موسی‌الرضا (کارشناسی ارشد حقوق)	رئیس اداره- تدوین آئین‌نامه و دستورالعمل‌های ایمنی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
حیدری‌نیا، نادر (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	کارشناس کنترل کیفی- شرکت پتروشیمی شازند اراک
خزائلی، آتوسا (کارشناسی مهندسی متالورژی)	کارشناس فنی- انجمن علمی ریخته‌گری ایران
درویش‌زاد، غلامرضا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر تضمین مرغوبیت و کنترل کیفیت- شرکت توسعه اندیشان اطلس (توانا)
رفیعی آشتیانی، امیرحسین (کارشناسی مهندسی صنایع)	مدیر عامل- آزمایشگاه مکانیک و متالورژی صنعت قائم
رهی، حمیدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی نفت)	معاونت فنی- شرکت ارتقا گستر پویا
سینائی‌پور فرد، حامد (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	معاونت طرح و توسعه- هلدینگ مدیریت ثروت پایا
شعبانی، فائزه (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر عامل- شرکت بازرسی کیفیت امن مارون

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
شمس‌آذر، داود (کارشناسی مهندسی کامپیوتر)	نماینده- اتحادیه کشوری فروشندگان و تولیدکنندگان گازهای طبی و صنعتی
عادل‌فر، راضیه (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	کارشناس- دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع فلزی سازمان ملی استاندارد ایران
عالمی، سعید (کارشناسی مهندسی متالورژی)	مدیر کنترل کیفیت- شرکت پارس MCS
فخرالسادات، سامان (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر فنی CNG- شرکت بازرسی ایران
فرح‌بخش، حسن (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس اداره نظارت بر اجرای استاندارد خدمات- اداره کل استاندارد استان تهران
کامران‌فر، لیلا (کارشناسی مهندسی متالورژی)	مدیر کنترل کیفیت- شرکت کامل پیوند
کشاورز، محمدرضا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر آزمایشگاه- شرکت مهندسی و بازرسی فنی آزما گستر نیما
ناظمی، میلاد (کارشناسی مهندسی فناوری بازرسی جوش)	نایب رئیس- کمیته فنی متناظر INSO/TC 58
نیک‌پی، حامد (کارشناسی مهندسی شیمی)	مدیر فنی- آزمایشگاه کیمیای پاسارگاد
نوری، یاسمن (کارشناسی مهندسی مکانیک)	کارشناس مکانیک نظارت بر اجرای استاندارد- اداره کل استاندارد استان تهران
هورسان، حسام (دکتری مهندسی مکانیک)	مدیر دانش- شرکت شیرهای صنعتی رستا گروه
ویراستار:	
قزلباش، پریچهر (کارشناسی فیزیک)	مدیر کل- دفتر نظارت بر استاندارد معیارهای مصرف انرژی و محیط زیست سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ط
مقدمه ی
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۳
۴ نمادها و کوته‌نوشت‌ها ۶
۵ بازرسی و آزمون ۸
۶ مواد ۸
۶-۱ الزامات کلی ۸
۶-۲ کنترل‌ها بر روی ترکیب شیمیایی ۹
۶-۳ عملیات حرارتی ۱۱
۶-۴ عدم موفقیت در برآورده شدن الزامات آزمون ۱۱
۷ طراحی ۱۲
۷-۱ الزامات کلی ۱۲
۷-۲ محدودیت استحکام کششی ۱۲
۷-۳ طراحی ضخامت پوسته استوانه‌ای سیلندر ۱۳
۷-۴ طراحی کلگی‌های کوژ (سر و انتهای سیلندر) ۱۳
۷-۵ طراحی کلگی‌های کاو انتهای سیلندر ۱۴
۷-۶ گلویی سیلندر ۱۶
۷-۷ حلقه پایه ۱۶
۷-۸ حلقه گلویی ۱۷
۷-۹ نقشه طراحی ۱۷
۸ تولید و روش ساخت ۱۷
۸-۱ کلیات ۱۷
۸-۲ ضخامت دیواره ۱۷
۸-۳ نواقص سطحی ۱۸
۸-۴ آزمایش فراصوتی ۱۸
۸-۵ خروج از دایره‌واری ۱۸
۸-۶ قطر میانگین ۱۸

عنوان **صفحه**

۸-۷ مستقیم بودن ۱۹
۸-۸ عمود بودن و پایداری ۱۹
۸-۹ رزوه‌های گلویی ۱۹
۹ رویه تأیید نوع ۲۰
۹-۱ الزامات کلی ۲۰
۹-۲ آزمون‌های نوعی ۲۱
۹-۳ گواهینامه تأیید نوع ۳۲
۱۰ آزمون‌های بهر تولید ۳۲
۱۰-۱ الزامات کلی ۳۲
۱۰-۲ آزمون کشش ۳۵
۱۰-۳ آزمون ضربه ۳۶
۱۰-۴ آزمون ترکیدن هیدرولیکی سیلندر ۳۸
۱۱ آزمون‌ها / آزمایش‌های روی هر سیلندر ۴۱
۱۱-۱ کلیات ۴۱
۱۱-۲ آزمون هیدرولیک ۴۲
۱۱-۳ آزمون سختی‌سنجی ۴۲
۱۱-۴ آزمون نشتی ۴۳
۱۱-۵ کنترل ظرفیت ۴۳
۱۲ گواهی کردن ۴۳
۱۳ نشانه‌گذاری ۴۴
پیوست الف (الزامی) تشریح و ارزیابی نواقص تولید در سیلندرهای گاز بدون درز ۴۵
پیوست ب (الزامی) آزمایش فراصوتی ۶۴
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) نمونه کواهینامه تأیید نوع ۷۱
پیوست ت (آگاهی‌دهنده) نمونه گواهینامه پذیرش ۷۲
پیوست ث (آگاهی‌دهنده) محاسبه تنش خمشی ۷۵
پیوست ج (آگاهی‌دهنده) نمونه‌ای از محاسبه استحکام برشی برای رزوه‌های موازی ۷۶
پیوست چ (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع ۷۸
کتاب‌نامه ۸۰

پیش‌گفتار

استاندارد «سیلندرهای گاز- طراحی، ساخت و آزمون سیلندرها و تیوب‌های گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد- قسمت ۲: سیلندرها و تیوب‌های فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی بزرگتر یا مساوی ۱۱۰۰ MPa» که نخستین‌بار در سال ۱۳۹۰ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یکهزار و هشتصد و شصت و یکمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مکانیک مورخ ۱۴۰۰/۱۰/۱۲ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران درصورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۷۹۰۹ : سال ۱۳۹۲ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «ترجمهٔ تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

ISO 9809-2: 2019, Gas cylinders- Design, construction and testing of refillable seamless steel gas cylinders and tubes- Part 2: Quenched and tempered steel cylinders and tubes with tensile strength greater than or equal to 1100 MPa.

مقدمه

این قسمت از استاندارد ویژگی‌های طراحی، تولید، بازرسی و آزمون سیلندر و تیوب فولادی بدون درز ارائه می دهد. هدف از تدوین این قسمت از استاندارد متعادل‌سازی طراحی و کارایی اقتصادی در مقایسه با پذیرش بین‌المللی و مطلوبیت جهانی است.

استاندارد ISO 9809 (کلیه قسمت‌ها) با هدف حذف نگرانی‌های موجود در خصوص شرایط آب و هوایی، بازرسی‌های تکراری و محدودیت‌ها به‌واسطه عدم وجود استانداردهای بین‌المللی معین تدوین شده‌اند.

این استاندارد به‌گونه‌ای تدوین شده است که برای ارجاع نمونه مقررات UN به آن مناسب باشد.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران به شماره ۷۹۰۹ با عنوان کلی زیر می‌باشد:

سیلندرهای گاز- طراحی، ساخت و آزمون سیلندرها و تیوب‌های گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد:

قسمت ۱: سیلندرها و تیوب‌های فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی کمتر از ۱۱۰۰ MPa؛

قسمت ۳: سیلندرها و تیوب‌های فولادی نرمالیزه؛

قسمت۴: سیلندرهای فولادی زنگ‌نزن با استحکام کششی کمتر از ۱۱۰۰ MPa.

سیلندرهای گاز- طراحی، ساخت و آزمون سیلندرها و تیوب‌های گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد- قسمت ۲: سیلندرها و تیوب‌های فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی بزرگتر یا مساوی ۱۱۰۰ MPa

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین کمینه الزامات درخصوص مواد، طراحی، تولید و روش ساخت، فرایندهای تولید، آزمایش و آزمون در حین تولید سیلندرها و تیوب‌های گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد با ظرفیت‌های آبی تا ۴۵۰ l می‌باشد.

این قسمت از استاندارد برای سیلندرها و تیوب‌های با محتوای گازهای فشرده شده، مایع شونده و حل‌شونده و برای سیلندرها و تیوب‌های فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی واقعی، R_{ma}، بزرگتر یا مساوی ۱۱۰۰ MPa کاربرد دارد.

این قسمت از استاندارد برای سیلندرها و تیوب‌های با $R_{ma,\ max} >$ ۱۳۰۰ MPa برای قطرهای بزرگتر از ۱۴۰ mm و ضخامت تضمین شده پوسته $a' \geq$۱۲ mm و سیلندرها و تیوب‌ها با $R_{ma,\ max} >$ ۱۴۰۰ MPa برای قطرهای کوچکتر یا مساوی ۱۴۰ mm و ضخامت تضمین شده پوسته $a' \geq$ ۶ mm کاربرد ندارد. زیرا، فراتر از این محدودیت‌ها، الزامات اضافی می‌توانند اعمال شوند.

۲ مراجع الزامی

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

درصورتی‌که 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 148-1, Metallic materials- Charpy pendulum impact test- Part 1: Test method.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۹۶: سال ۱۳۹۶، مواد فلزی- آزمون ضربه آونگی چارپی- قسمت ۱: روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 148-1: 2016 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، مواد فلزی- آزمون سختی‌سنجی برینل- قسمت ۱: روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 6506-1: 2014 تدوین شده است.

2-3 ISO 6508-1, Metallic materials- Rockwell hardness test- Part 1: Test method.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۸۱۱: سال ۱۳۹۸، مواد فلزی- آزمون سختی‌سنجی راکول- قسمت ۱: روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 6508-1: 2016 تدوین شده است.

2-4 ISO 6892-1, Metallic materials- Tensile testing- Part 1: Method of test at room temperature.

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

2-5 ISO 9712, Non-destructive testing- Qualification and certification of NDT personnel.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره INSO-ISO ۹۷۱۲: سال ۱۳۹۶، آزمون غیرمخرب- احراز شرایط و گواهی کردن کارکنان آزمون‌های غیرمخرب، با استفاده از استاندارد ISO 9712: 2012 تدوین شده است.

2-6 ISO 10286, Gas cylinders- Terminology.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۵۰۱: سال ۱۳۹۵، سیلندرهای گاز- اصطلاح‌شناسی، با استفاده از استاندارد ISO 10286: 2015 تدوین شده است.

2-7 ISO 11114-1, Gas cylinders- Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents- Part 1: Meatallic materials.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۶۵۵: سال ۱۴۰۰، سیلندرهای گاز- سازگاری مواد سیلندر و شیر با محتوای گازی- قسمت ۱: مواد فلزی، با استفاده از استاندارد ISO 11114-1: 2020 تدوین شده است.

2-8 ISO 11114-4, Transportable gas cylinders- Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents- Part 4: Test methods for selecting steels resistant to hydrogen embrittlement.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۴۶۵۵: سال ۱۳۹۸، سیلندرهای گاز قابل حمل و نقل- سازگاری مواد سیلندر و شیر با محتوای گاز- قسمت ۴: روش‌های آزمون برای انتخاب فولادهای مقاوم به تردی هیدروژنی، با استفاده از استاندارد ISO 11114-4: 2017 تدوین شده است.

2-9 ISO 13341, Gas cylinders- Fitting of valves to gas cylinders.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۶۵۳: سال ۱۳۹۰، سیلندرهای گاز- اتصال شیر به سیلندرهای گاز، با استفاده از استاندارد ISO 13341: 2010 تدوین شده است.

2-10 ISO 13769, Gas cylinders- Stamp marking.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۴۲۵: سال ۱۳۹۹، سیلندرهای گاز- نشانه‌گذاری، با استفاده از استاندارد ISO 13769: 2018 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه‌بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 10286، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود[۱]:

۳-۱

بهر تولید

batch

بهر تولید عبارت است از: یک مجموعه تا ۲۰۰ عددی سیلندرها و تا ۵۰ عددی تیوب‌ها، به‌علاوه سیلندرها / تیوب‌های مورد نیاز برای آزمون مخرب، که قطر اسمی، ضخامت، طول و طراحی آنها مشابه بوده و به‌طور متوالی با تجهیزات مشابه از فولاد ریختگی مشابه و با روش عملیات حرارتی مشابه در یک دوره زمانی مشابه، ساخته شده‌اند.

یادآوری- در این استاندارد هرجایی‌که به‌طور خاص عبارت «سیلندر / تیوب» ذکر نشده باشد، صرفاً اصطلاح «سیلندر» به کار برده می‌شود.

۳-۲

فشار ترکیدن

p_b

burst pressure

بیشترین فشاری که سیلندر در طول آزمون ترکیدن به آن می‌رسد.

۳-۳

ضریب تنش طراحی

F

design stress factor

نسبت تنش معادل دیواره در فشار آزمون، p_h، به کمینه استحکام تسلیم تضمین شده، R_{eg}.

۱- اصطلاحات و تعاریف به‌کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل‌دسترس است.

۴-۳

آب‌دهی

quenching

عملیات حرارتی سخت‌کاری بر روی سیلندر که به‌طور یکنواخت در درجه حرارت بالای نقطه بحرانی فوقانی آن فولاد، Ac_3، حرارت داده شده، سپس سریعاً در یک سیال مناسب سرد می‌شود.

۵-۳

مردود

reject

سیلندری که کنار گذاشته می‌شود (آسیب سطح ۲ یا آسیب سطح ۳) و اجازه ورود به چرخه مصرف را ندارد.

۶-۳

سیلندر غیر قابل استفاده

rendered unserviceable

سیلندری که به‌گونه‌ای با آن رفتار شده که ورود به چرخه کاربری برای آن امکان‌پذیر نیست.

یادآوری- نمونه‌هایی از روش‌های قابل قبول برای غیرقابل استفاده نمودن سیلندرها را می‌توان در استاندارد ISO 18119 یافت. هرگونه اقدام بر روی سیلندرهای غیرقابل استفاده، خارج از دامنه کاربرد این استاندارد می‌باشد.

۷-۳

تعمیر

repair

عملیاتی برای بازگشت سیلندرهای مردود شده به سطح یک می‌باشد.

۸-۳

برگشت‌دهی

tempering

عملیات حرارتی نرم‌کاری که بعد از فرایند آب‌دهی انجام می‌شود، به‌طوری‌که سیلندر در دمای یکنواخت زیر نقطه بحرانی پایینی آن فولاد، Ac_1، حرارت داده می‌شود.

۹-۳

فشار آزمون

p_h

test pressure

فشار مورد نیاز که در طی آزمون فشار اعمال می شود.

یادآوری- فشار آزمون برای محاسبه ضخامت دیواره سیلندر استفاده می‌شود.

۱۰-۳

فشار کاری

working pressure

فشار تثبیت شده گاز فشرده، در دمای مرجع یکنواخت ۱۵ °C در یک سیلندر گاز کاملاً پر شده می‌باشد.

۱۱-۳

استحکام تسلیم

yield strength

مقدار تنشی که مطابق با استحکام تسلیم بالا، R_{eH}، یا برای فولادهایی که دارای نقطه تسلیم مشخصی نمی‌باشند، استحکام تائید ٪ ۰٫۲ (ازدیاد طول غیرتناسبی) تعیین می‌شود $R_{p0.2}$.

یادآوری- به استاندارد ISO 6892-1 مراجعه شود.

۴ نمادها و کوته‌نوشت‌ها

A درصد ازدیاد طول بعد از شکست

A کمینه ضخامت محاسبه شده پوسته استوانه‌ای سیلندر، برحسب mm

a' کمینه ضخامت تضمین شده پوسته استوانه‌ای سیلندر، برحسب mm

a_1 کمینه ضخامت تضمین شده قسمت شانه انتهای سیلندری که قاعده آن فرو رفته (کاو) باشد، برحسب mm (به شکل ۲ مراجعه شود)

a_2 کمینه ضخامت تضمین شده در مرکز انتهای سیلندری که قاعده آن فرو رفته (کاو) باشد، برحسب mm (به شکل ۲ مراجعه شود)

B کمینه ضخامت تضمین شده در مرکز انتهای سیلندری که قاعده آن برآمده (کوژ) باشد، برحسب mm (به شکل ۱ مراجعه شود)

C بیشینه انحراف مجاز مقطع پارگی در آزمون ترکیدن، برحسب mm (به شکل ۱۳ مراجعه شود)

D عمق شکاف ساختگی بر روی سیلندر در آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار و آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار بر حسب mm (به شکل ۵ مراجعه شود)

D قطر خارجی اسمی سیلندر برحسب mm (به شکل ۱ و ۲ مراجعه شود)

D_c قطر خارجی ابزار برش برای آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار و آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف-دار (به شکل ۵ مراجعه شود)

D_f قطر سمبه خم‌کننده در آزمون خمش برحسب mm (به شکل ۶ مراجعه شود)

F ضریب (متغیر) تنش طراحی (به زیربند ۳-۳ مراجعه شود)

H ارتفاع بیرونی قسمت گنبدی شکل (انتها یا سر کوژ) سیلندر، برحسب mm (به شکل ۱ مراجعه شود)

H عمق بیرونی (انتهای سیلندر با قاعده کاو)، برحسب mm (به شکل ۲ مراجعه شود)

L_o طول شکاف ساختگی در آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار و آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار، برحسب mm (به شکل ۵ مراجعه شود)

L_1 طول قسمت استوانه‌ای سیلندر برحسب mm (به شکل ۳ مراجعه شود)

L_o طول مبنای اولیه در آزمون کشش مطابق استاندارد ISO 6892-1 برحسب mm (به شکل ۸ مراجعه شود)

p_b فشار اندازه‌گیری شده پاره شدن سیلندر در آزمون ترکیدن، بالاتر از فشار جو، برحسب bar

یادآوری_ ۱ bar = ۱۰^5 Pa = ۰٫۱ MPa

p_f فشار بروز نشت اندازه‌گیری شده بالاتر از فشار جو، برحسب bar

p_h فشار آزمون هیدرولیک، بالاتر از فشار جو، برحسب bar

p_y فشار مشاهده شده هنگامی‌که سیلندر در حین آزمون ترکیدن هیدرولیکی شروع به تسلیم شدن می‌نماید، بالاتر از فشار جو، برحسب bar

R شعاع انحنای داخلی شانه سیلندر، برحسب mm (به شکل‌های ۱ و ۲ مراجعه شود)

R_c شعاع راس ابزار برش برای ایجاد شکاف ساختگی برای آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار و آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار، برحسب mm (به شکل ۵ مراجعه شود)

R_{eg} کمینه اندازه تضمین شده استحکام تسلیم (به زیربند ۷-۱-۱ مراجعه شود) برای سیلندر تکمیل شده، برحسب MPa

R_{ea} اندازه واقعی استحکام تسلیم که در آزمون کشش (به زیربند ۱۰-۲ مراجعه شود) تعیین می‌شود، برحسب MPa

R_{mg} کمینه اندازه تضمین شده استحکام کششی برای سیلندر تکمیل شده، برحسب MPa

R_{ma} اندازه واقعی استحکام کششی که در آزمون کشش (به زیربند ۱۰-۲ مراجعه شود) تعیین می‌شود، برحسب MPa

$R_{ma, max}$ بیشینه اندازه واقعی محدوده استحکام کششی برحسب MPa

$R_{ma, min}$ کمینه اندازه واقعی محدوده استحکام کششی برحسب MPa

S_o سطح مقطع عرضی اولیه قطعه آزمون کشش مطابق با استاندارد ISO 6892-1، برحسب mm^2

T ضخامت واقعی آزمونه، برحسب mm

t_m میانگین ضخامت دیواره سیلندر در موقعیت آزمون در حین آزمون تخت‌کاری، برحسب mm

V ظرفیت آبی سیلندر، برحسب l

W عرض قطعه آزمون کشش، برحسب mm (به شکل ۸ مراجعه شود)

۵ بازرسی و آزمون

ارزیابی انطباق بر مبنای این استاندارد باید مورد قبول مرجع صلاحیت‌دار باشد.

به‌منظور اطمینان از انطباق سیلندرها با این استاندارد باید آن‌ها مطابق با بندهای ۹، ۱۰ و ۱۱ توسط مرجع بازرسی مورد تأیید سازمان ملی استاندارد ایران (که از این به بعد «بازرس» نامیده می‌شود) مورد بازرسی و آزمون قرار گیرند.

لوازم اندازه‌گیری مورد استفاده در آزمون‌ها و آزمایش‌هایی که برای اثبات انطباق با این استاندارد انجام می‌شود باید قبل از به کارگیری مطابق دستورالعمل‌ها کالیبره بوده و بعد از آن دارای برنامه واسنجی مدون باشند.

۶ مواد

۶-۱ الزامات کلی

۶-۱-۱ مواد مورد استفاده برای تولید سیلندرهای گاز باید در یکی از دسته‌های زیر قرار گیرند:

الف- فولادهای شناخته شده بین‌المللی برای تولید سیلندر؛

ب- فولادهای شناخته شده ملی برای تولید سیلندر؛

پ- فولادهای جدید سیلندر حاصل از پیشرفت فن‌آوری.

برای تمامی دسته‌های فوق، شرایط مشخص شده در زیربندهای ۶-۲ و ۶-۳ باید رعایت شود.

۶-۱-۲ مواد مورد استفاده در تولید سیلندرهای گاز باید از جنس فولاد، غیر از فولادهای ناآرام و بدون خواص پیرشدن بوده و باید با آلومینیوم و/ یا سیلیکون به‌طور کامل آرام‌سازی (کشته) شده باشد.

درصورتی‌که آزمایش عدم خواص پیرشدن از طرف مشتری درخواست شود، معیار آن باید با توافق مشتری تعیین و در سفارش درج شود.

۶-۱-۳ تولیدکننده سیلندر باید روشی برای شناسایی سیلندرهای تولید شده از طریق ذوب فولادی که از آن ساخته می‌شوند، را فراهم سازد.

۶-۱-۴ سیلندرهای با استحکام بالا که مطابق با این استاندارد ساخته شده‌اند به‌طور معمول با گازهای خورنده یا تردکننده سازگار نیستند (به استاندارد ISO 11114-1 مراجعه شود). با این وجود ممکن است از آن‌ها به همراه این گازها استفاده شود به‌شرطی‌که سازگاری آن‌ها با یک روش آزمایش شناخته شده ثابت شود (به استاندارد ISO 11114-4 مراجعه شود).

۶-۱-۵ درصورتی‌که در ساخت سیلندر، از مواد به‌صورت شمش ریخته‌گری (شمشال) پیوسته استفاده شود، تولیدکننده باید اطمینان یابد که نواقص زیان‌آور (تخلخل) در مواد مورد استفاده برای ساخت سیلندر وجود ندارد (به زیربند ۶-۲-۹ مراجعه شود).

۶-۲ کنترل‌ها بر روی ترکیب شیمیایی

۶-۲-۱ در ترکیب شیمیایی کلیه فولادها باید دست‌کم موارد زیر مشخص شوند:

الف- میزان کربن، منگنز و سیلیسیم در تمام موارد؛

ب- میزان کرم، نیکل و مولیبدن یا سایر عناصر آلیاژی که به‌صورت تعمدی به فولاد اضافه می‌شوند؛

پ- بیشینه محتویات فسفر و گوگرد در تمام موارد.

میزان کربن، منگنز و سیلیسیم و حسب مورد میزان کرم، نیکل، مولیبدن باید به همراه رواداری ارائه شود به‌طوری‌که اختلاف بین مقادیر کمینه و بیشینه ذوب آن، بیش از مقادیر نشان داده شده در جدول ۱ نباشد.

جدول ۱- رواداری‌های ترکیب شیمیایی

نام عنصر	بیشینه درصد ترکیب شیمیایی (کسر جرمی) ٪	محدوده مجاز (کسر جرمی) ٪	آنالیز کنترلی انحراف مجاز از حدود تعیین شده برای آنالیز مذاب (کسر جرمی) ٪
کربن	<۰٫۳۰ ≥۰٫۳۰	۰٫۰۳ ۰٫۰۴	± ۰٫۰۲
منگنز	کلیه مقادیر	۰٫۲۰	≤۱٫۰۰ ± ۰٫۰۴ □۱٫۰۰ ≤۱٫۷۰ ± ۰٫۰۵
سیلیسیم	کلیه مقادیر	۰٫۱۵	± ۰٫۰۳
کروم	<۱٫۲۰ ≥۱٫۲۰	۰٫۲۰ ۰٫۳۰	≤۲٫۰۰ ± ۰٫۰۵ □۲٫۰۰ ≤۲٫۲۰ ± ۰٫۱۰
نیکل	کلیه مقادیر	۰٫۳۰	≤۲٫۰۰ ± ۰٫۰۵ □۲٫۰۰ ≤۴٫۳۰ ± ۰٫۰۷
مولیبدن	<۰٫۵۰ ≥۰٫۵۰	۰٫۱۰ ۰٫۱۵	≤۰٫۳۰ ± ۰٫۰۳ □۰٫۳۰ ≤۰٫۶۰ ± ۰٫۰۴

مجموع عناصر: وانادیم، نیوبیم، تیتانیم، بور و زیرکونیم در فولاد نباید بیش از ٪ ۰٫۱۵ باشد.

میزان واقعی هر عنصری که به‌طور تعمدی به ترکیب اضافه می‌شود باید گزارش شده و بیشینه میزان آن‌ها باید بیانگر روش درست ساخت فولاد باشد.

۶-۲-۲ گوگرد و فسفر موجود در آنالیز مذاب ماده به‌کار رفته برای تولید سیلندرهای گاز نباید بیش از مقادیر مندرج در جدول ۲ باشد.

جدول ۲- بیشینه حد گوگرد و فسفر برحسب ٪ (کسر جرمی)

گوگرد	۰٫۰۰۵
فسفر	۰٫۰۱۵

۶-۲-۳ تولیدکننده سیلندر باید گواهینامه‌های آنالیز ذوب (شماره حرارتی) فولادهایی که برای تولید سیلندرهای گاز به‌کار برده می‌شود را به دست آورده و در دسترس داشته باشد.

درصورت نیاز به آنالیز، این کار باید بر روی آزمونه‌های در حین تولید از مواد در حال شکل‌گیری، بر روی سیلندرهای تکمیل شده توسط سازنده فولاد انجام شود. در هر بررسی آنالیز مواد، بیشینه انحراف مجاز از حدود تعیین شده برای آنالیز ریختگی باید با مقادیر تعیین شده در جدول ۱ مطابقت نماید.

۶-۳ عملیات حرارتی

۶-۳-۱ تولیدکننده سیلندر باید فرآیند عملیات حرارتی به‌کار گرفته برای سیلندرهای تکمیل شده را تأیید نماید.

۶-۳-۲ فرآیند آب‌دادن در محیطی غیر از روغن‌های معدنی مجاز است مشروط بر اینکه:

الف- سیلندرهای تولید شده عاری از هرگونه ترک باشد؛

ب- تولیدکننده اطمینان حاصل نماید آهنگ سرد کردن هیچ‌گونه ترکی در سیلندر ایجاد نکرده باشد؛

پ- درصورتی‌که آهنگ متوسط سرد کردن در آن سیال بیش از ٪ ۸۰ نسبت به آب °C ۲۰ بدون مواد افزودنی باشد، هر سیلندر تولیدی برای عدم وجود ترک باید توسط یک روش آزمون غیرمخرب مورد آزمون قرار گیرد؛

ت- در حین تولید سیلندرها، غلظت محلول سردکننده کنترل شده و در طول هر شیفت کاری برای اطمینان از قرار گرفتن در محدوده مجاز ثبت شود. کنترل‌های مستند بیشتری برای اطمینان از عدم تغییر خواص شیمیایی محلول سردکننده انجام شود.

۶-۳-۳ فرآیند برگشت‌دهی باید خواص مکانیکی مورد نیاز را تأمین نماید.

دمای واقعی نمونه‌ای از فولاد که برای استحکام کششی مشخص درمعرض آن قرار می‌گیرد، نباید انحرافی بیش از °C ۳۰± نسبت به دمای تعیین شده توسط تولیدکننده سیلندر داشته باشد.

۶-۴ عدم موفقیت در برآورده شدن الزامات آزمون

درصورت عدم موفقیت در برآورده شدن الزامات آزمون، باید آزمون مجدد یا عملیات حرارتی مجدد به همراه آزمون مجدد به‌صورتی‌که رضایت بازرس را تأمین نماید به شرح زیر انجام شود:

الف- درصورتی‌که مدرکی دال بر نقص در انجام یک آزمون یا خطای اندازه‌گیری وجود داشته باشد، آزمون دیگری باید انجام شود. اگر نتیجه این آزمون رضایت‌بخش شد آزمون اول نادیده گرفته می‌شود؛

ب- درصورتی‌که آزمون مطابق با روش رضایت‌بخشی انجام شده باشد، عامل عدم موفقیت آزمون باید شناسایی شود:

۱- درصورتی‌که عدم موفقیت ناشی از عملیات حرارتی اعمال شده باشد، تولیدکننده ممکن است کلیه سیلندرهای دارای این نوع نقص را تحت عملیات حرارتی دیگری قرار دهد، به‌عنوان مثال اگر عدم موفقیت در آزمون سیلندرهای نوعی یا سیلندرهای بهر تولید وجود داشته باشد، عملیات حرارتی مجدد کلیه سیلندرها قبل از آزمون مجدد ضروری است.

این عملیات حرارتی مجدد باید شامل هر کدام از موارد برگشت‌دهی مجدد یا آب‌دهی مجدد و برگشت‌دهی باشد.

هرگاه سیلندرها مورد عملیات حرارتی مجدد قرار گیرند، کمینه ضخامت تضمین شده باید حفظ شود.

فقط آزمون‌های نوعی یا بهر تولید مربوطه که برای اثبات قابلیت پذیرش بهر تولید جدید مورد نیاز هستند باید مجدداً انجام شوند. درصورتی‌که یک یا چند آزمون حتی به‌صورت جزئی رضایت‌بخش نباشند، تمام سیلندرهای آن بهر تولید مردود است؛

۲- درصورتی‌که عدم موفقیت به‌واسطه عاملی غیر از عملیات حرارتی باشد، کلیه سیلندرهای دارای نواقص باید مردود شوند یا توسط یک روش مورد تایید تعمیر گردند، مشروط بر اینکه سیلندرهای تعمیر شده در آزمون‌های مورد نیاز برای تعمیرات پذیرفته شوند. سپس این سیلندرها باید به‌عنوان بخشی از بهر تولید اصلی، مجدداً برگردانده شوند.

۷ طراحی

۷-۱ الزامات کلی

۷-۱-۱ محاسبه ضخامت دیواره اجزاء تحت فشار باید به کمینه استحکام تسلیم تضمین شده، R_{eg}، فولاد سیلندر تکمیل شده مرتبط باشد.

۷-۱-۲ سیلندرها باید با یک یا دو گلویی تنها در امتداد محور مرکزی سیلندر طراحی شوند.

۷-۱-۳ در مقاصد محاسباتی، مقدار استحکام تسلیم R_{eg} نباید بیش از ۰٫۹۰ R_{mg} باشد.

۷-۱-۴ فشار داخلی که مبنای محاسبه ضخامت دیواره است، باید فشار آزمون هیدرولیک p_h باشد.

۷-۲ محدودیت استحکام کششی

بیشینه میزان استحکام کششی به تناسب قابلیت آن فولاد در برآورده ساختن الزامات بندهای ۹ و ۱۰ محدود می‌شود. بیشینه میزان واقعی استحکام کششی باید ۱۲۰ MPa باشد (یعنی $R_{ma,\,max} - R_{ma,\,min} \leq$ ۱۲۰ MPa).

به هر حال، مقدار واقعی استحکام کششی که در زیربند ۱۰-۲ تعیین شده است نباید بیش از ۱۳۰۰ MPa برای سیلندرهایی با قطر خارجی بزرگتر از ۱۴۰ mm و ۱۴۰۰ MPa برای سیلندرهایی با قطر خارجی کوچکتر یا مساوی ۱۴۰ mm باشد.

۷-۳ طراحی ضخامت پوسته استوانه‌ای سیلندر

کمینه ضخامت تضمین شده پوسته استوانه‌ای سیلندر، a'، نباید کمتر از ضخامت محاسبه شده توسط فرمول‌های (۱) و (۲) باشد و علاوه‌براین باید شرط فرمول (۳) نیز برآورده شود.

$$a = \frac{D}{2}\left[1 - \sqrt{\frac{10\ FR_{eg} - \sqrt{3}P_h}{10\ FR_{eg}}}\right] \qquad (۱)$$

که مقدار F کمتر از $\frac{0.65}{R_{eg}/R_{mg}}$ یا ۰٫۷۷ است.

نسبت R_{eg} / R_{mg} نباید بیش از ۰٫۹۰ باشد.

همچنین ضخامت دیواره باید مطابق با فرمول (۲) باشد:

$$a \geq \frac{D}{250} + 1 \qquad (۲)$$

با در نظر گرفتن کمینه مطلق: a =۱٫۵ mm.

نسبت ترکیدن در آزمون ترکیدن باید مطابق فرمول (۳) باشد:

$$p_b / p_h \geq 1.6 \qquad (۳)$$

یادآوری ۱- درصورتی‌که نتیجه این الزامات، ضخامت تضمین شده پوسته استوانه‌ای شکل $a' \geq$ ۱۲ mm برای قطر $D \geq$ ۱۴۰ mm، یا ضخامت تضمین شده پوسته استوانه‌ای شکل $a' \geq$ ۶ mm برای قطر $D \leq$ ۱۴۰ mm باشد، طراحی آن‌ها خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است (به بند ۱ مراجعه شود).

یادآوری ۲– برای سیلندرهای محتوی گازهای فشرده که مطابق با این استاندارد طراحی و تولید می‌شوند، فشار آزمون هیدرولیک p_h معمولاً ۱٫۵ برابر فشار کاری فرض می‌شود.

یادآوری ۳– برای برخی از کاربردها، مانند تیوب‌هایی که برای تجهیز تریلی‌ها یا اسکیدها (مدل‌های ISO) یا MEGCها برای انتقال و توزیع گازها در مجموعه چند سلولی مونتاژ می‌شوند، اهمیت دارد که تنش‌های مرتبط با نصب تیوب (به‌عنوان مثال تنش‌های خمشی، به پیوست ث مراجعه شود، تنش‌های پیچشی، بارهای دینامیکی) توسط تولیدکننده مجموعه و تیوب در نظر گرفته شود.

یادآوری ۴– علاوه‌براین، در طی آزمون فشار هیدرولیک، تیوب‌ها ممکن است از طریق گلویی‌شان بلند شده یا تکیه‌گاه شوند؛ بنابراین، تنش‌های خمشی بالقوه باید در نظر گرفته شود. برای راهنمایی کلی، به پیوست ث مراجعه شود.

۷-۴ طراحی کلگی‌های کوژ (سر و انتهای سیلندر)

۷-۴-۱ هنگامی‌که از کلگی‌های کوژ (به شکل ۱ مراجعه شود) در انتهای سیلندر استفاده می‌شود ضخامت، b، در مرکز یک کلگی کوژ، نباید کمتر از معیارهای الزام شده زیر باشد:

جائیکه شعاع داخلی شانه، r، کمتر از ۰٫۰۷۵ D نباشد:

$b \geq 1{,}5\ a$ برای $0{,}40 > H/D \geq 0{,}20$

$b \geq a$ برای $H/D \geq 0{,}40$

به‌منظور دستیابی به یک توزیع تنش قابل قبول در منطقه اتصال کلگی به پوسته، هر نوع ضخیم کردن کلگی که ممکن است مورد نیاز باشد، به‌ویژه در قسمت انتهای سیلندر باید به‌طور تدریجی از نقطه اتصال انجام شود. برای اعمال این قانون، نقطه اتصال بین پوسته و کلگی به‌صورت خطوط افقی نشان‌دهنده اندازه H در شکل ۱ تعریف می‌شود.

۷-۴-۲ تولیدکننده سیلندر باید به‌وسیله آزمون چرخه‌ای فشار که جزئیات آن در زیربند ۹-۲-۳ ارائه شده است، نشان دهد که طراحی سیلندر قابل قبول است.

تصاویر نشان داده شده در شکل ۱، نمونه‌ای از کلگی کوژ سر و انتهای سیلندر می‌باشد. در شکل ۱ تصاویر الف، پ و ت کلگی‌های انتها و تصویر ب کلگی‌های سر سیلندر می‌باشند.

۷-۵ طراحی کلگی‌های کاو انتهای سیلندر

درصورتی‌که از کلگی‌های کاو در انتهای سیلندر (مطابق شکل۲) استفاده شود، مقادیر طراحی زیر توصیه می‌شوند:

$a_1 \geq 2a$

$a_2 \geq 2a$

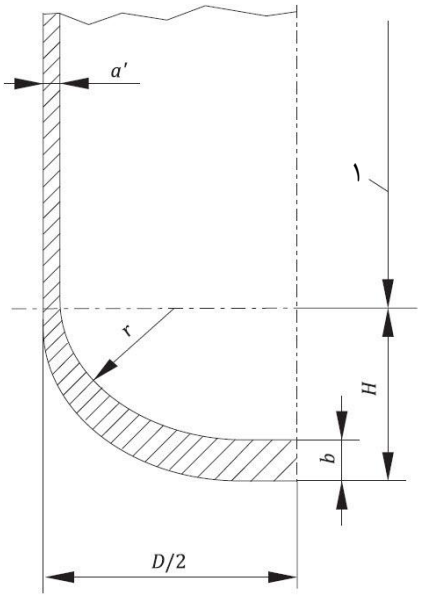
$h \geq 0.12\ D$

$r \geq 0.075\ D$

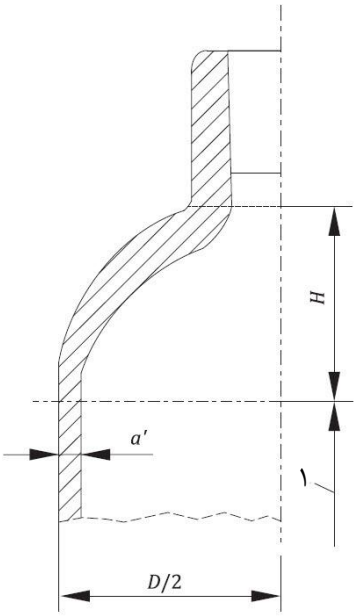
در نقشه طراحی باید دست‌کم مقادیر a_1، a_2، h و r نشان داده شود.

در دستیابی به یک توزیع تنش قابل قبول، ضخامت پوسته سیلندر باید در منطقه عبوری بین قسمت استوانه‌ای و انتها به‌طور تدریجی افزایش یابد.

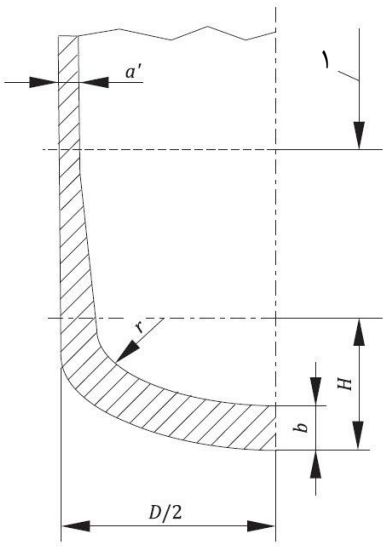
تولیدکننده سیلندر باید در هر حالت توسط آزمون چرخه‌ای فشار، که جزئیات آن در زیربند ۹-۲-۳ ارائه شده، نشان دهد که طراحی سیلندر قابل قبول است.



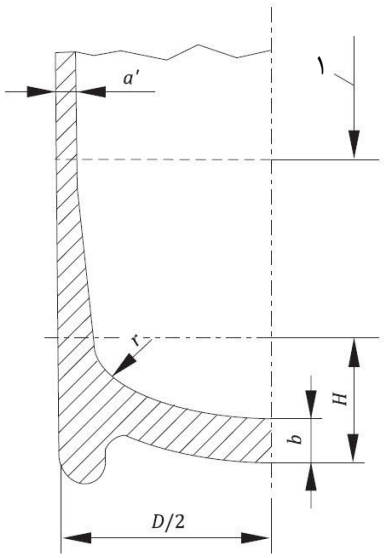
شکل الف



شکل ب



شکل پ

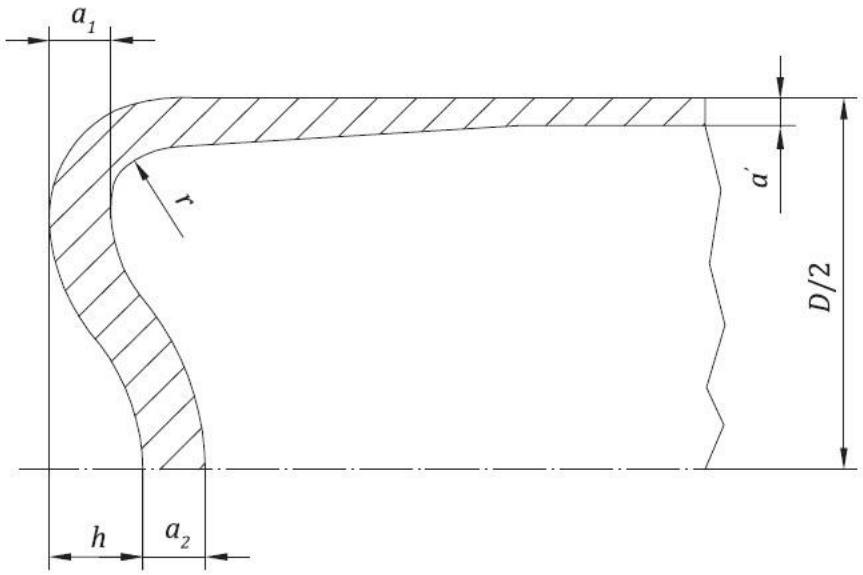


شکل ت

راهنما:

۱ قسمت استوانه‌ای

شکل ۱- نمونه کلگی‌های کوژ



شکل ۲- کلگی کاو انتهای سیلندر

۷-۶ گلویی سیلندر

۷-۶-۱ قطر خارجی و ضخامت انتهای گلویی شکل داده شده در سیلندر باید برای گشتاوری که به‌منظور بستن شیر بر روی آن به‌کار می‌رود، کافی باشد. گشتاور ممکن است بسته به نوع شیر/ اتصالات (به‌عنوان مثال درپوش‌ها) برحسب قطر رزوه، شکل رزوه و آب‌بند مورد استفاده در بستن شیر، متفاوت باشد.

یادآوری- برای اطلاعات در مورد گشتاورها به استاندارد ISO 13341 مراجعه شود.

۷-۶-۲ در تعیین کمینه ضخامت، ضخامت دیواره در گلویی سیلندر باید به اندازه‌ای باشد که از انبساط دائمی گلویی حین نصب اتصالات و یا شیر بر روی سیلندر بدون کمک متعلقاتی مانند حلقه گلویی، جلوگیری شود. قطر خارجی و ضخامت انتهای گلویی شکل داده شده سیلندر (بدون انبساط دائمی یا ترک) نباید به‌وسیله اعمال بیشینه گشتاور مورد نیاز برای بستن شیر به سیلندر (به استاندارد ISO 13341 مراجعه شود) و تنش‌های ناشی از قرار گرفتن سیلندر در معرض فشار آزمون، آسیب ببیند. در موارد خاص (به‌عنوان مثال سیلندرهای با جداره خیلی نازک) درجایی‌که این تنش‌ها نمی‌تواند توسط گلویی تقویت شود. می‌توان برای تقویت گلویی از حلقه گلویی یا حلقه انقباضی استفاده کرد. مشروط برآنکه ماده تقویتی و ابعاد آن به‌صورت واضح توسط تولیدکننده تعیین شده و این نوع پیکربندی قسمتی از رویه تأیید نوع باشد (به زیربندهای ۹-۲-۸ و ۹-۲-۹ مراجعه شود).

۷-۷ حلقه پایه

درصورتی‌که حلقه پایه برای سیلندر تهیه شود باید از مواد سازگار با سیلندر ساخته شود. شکل پایه باید ترجیحاً استوانه‌ای بوده و قابلیت ایستایی و تعادل سیلندر را حفظ نماید. حلقه پایه باید توسط روشی غیر از جوشکاری، لحیم‌کاری سخت[1] یا لحیم‌کاری نرم[2] به سیلندر محکم شود. هر شکافی که در آن آب بتواند محبوس شود باید توسط روشی غیر از جوشکاری، لحیم‌کاری سخت یا لحیم‌کاری نرم درزبندی شود. این مورد به‌ویژه در مورد سیلندرهای با استحکام بالا بسیار مهم است.

۷-۸ حلقه گلویی

درصورتی‌که حلقه گلویی برای سیلندر تهیه شود، باید از مواد سازگار با سیلندر ساخته شده و توسط روشی غیر از جوشکاری، لحیم‌کاری سخت یا لحیم‌کاری نرم به سیلندر به‌طور ایمن متصل شود.

تولیدکننده سیلندر باید اطمینان حاصل نماید که بار محوری برای جداکردن حلقه گلویی، بیشتر از ۱۰ برابر وزن سیلندر خالی است اما کمتر از ۱۰۰۰ N نبوده و گشتاور لازم برای چرخاندن حلقه گلویی بزرگتر از ۱۰۰ Nm است.

۷-۹ نقشه طراحی

یک نقشه ابعادی کامل شامل کلیه مشخصات مواد و جزئیات مربوط به طراحی اتصالات دائمی باید تهیه شود. ابعاد اتصالاتی که از نظر ایمنی اهمیت ندارند می‌تواند بین مشتری و تولیدکننده توافق شده و نیازی به ارائه در نقشه‌های طراحی ندارند.

۸ تولید و روش ساخت

۸-۱ کلیات

سیلندر باید با یکی از روش‌های زیر تولید شود:

الف- به روش آهنگری یا آهنگری ضربه‌ای از یک شمش یا شمشال جامد؛ یا

ب- از لوله بدون درز؛ یا

پ- توسط پرسکاری یک ورق تخت.

در فرایند بستن انتهای سیلندر نباید فلزی به این قسمت اضافه شود. عیوب تولید نباید به‌وسیله سوراخ‌بند نمودن انتهای سیلندر اصلاح شود (به‌عنوان مثال افزودن فلز از طریق جوشکاری).

۸-۲ ضخامت دیواره

1- Brazing
2- Soldering

در حین تولید باید ضخامت هر سیلندر یا پوسته نیمه تکمیل، کنترل شود. ضخامت دیواره در هر نقطه نباید کمتر از کمینه ضخامت تعیین شده باشد.

۸-۳ نواقص سطحی

سطوح داخلی و خارجی سیلندر تکمیل شده باید عاری از نواقصی که اثر مضری بر ایمنی کاری سیلندر می‌گذارد باشد.

برای نمونه‌هایی از نواقص و کمک در زمینه ارزیابی آن‌ها به پیوست الف مراجعه شود.

۸-۴ آزمایش فراصوتی

۸-۴-۱ بعد از اتمام عملیات حرارتی نهایی و بعد از رسیدن به ضخامت دیواره استوانه‌ای نهایی، هر سیلندر باید از نظر نواقص داخلی، خارجی و زیرسطحی مطابق با پیوست ب تحت آزمایش فراصوتی قرار گیرد.

۸-۴-۲ علاوه‌بر آزمایش فراصوتی که مطابق با زیربند ۸-۴-۱ تعیین شده، ناحیه استوانه‌ای که بسته می‌شود (که شانه سیلندر و درمورد سیلندرهایی که از لوله ساخته شده انتهای آن را تشکیل می‌دهد) باید قبل از فرایند شکل‌دهی به‌صورت فراصوتی مورد آزمایش قرار گیرد تا هر عیبی که ممکن است بعد از بستن دو سر سیلندر به‌وجود آید، شناسایی شود.

در مورد سیلندرهای تولید شده از لوله (مشروط بر اینکه ضخامت لوله بدون تغییر باشد) درصورتی‌که آزمون فراصوتی لوله به‌صورت ٪ ۱۰۰ قبل از بسته شدن دو سر لوله مطابق با پیوست ب انجام شود، نیازی به آزمون‌های اضافی نمی‌باشد.

آزمون باید تا حد امکان نزدیک به انتهای باز پوسته، انجام شود.

ناحیه آزمون نشده باید از انتهای باز پوسته تا حداکثر طول ۴۰ mm را در بر گیرد.

برای سیلندرهای کوچک با طول استوانه‌ای کمتر از ۲۰۰ mm، یا جایی‌که حاصل ضرب $p_h \times V < ۶۰۰$ bar.l باشد، آزمایش فراصوتی مطابق با زیربندهای ۸-۴-۱ و ۸-۴-۲ الزامی نیست.

یادآوری- این آزمایش الزاماً آزمون‌های مورد نیاز در زیربند ۶-۳-۲ را پوشش نمی‌دهد.

۸-۵ خروج از دایره‌واری[1]

خروج از دایره‌واری پوسته استوانه‌ای، عبارت است از تفاوت بین بیشینه و کمینه قطرهای خارجی در یک مقطع عرضی یکسان، که نباید بیش از ٪ ۲ میانگین این قطرها باشد.

۸-۶ قطر میانگین[1]

1- Out-of roundness

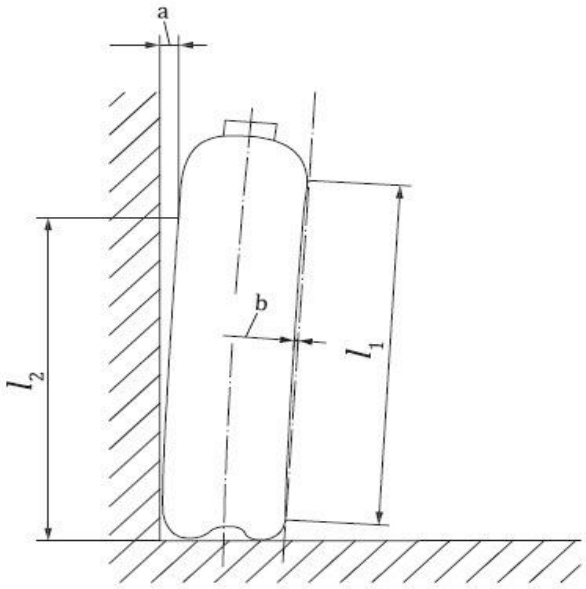
میانگین قطر خارجی قسمت استوانه‌ای سیلندر در خارج از ناحیه گذار در یک برش عرضی نباید بیش از ٪ ۱ ± از قطر طراحی اسمی انحراف داشته باشد.

۸-۷ مستقیم بودن[۲]

بیشینه انحراف (b) از قسمت استوانه‌ای پوسته (l_1) از یک خط راست نباید بیشتر از ۳ mm در ازای هر متر در راستای محور طولی سیلندر باشد (به شکل ۳ مراجعه شود).

۸-۸ عمود بودن[۳] و پایداری

برای سیلندری که برای ایستادن روی انتهای خود طراحی شده، انحراف از راستای قائم (a) نباید بیش از ۱۰ mm در ازای هر متر طول (l_2) باشد (به شکل۳ مراجعه شود) و توصیه می‌شود که قطر خارجی سطح مورد تماس با زمین بزرگتر از ٪ ۷۵ قطر اسمی خارجی باشد.



راهنما:

a بیشینه $l_2 \times ۰/۰۱$ (به زیربند ۸-۸ مراجعه شود)

b بیشینه $l_1 \times ۰/۰۰۳$ (به زیربند ۸-۷ مراجعه شود)

شکل ۳- انحراف قسمت استوانه‌ای پوسته سیلندر از یک خط راست و راستای قائم

۸-۹ رزوه‌های گلویی

رزوه‌های داخلی گلویی باید با یک استاندارد شناخته شده و مورد قبول طرفین برای استفاده از یک شیر متناظر مطابقت داشته باشد، به‌علاوه در فرایند اعمال گشتاور به شیر کمینه تنش در گلویی ایجاد شود و

1- Mean diameter
2- Straightness
3- Vertically

رزوه‌های داخل گلویی باید با استفاده از سنجه‌های مشابه در مطابقت با رزوه‌های گلویی یا به‌وسیله یک روش منطقی قابل قبول بین طرفین بررسی شود.

یادآوری- برای مثال جائیکه رزوه گلویی مطابق با استاندارد ISO 11363-1 مشخص شده‌است، سنجه‌های متناظر آن در استاندارد ISO 11363-2 تعیین شده‌اند.

برای اطمینان از اینکه رزوه‌های گلویی که به‌دقت برش خورده، دارای شکل کامل و بدون هرگونه لبه تیز مانند پلیسه هستند باید دقت ویژه‌ای لحاظ شود.

۹ رویه تأیید نوع

۹-۱ الزامات کلی

مشخصات فنی هر طراحی جدید سیلندر یا خانواده سیلندر همانگونه که در مورد ج تعریف شده است شامل نقشه‌های طراحی، محاسبات طراحی، جزئیات فولاد، فرآیند تولید و جزئیات عملیات حرارتی باید توسط تولیدکننده به بازرس ارائه شود. آزمون‌های تایید نوع که در زیربند ۹-۲ تشریح شده‌اند باید روی هر طراحی جدید با نظارت بازرس انجام پذیرد.

هنگامی‌که در مقایسه طراحی تائید شده موجود یک سیلندر، دست‌کم یکی از موارد زیر اعمال شود باید به‌عنوان یک طراحی جدید در نظر گرفته شود:

الف- در کارخانه دیگری تولید شده باشد؛

ب- توسط فرایند متفاوتی تولید شده باشد (به زیربند ۸-۱ مراجعه شود)؛ این مورد شامل زمانی می‌شود که فرآیند اصلی در طول دوره تولید، تغییر کرده باشد، برای مثال فرایند آهنگری انتهای سیلندر به فرایند شکل‌دهی چرخشی و تغییر در عملیات حرارتی انجام شود؛

پ- از فولادی با محدوده ترکیبات شیمیایی متفاوت با آنچه در زیربند ۶-۲-۱ معین شده، ساخته شده باشد؛

ت- عملیات حرارتی خارج از محدوده تعیین شده در زیربند ۶-۳ بر روی آن انجام شده باشد؛

ث- هرگونه تغییر در انتهای سیلندر یا شکل انتهای سیلندر، به‌عنوان مثال شکل کوژ، کاو، نیمکره یا همچنین اگر تغییری در نسبت ضخامت به قطر در انتهای سیلندر وجود داشته باشد؛

ج- طول کل سیلندر به میزان بیش از ٪ ۵۰ افزایش داده شود (سیلندرها با نسبت طول به قطر کمتر از ۳ نباید به‌عنوان مرجعی برای طراحی جدید با نسبت بزرگتر از ۳ به‌کار برده شوند)؛

چ- قطر خارجی اسمی تغییر یافته باشد؛

ح- کمینه ضخامت تضمین شده دیواره تغییر یافته باشد؛

خ- فشار آزمون هیدرولیک، p_h، افزایش یافته باشد (چنانچه یک سیلندر در فشار کاری کمتر از آنچه که در تایید طراحی ارائه شده به‌کار برده شود، نباید به‌عنوان یک طراحی جدید در نظر گرفته شود)؛

یادآوری- درصورتی‌که فشار آزمون کاهش یابد، بازنگری گواهینامه تأیید نوع می‌تواند مورد نیاز باشد.

د- کمینه استحکام تسلیم تضمین شده R_{eg} و / یا کمینه استحکام کششی تضمین شده R_{mg} برای سیلندر تکمیل شده، تغییر یافته باشد؛

درصورتی‌که قطر رزوه داخلی کمتر از ٪ ۵۰ افزایش یافته باشد بنابراین:

ذ- در مورد رزوه‌های مخروطی آزمون گشتاور باید انجام شود (به زیربند ۹-۲-۸ مراجعه شود)؛

ر- در مورد رزوه‌های موازی محاسبه مقاومت برشی باید انجام شود (به زیربند ۹-۲-۹ مراجعه شود).

درصورتی‌که قطر داخلی رزوه ٪ ۵۰ یا بیشتر افزایش یابد، آزمون چرخه فشار روی دو سیلندر نیز باید انجام شود (به زیربند ۹-۲-۳ مراجعه شود).

در هر دو مورد، قطر جدید باید در گواهینامه تأیید نوع بازنگری شده، گزارش شود.

۹-۲ آزمون‌های نوعی

۹-۲-۱ الزامات کلی

کمینه ۵۰ عدد سیلندر یا ۱۵ عدد تیوب به‌عنوان نماینده‌های طراحی جدید که توسط تولیدکننده تضمین شده‌اند باید برای آزمون نوعی در نظر گرفته شوند. با وجود این، چنانچه برای کاربردهای ویژه تعداد کل سیلندرهای تولیدی کمتر از ۵۰ عدد باشد، تعداد کافی از سیلندر باید به‌منظور تکمیل الزامات آزمون‌های نوعی، علاوه‌بر تعداد تولید، ساخته شود، اما در این مورد اعتبار تائید به این بهر تولید ویژه محدود می‌شود.

در طول فرایند تایید نوع، بازرس باید سیلندرهای لازم را برای آزمون موارد زیر انتخاب نموده و:

الف- تصدیق نماید که:

۱- طراحی با الزامات بند ۷ مطابقت دارد؛

۲- ضخامت‌های دیواره‌ها و سر و انتهای دو سیلندر (آن‌هایی که برای آزمون مکانیکی انتخاب می‌شوند) الزامات زیربندهای ۷-۳ تا ۷-۶ را برآورده می‌نماید و اندازه‌گیری‌های انجام شده، دست‌کم در سه مقطع عرضی قسمت استوانه‌ای و روی یک مقطع طولی از سر و ته سیلندر انجام شده است؛

۳- با الزامات بند ۶ مطابقت دارد؛

۴- کلیه سیلندرهای انتخاب شده برای بازرسی با الزامات زیربندهای ۷-۷، ۷-۸ و ۸-۵ تا ۸-۹ مطابقت دارند؛

۵- سطوح داخلی و خارجی سیلندرها عاری از هرگونه عیبی است که ممکن است استفاده از آن را ناایمن نماید (در پیوست الف مثال‌هایی در این زمینه وجود دارد).

ب- نظارت بر آزمون‌های زیر بر روی سیلندرهای انتخاب شده:

۱- آزمون‌های تعیین شده در زیربند ۱۰-۱-۲ مورد خ (آزمون ترکیدن هیدرولیکی) روی دو سیلندر، سیلندرهایی که با نشانه‌گذاری مشخص شده‌اند؛

۲- آزمون‌های تعیین شده در زیربند ۱۰-۱-۲ مورد د (آزمون مکانیکی) روی دو سیلندر، قطعات آزمون قابل ردیابی به بهر تولید می‌باشند. آزمون‌های سختی باید روی قطعات آزمون کشش به‌منظور تصدیق نمودن ارتباط سختی/ کشش، انجام شود (به زیربند ۹-۲-۲ مراجعه شود)؛

۳- بررسی سختی، متشکل از چهار آزمون سختی در جهات ° ۹۰ نسبت به یکدیگر در هر انتهای دیواره استوانه‌ای دو سیلندری می‌باشد که برای آزمون مکانیکی انتخاب شده است. بیشینه محدوده سختی برینل روی هر سیلندر باید HB ۲۵ باشد، درصورت به‌کارگیری یک روش جایگزین برای تعیین سختی، تولیدکننده باید محدوده‌ای معادل با مقدار بیان شده را معین نماید؛

۴- آزمون‌های تعیین شده در زیربند ۹-۲-۳ (آزمون چرخه فشار) روی دو سیلندر، سیلندرهایی که با نشانه‌گذاری مشخص شده‌اند؛

۵- آزمون های تعیین شده در زیربند ۹-۲-۴ (آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار شده) بر روی دست‌کم دو سیلندر بهر با بیشترین مقدار سختی (میانگین دو اندازه‌گیری)؛

۶- آزمون‌های تعیین شده در زیربند ۹-۲-۵ (آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار شده) بر روی دو سیلندر؛

۷- آزمون‌های تعیین شده در زیربند ۹-۲-۶ (کنترل انتهای سیلندر) روی دو سیلندر انتخاب شده برای آزمون‌های مکانیکی؛

۸- آزمون‌های تعیین شده در ۷-۲-۹ (آزمون خمش و آزمون تخت‌کاری) روی دو سیلندر، قطعات آزمون قابل ردیابی به بهر تولید می‌باشند. یا دو آزمون خمش (به زیربند ۹-۲-۷-۱ مراجعه شود) در یک جهت محیطی یا یک آزمون تخت‌کاری (به زیربند ۹-۲-۷-۲ مراجعه شود) یا یک آزمون تخت‌کاری حلقه (به زیربند ۹-۲-۷-۳ مراجعه شود). این آزمون‌ها می‌تواند بر روی سیلندرهایی انجام شود که برای آزمون مکانیکی انتخاب شده‌اند؛

۹- الزامات هندسی برای رزوه گلویی برای تمام سیلندرهای انتخاب شده برای بازرسی مطابقت دارد؛

۱۰- آزمون‌های تعیین شده در زیربند ۹-۲-۸ (فقط آزمون گشتاور برای رزوه مخروطی) روی یک سیلندر با بهر تولید یا زیربند ۹-۲-۹ (محاسبه تنش برشی برای رزوه‌های موازی) قابل شناسایی است.

برای انتخاب سیلندرهایی که اندازه‌های بالایی و پایینی محدوده سختی در هر بهر تولید را نشان دهند، باید دقت لازم به عمل آید.

۹-۲-۲ تصدیق ارتباط سختی / کشش

به‌منظور تأمین رضایت بازرس، تولیدکننده باید نشان دهد که محدوده سختی معین شده به محدود استحکام کششی تعیین شده در زیربند ۷-۲ بستگی دارد. درصورتی‌که آزمون سختی برینل به‌کار برده شود، رویه مشروحه زیر باید اتخاذ شود.

پیش از ارائه اولین بهر تولید سیلندر برای آزمون تائید نوع، تولیدکننده باید یک نمودار رگرسیون[1] خطی بین R_{ma} و HB برای نوع فولاد و روش عملیات حرارتی به‌کار رفته با استفاده از کمینه ۲۰ اندازه به‌دست آمده از آزمون برای R_{ma} و HB بر روی هر انتهای ۱۰ سیلندر را برقرار نماید. مقادیر سختی باید روی سیلندرهای تکمیل شده که توسط دستگاه سختی‌سنجی خط تولید مورد آزمون قرار می‌گیرند، به‌دست آورده شوند. قطعات آزمون کشش باید از محل نقاط آزمون سختی انتخاب شوند. مقادیر به‌دست آمده باید محدوده کشش پیش‌بینی شده را در برگیرد.

به‌منظور تعیین محدوده سختی آنچنان‌که در زیربند ۱۱-۳ بیان شده، پراکندگی HB ۱۰ اطراف HB 1 و HB 2 باید مجاز باشد (با پذیرفتن برای مثال رواداری اندازه‌گیری). محدوده سختی تضمین شده باید مطابق زیر باشد:

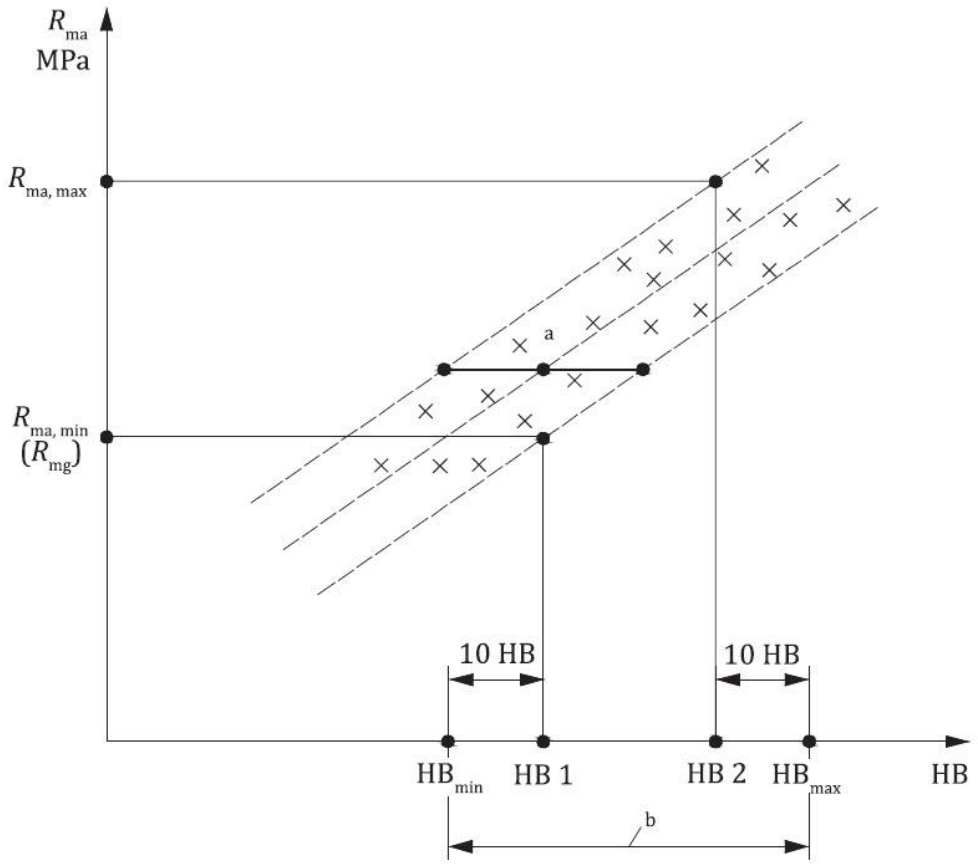
$HB_{min.}$ = HB 1 – 10 HB

$HB_{max.}$ = HB 2 + 10 HB

به هر حال بیشینه محدوده سختی $HB_{max.} - HB_{min.}$ نباید بیش از HB ۵۵ باشد (معادل با مقادیر کوچکتر یا مساوی ۲۰۰ MPa، مطابق شکل ۴).

یادآوری- ایجاد یک ارتباط جداگانه برای هر خانواده از سیلندرها می‌تواند با توجه به واکنش‌های مختلف (قابلیت کشسانی[2]، ضخامت دیواره و غیره) به آزمون سختی، مفید باشد.

1- Regression
2- Elasticity



راهنما:

a پهنه پراکندگی، بیشینه HB ۱۰±

b محدوده سختی، بیشینه HB ۵۵

یادآوری- R_{mg} به‌طور معمول برابر یا کمتر از $R_{ma,min}$. است.

شکل۴- نمودار آزمون سختی / کشش

در مرحله آزمون نوعی، آزمون‌های سختی باید مطابق با مورد ب از زیربند ۹-۲-۱، در نقطه‌ای که آزمونه کشش برداشته می‌شود، انجام شود. نتایج سختی و استحکام کششی باید با نمودار تهیه شده توسط تولیدکننده، در تعیین اینکه آیا در پهنه پراکندگی قرار دارند یا خیر، مقایسه شوند. (به شکل ۴ مراجعه شود). هنگامی‌که سختی‌های اندازه‌گیری شده خارج از محدوده بیان شده در فوق باشند، به زیربند ۶-۴ مراجعه شود.

یادآوری- از رویه آزمون دیگر نیز می‌توان استفاده نمود، مشروط براینکه بتوان نشان داد که پهنه پراکندگی و بیشینه محدوده سختی آن‌ها، معادل هستند.

۹-۲-۳ آزمون چرخه فشار

این آزمون باید روی سیلندرهایی که با نشانه‌گذاری مشخص شده‌اند توسط یک مایع غیرخورنده به‌طور متوالی با حد بالایی فشار چرخه‌ای که دست‌کم مساوی با فشار آزمون هیدرولیک، p_h، است، انجام شود. سیلندرها باید چرخه‌های فشار را تا ۱۲۰۰۰ چرخه بدون شکست تحمل کنند.

برای سیلندرهایی که فشار آزمون هیدرولیک آن‌ها بیش از ۴۵۰ bar است، حد بالایی فشار چرخه‌ای می‌تواند به دو سوم این فشار آزمون کاهش یابد. در این حالت سیلندرها باید تا ۸۰۰۰۰ چرخه بدون شکست را تحمل نمایند.

حد پایین فشار چرخه‌ای نباید از ٪ ۱۰ فشار چرخه‌ای بالایی بیشتر شود، اما باید دارای فشار مطلق بیشینه ۳۰ bar باشد.

سیلندر باید به‌طور واقعی به کمینه و بیشینه فشار چرخه‌ای در حین آزمون برسد.

بسامد فشار نباید بیش از ۰٫۲۵ Hz (۱۵ cycles/min) باشد. دمای اندازه‌گیری شده سطح خارجی سیلندر در حین آزمون نباید بیش از ۵۰ °C باشد.

بعد از آزمون، انتهای سیلندر باید برای اندازه‌گیری ضخامت و اطمینان از اینکه این ضخامت به اندازه کافی نزدیک به کمینه ضخامت تعیین شده در طراحی و در محدوده رواداری‌های معمول تولید است، تقسیم‌بندی شود. درهیچ حالتی نباید ضخامت واقعی انتهای سیلندر (a_1 یا b بستگی به شکل انتهای سیلندر دارد)، بیش از ٪ ۱۵ از آنچه که روی نقشه‌ها معین شده نسبت به کمینه مقادیر افزایش یافته باشد.

درصورتی‌که سیلندری در این آزمون، چرخه‌های در نظر گرفته شده را بدون ایجاد نشتی پشت سر گذارد، این آزمون باید رضایت‌بخش تلقی شود.

۹-۲-۴ آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار

۹-۲-۴-۱ کلیات

آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار، برای این منظور باید انجام شود که آیا فشار بروز نشت، p_f، که منجربه بروز نشتی (نه ترکیدن) در شکافی با ابعاد بیان شده می‌شود، بزرگتر از دو سوم فشار آزمون (۲/۳ p_h) سیلندر تنظیم شده برای ضخامت واقعی در مقایسه با کمینه ضخامت محاسبه شده دیواره، می‌باشد یا خیر.

۹-۲-۴-۲ جزئیات شکاف

به شکل ۵ مراجعه شود.

شکاف باید به‌صورت طولی، تقریباً در وسط طول قسمت استوانه‌ای سیلندر ماشین‌کاری شود. شکاف باید در قسمت کمینه ضخامت دیواره، t، بخش میانی، بر اساس اندازه‌گیری ضخامت در چهار نقطه اطراف سیلندر قرار گیرد.

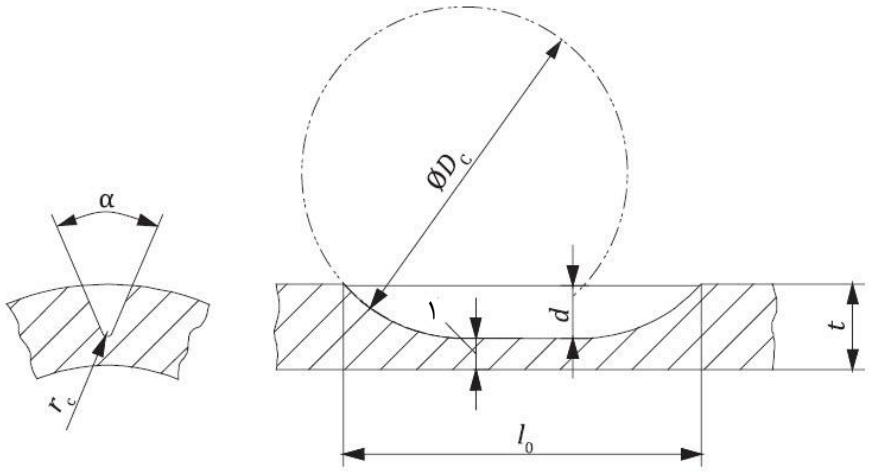
طول شکاف، l_o، طول کل بریدگی است و باید برابر با معادله ۴ باشد:

$$l_o = 1.6\sqrt{D\ a} \pm 1\ \text{mm} \qquad (۴)$$

ابزار برش برای ایجاد شکاف باید دارای ضخامت تقریباً ۱۲٫۵ mm با یک زاویه °۴۵ و شعاع راس، r_c، معادل ۰٫۲۵ ±۰٫۰۲۵) mm) باشد. قطر خارجی ابزار برش، D_c، برای سیلندرهایی با قطر، D، کوچکتر یا مساوی ۱۴۰ mm باید برابر با ۵۰ mm و برای سیلندرهایی با قطر، D، بزرگتر از ۱۴۰mm برابر ۶۵ mm تا ۸۰ mm باشد.

توصیه می‌شود ابزار برش استاندارد آزمون ضربه چارپی برای ایجاد شکاف V شکل، برای حصول اطمینان از اینکه شعاع راس، الزامات را برآورده می‌سازد، به‌طور منظم تیز شوند.

عمق شکاف، d، باید برای ایجاد نشتی حاصل از تحت فشار قرار گرفتن با آب تنظیم شود. «نشتی» بدین معناست که ترک بیش از ٪ ۱۰ خارج از راستای ماشین‌کاری شده، که روی سطح بیرونی اندازه‌گیری می‌شود، گسترش نیابد؛ یعنی بزرگتر از l_o × ۱٫۱ باشد. عمق شکاف باید دست‌کم ٪ ۶۰ ضخامت واقعی دیواره سیلندر، t، در محل شکاف باشد.



راهنما:

α زاویه برش °۴۵

۱ ضخامت باقیمانده[1]

D_c قطر خارجی ابزار برش

r_c مقطع شعاع راس ابزار برش

1- Ligament

شکل ۵- مقطع شکاف ساختگی

۹-۲-۴-۳ رویه اجرایی آزمون

آزمون باید به‌صورت متراکم‌سازی یکنواخت یا چرخه‌ای به‌طوری‌که در این زیربند تشریح شده، انجام گیرد:

الف- متراکم‌سازی یکنواخت

سیلندر باید به‌صورت هیدرواستاتیکی آنچنان‌که در زیربند ۴-۱۰ تشریح شده (آزمون ترکیدن هیدرولیکی) تحت فشار قرار گیرد تا زمانی‌که فشار از محل شکاف سیلندر آزاد شود؛

ب- متراکم‌سازی چرخه‌ای

این آزمون باید طبق آنچه که در زیربند ۹-۲-۳ تشریح شده با فشار چرخه‌ای بالایی که دو سوم فشار آزمون (۲/۳ p_h) سیلندر است و برای ضخامت واقعی در مقایسه با کمینه ضخامت محاسبه شده دیواره تنظیم می‌شود، انجام شود (یعنی t/a × ۲/۳ p_h).

۹-۲-۴-۴ معیار پذیرش برای آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار

درصورت انطباق با شرایط زیر، سیلندر باید در این آزمون مورد قبول واقع شود:

الف- برای سیلندرهایی که با متراکم‌سازی یکنواخت مورد آزمون قرار می‌گیرند:

۱- فشار بروز نشت، p_f، باید مساوی یا بزرگتر از دو سوم فشار آزمون سیلندر (۲/۳ p_h)، برای ضخامت واقعی در مقایسه با کمینه ضخامت محاسبه شده دیواره تنظیم شود و شکست باید به‌صورت «نشتی» ایجاد شود، یعنی p_f / (۲/۳ p_h) ≥ ۱٫۰ t/a؛

۲- درصورتی‌که این الزامات برآورده نشوند (یعنی شکست در زیر ۱٫۰ × p_h ۲/۳ t/a اتفاق بیافتد) اما شکست ایجاد شده به‌صورت نشتی باشد، آنگاه آزمون مجددی را می‌توان با یک شکاف سطحی‌تر انجام داد. درصورتی‌که شکست به‌صورت ترکیدن در فشار بزرگتر از ۱٫۰ × p_h ۲/۳ t/a رخ دهد، اما عمق شکاف سطحی باشد، یک آزمون جدید را می‌توان با شکاف عمیق‌تر انجام داد؛

۳- مجموع طول ترک اندازه‌گیری شده بر روی سطح بیرونی، ۱٫۱ برابر طول ماشین‌کاری شده اولیه، مجاز می‌باشد؛ یعنی مجموع طول ترک نباید بزرگتر از ۱٫۱ × l_o باشد.

ب- برای سیلندرهایی که با متراکم‌سازی چرخه‌ای مورد آزمون قرار می‌گیرند:

۱- رشد ترک حاصل از خستگی ورای طول شکاف ماشین‌کاری شده اولیه، مجاز می‌باشد. با وجود این شکست ایجاد شده باید به‌صورت «نشتی» باشد.

۹-۲-۵ آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار

۹-۲-۵-۱ شرایط آزمون

آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار باید مطابق با زیربند ۹-۲-۳ در p_h، انجام گیرد به استثناء اینکه بسامد چرخه نباید بیش از cycles/min ۵ باشد.

سیلندرها باید شامل یک شکاف ساختگی مطابق با زیربند ۹-۲-۵-۲ باشد.

۹-۲-۵-۲ جزئیات شکاف

به شکل ۵ مراجعه شود.

شکاف باید به‌صورت طولی، تقریباً در وسط طول قسمت استوانه‌ای سیلندر ماشین‌کاری شود. شکاف باید در قسمت کمینه ضخامت دیواره، t، بخش میانی، قرار گیرد.

طول شکاف، l_o، طول کل بریدگی است و باید برابر با معادله زیر باشد:

$$l_o = 1.6\sqrt{D\,a} \pm 1 \text{ mm}$$

ابزار برش برای ایجاد شکاف باید دارای ضخامت تقریباً ۱۲٫۵ mm با یک زاویه °۴۵ و شعاع راس، r_c، معادل ۰٫۲۵ ±۰٫۰۲۵ mm) باشد. قطر خارجی ابزار برش، D_c، برای سیلندرهایی با قطر، D، کوچکتر یا مساوی ۱۴۰ mm باید برابر با ۵۰ mm و برای سیلندرهایی با قطر، D، بزرگتر از ۱۴۰mm برابر ۶۵ mm تا ۸۰ mm باشد.

توصیه می‌شود ابزار برش استاندارد آزمون ضربه چارپی برای ایجاد شکاف V شکل، برای حصول اطمینان از اینکه شعاع راس، الزامات را برآورده می‌سازد، به‌طور منظم تیز شوند.

عمق شکاف، d، کمتر از ٪ ۱۰ ضخامت دیواره، t، باشد.

در هنگام اندازه‌گیری عمق شکاف واقعی، انحرافی حداکثر برابر با ۰٫۱ mm قابل پذیرش است (برای مثال در ضخامت واقعی دیواره ۷٫۰ mm، عمق شکاف در هیچ حالتی نباید کمتر از ۰٫۶ mm باشد).

۹-۲-۵-۳ معیار پذیرش برای آزمون چرخه‌ای سیلندر شکاف‌دار

درصورتی‌که تعداد چرخه‌های بدون شکست به‌دست آمده بیش از ۳۵۰۰ چرخه به‌عنوان میانگین دو سیلندر آزمون شده با کمینه مطلق ۳۰۰۰ چرخه‌ای باشد، سیلندر باید در این آزمون پذیرفته شود.

گزارش آزمون باید شامل جزئیات واقعی از آزمون، به‌علاوه جزئیات طراحی سیلندر به شرح زیر باشد:

الف- محدوده فشار؛

ب- نرخ چرخه؛

پ- محدوده درجه حرارت؛

ت- طول واقعی شکاف؛

ث- ضخامت واقعی دیواره؛

ج- عمق واقعی شکاف؛

چ- تعداد چرخه‌های بدون شکست به دست آمده.

درصورتی‌که آزمون تا زمان شکست ادامه یابد، نوع شکست باید گزارش شود (یعنی نشتی یا ترکیدن).

درصورتی‌که سیلندرها کمینه ۱۲۰۰۰ چرخه را بدون شکست پشت سر گذارند، آنگاه نیازی به انجام آزمون چرخه‌ای فشار بدون شکاف طبق آنچه که در مورد ب از زیربند ۹-۲-۱ الزام شده و در زیربند ۹-۲-۳ تعیین شده، نمی‌باشد.

۹-۲-۶ بررسی انتهای سیلندر

یک برش طولی (نصف‌النهاری) از انتهای سیلندر تهیه و یکی از سطوح برش‌خورده پرداخت‌کاری شده و با بزرگنمایی بین ۵ تا ۱۰ برابر مورد بررسی قرار گیرد.

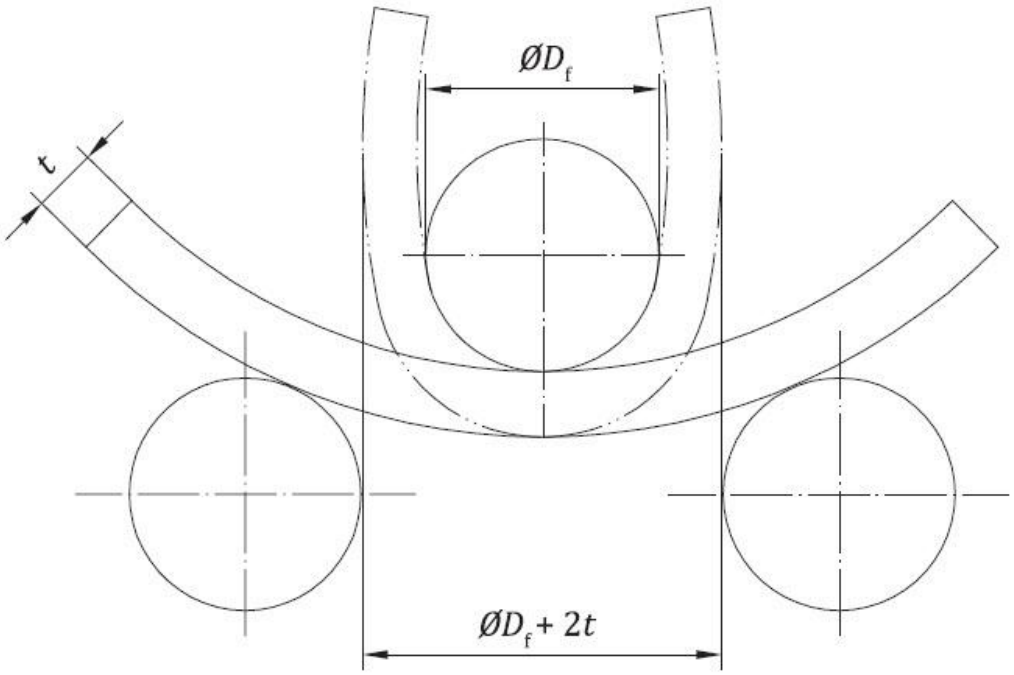
درصورت تشخیص وجود ترک، سیلندر باید معیوب تلقی شود. همچنین درصورتی‌که ابعاد هرگونه تخلخل یا ناخالصی موجود به مقادیری برسد که تهدیدی برای ایمنی سیلندر باشد، باید عیب تلقی شود.

برای سیلندرهای تولید شده از لوله، برای تصدیق وجود پرکردن با فلز در مقطع انتهای سیلندر باید بعد از بررسی چشمی اولیه سطح پرداخت شده، این مقطع اچ شود. سیلندرهایی که انتهای آن‌ها با فلز پر می‌شود نباید تأیید شوند.

در هیچ موردی مقدار ضخامت سالم (یعنی ضخامت بدون وجود نواقص) در مرکز انتهای سیلندر نباید کمتر از کمینه ضخامت تعیین شده برای آن باشد (به زیربند ۷-۴-۱ مراجعه شود).

۹-۲-۷ آزمون خمش و آزمون تخت‌کاری

۹-۲-۷-۱ آزمون خمش



شکل ۶- تصویر آزمون خمش

۹-۲-۷-۱-۱ آزمون خمش باید بر روی دو قطعه آزمون که توسط برش یک یا دو حلقه به پهنای ۲۵ mm یا $4t$ (هر کدام بزرگتر است) که در قسمت‌های مساوی به‌دست آمده‌اند، انجام شود (به شکل ۷ مراجعه شود). هر قطعه آزمون باید به‌منظور انجام صحیح آزمون دارای طول کافی مجاز برای آزمون خمش باشد. فقط لبه‌های هر نوار می‌تواند ماشین‌کاری شود.

۹-۲-۷-۱-۲ در آزمون خمش درصورتی‌که فاصله دو سطح داخلی قطعه آزمون خم شده در دو طرف سمبه، بیشتر از قطر سمبه نباشد، نباید هیچ‌گونه اثری از ترک بر روی نمونه آزمون مشاهده شود (به شکل ۶ مراجعه شود).

۹-۲-۷-۱-۳ قطر سمبه، D_f، نباید بیشتر از هشت برابر ضخامت واقعی قطعه آزمون، t، باشد.

۹-۲-۷-۲ آزمون تخت‌کاری

۹-۲-۷-۲-۱ آزمون تخت‌کاری باید روی یک سیلندر انتخاب شده بعد از عملیات حرارتی انجام شود.

۹-۲-۷-۲-۲ سیلندر مورد آزمون باید بین تیغه‌های گوه‌ای شکل با زاویه ° ۶۰ و لبه‌های گرد شده آن با شعاع اسمی ۱۳ mm، تخت شود. طول گوه‌ها نباید کمتر از عرض سیلندر تخت شده باشد. محور طولی سیلندر باید در یک زاویه تقریباً ° ۹۰ نسبت به لبه‌های تیغه باشد.

۹-۲-۷-۲-۳ سیلندر مورد آزمون باید بین تیغه‌های گوه‌ای شکل تا فاصله t_m ۱۰، جائیکه t_m میانگین ضخامت‌های دیواره سیلندر در موقعیت آزمون است، تخت‌کاری شود. سیلندر آزمون باید تا جائیکه فاصله

بین لبه‌های تیغه t_m ۱۰ باشد، تخت‌کاری شود، که در آن t_m میانگین ضخامت دیواره سیلندرها در محل آزمون است. سیلندرتخت‌کاری شده باید از نظر چشمی بدون ترک باقی بماند.

۹-۲-۷-۳ آزمون تخت‌کاری حلقه

آزمون تخت‌کاری حلقه باید روی حلقه‌ای به پهنای ۲۵ mm یا $4t$ (هرکدام بیشتر است) از بدنه سیلندر انجام شود (به شکل ۷ مراجعه شود). فقط لبه‌های حلقه را می‌توان ماشین‌کاری نمود. حلقه باید بین فک‌ها تا فاصله ۱۰ برابر میانگین ضخامت حلقه آزمون تخت شود. حلقه تخت‌کاری شده باید از نظر چشمی بدون ترک باقی بماند.

۹-۲-۸ آزمون گشتاور فقط برای رزوه‌های مخروطی

۹-۲-۸-۱ رویه اجرایی

بدنه سیلندر باید به‌گونه‌ای نگه داشته شود که از چرخش آن حین انجام آزمون جلوگیری شود. سیلندر باید توسط یک شیر یا درپوش تا ۱٫۵ برابر بیشینه گشتاور مشخص شده در استاندارد ISO 13341 با توجه به جنس ماده به کار رفته، یا جائیکه استاندارد ISO 13341 رزوه مربوطه را پوشش نمی‌دهد، مطابق با توصیه-های تولیدکننده، محکم شود. درصورتی‌که حلقه گلویی بخشی از طراحی سیلندر در نظر گرفته می‌شود، باید در طول آزمون گشتاور به سیلندر متصل باشد.

مواردی‌که در این آزمون باید پایش و ثبت شوند عبارتند از:

الف- جنس شیر یا درپوش؛

ب- رویه اجرایی بستن شیر؛

پ- گشتاور اعمال شده؛

ت- قطر رزوه مخروطی داخلی در انتهای فوقانی.

۹-۲-۸-۲ معیار پذیرش

گلویی و رزوه‌های سیلندر باید در محدوده رواداری سنجه باقی بمانند.

۹-۲-۹ محاسبه تنش برشی برای رزوه‌های موازی

۹-۲-۹-۱ رویه اجرایی

قطر بزرگتر رزوه‌ها دارای یک اتصال نشت‌بند بوده و دارای مقاومت برشی محاسبه شده دست‌کم ۱۰ برابر تنش برشی در فشار آزمون سیلندر باشد.

یادآوری- نمونه‌ای از محاسبه تنش برشی در پیوست ج که بر مبنای استاندارد US–FED–STD –H28/2 تهیه شده، ارائه می‌شود.

مواردی‌که باید ثبت شوند عبارتند از:

الف- نوع رزوه؛

ب- سطح تنش برشی محاسبه شده.

۹-۲-۹-۲ معیار پذیرش

مقاومت برشی محاسبه شده باید دست‌کم ۱۰ برابر تنش برشی در فشار آزمون باشد.

۹-۳ گواهینامه تأیید نوع

درصورتی‌که نتایج بررسی‌ها و آزمون‌ها مطابق با زیربند ۹-۲ رضایت‌بخش باشد، بازرس باید یک گواهینامه تایید نوع صادر نماید. یک نمونه از این گواهینامه‌ها در پیوست پ آورده شده است. سایر قالب‌های گواهینامه، با دست‌کم محتوای مشابه نیز، قابل قبول هستند.

۱۰ آزمون‌های بهر تولید

۱۰-۱ الزامات کلی

۱۰-۱-۱ کلیه آزمون‌های مربوط به بررسی کیفیت مواد سیلندر گاز باید بر روی مواد سیلندرهای تکمیل شده انجام شود. هر سری ذوب فولاد باید به‌وسیله یک مجموعه از نتایج آزمون بهر نمایش داده شود (به زیربند ۳-۱ مراجعه شود).

در آزمون بهر تولید، تولیدکننده باید مدارک زیر را برای بازرس فراهم نماید:

الف- گواهینامه تایید نوع؛

ب- گواهینامه‌های آنالیز ذوب فولاد به‌کار رفته در تولید سیلندرها؛

پ- مدرکی مبنی بر انجام صحیح عملیات حرارتی؛

ت- گواهی‌های نشان‌دهنده نتایج آزمایش فراصوتی؛

ث- فهرستی از سیلندرها که بیان‌کننده شماره سریال و نشانه‌گذاری‌ها مطابق با الزامات مربوطه باشد؛

ج- مدرکی دال بر اینکه رزوه‌ها مطابق با الزامات سنجه‌گذاری بررسی شده‌اند. سنجه‌های مورد استفاده باید مشخص شود (به‌طور مثال استاندارد ISO 11363-2).

۱۰-۱-۲ در طی آزمون بهر تولید بازرس باید عهده‌دار موارد ذیل باشد:

الف- اطمینان حاصل شود که گواهینامه تایید نوع موجود بوده و سیلندرها با آن مطابقت دارند؛

ب- بررسی نماید که الزامات ارائه شده در بندهای ۵، ۶ و ۷ برآورده شده و به‌ویژه از طریق بررسی‌های چشمی داخلی و خارجی از ساخت رضایت‌بخش سیلندر اطمینان حاصل نماید. بازرس باید تصدیق

نماید الزامات زیربندهای ۷-۷، ۷-۸ و ۸-۲ تا ۸-۹ توسط تولیدکننده برآورده شده است. دست‌کم ٪ ۱۰ سیلندرهای ارائه شده باید به روش چشمی بررسی شوند. با این وجود اگر یک نقص غیرقابل قبول مشاهده شد (به پیوست الف مراجعه شود)، باید ٪ ۱۰۰ سیلندرها (تمام بهر تولید) تحت بازرسی چشمی قرار گیرند؛

پ- سیلندرهای لازم برای آزمون مخرب را در بهر تولید انتخاب نموده و آزمون‌های تعیین شده در زیربندهای۱۰-۱-۲ مورد خ (آزمون‌های ترکیدن هیدرولیکی) و ۱۰-۱-۲ مورد د (آزمون‌های مکانیکی) را انجام دهد. اگر آزمون‌های جایگزین مجاز باشند، خریدار و تولیدکننده باید در زمینه انجام چنین آزمون‌هایی به توافق برسند؛

ت- وقتی مقادیر به‌دست آمده از آزمون ضربه با مقادیر B از جدول ۳ مطابقت نداشته باشند، آزمون تعیین شده در زیربند ۹-۲-۴ (آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار) را روی یک سیلندر نظارت نماید (به زیربند ۱۰-۴-۲ مراجعه شود)؛

ث- وقتی مقادیر آزمون ضربه چارپی کمتر از ٪ ۸۰ مقادیر آزمون ضربه چارپی مورد تایید باشد (یعنی مقادیری که حین تایید نوع به‌دست آیند)، و مقادیر تایید شده آزمون ضربه چارپی بزرگتر از مقادیر B از جدول ۳ باشند (به زیربند ۱۰-۴-۲ مراجعه شود)، در این صورت آزمون تأیید شده در زیربند ۹-۲-۴ (آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار) را روی دو سیلندر نظارت نماید. درصورتی‌که آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار رضایت‌بخش باشد، مقادیر جدید باید مرجع مورد تایید برای آزمون ضربه چارپی باشند. مرجع آزمون ضربه چارپی در انجام آزمون‌های بهر تولید باید در اختیار بازرس قرار گیرد؛

ج- برای سیلندرهایی با کمینه ضخامت دیواره تضمین شده کمتر از mm ۳ که نیاز به انجام آزمون ضربه نیست، آزمون تعیین شده در زیربند ۹-۲-۴ (آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار) را نظارت نماید. این آزمون باید روی یک سیلندر در هر سری ذوب یا درصورتی‌که ذوب بیش از ۱۰۰۰ سیلندر باشد، روی یک سیلندر در هر ۱۰۰۰ سیلندر یا قسمت وابسته به آن، انجام شود؛

چ- بررسی نماید که آیا اطلاعات تهیه شده توسط تولیدکننده، اشاره شده در زیربند ۱۰-۱-۱ صحیح می‌باشند، این بررسی‌ها باید تصادفی انجام شود؛

ح- نتایج آزمون سختی‌سنجی را مطابق با آنچه در زیربند ۱۱-۳ تعیین شده ارزیابی کند.

یادآوری- باید دقت لازم برای انتخاب سیلندرهای نشان‌دهنده مقادیر پایینی و بالایی محدوده سختی در بهر تولید می‌باشند، اعمال شود.

همچنین آزمون‌های زیر باید روی هر بهر تولید انجام شود:

خ- روی یک سیلندر، یک آزمون ترکیدن هیدرولیکی (به زیربند ۱۰-۴ مراجعه شود)؛

د- روی یک سیلندر دیگر:

۱- یک آزمون کشش در جهت طولی (به زیربند ۱۰-۲ مراجعه شود)؛

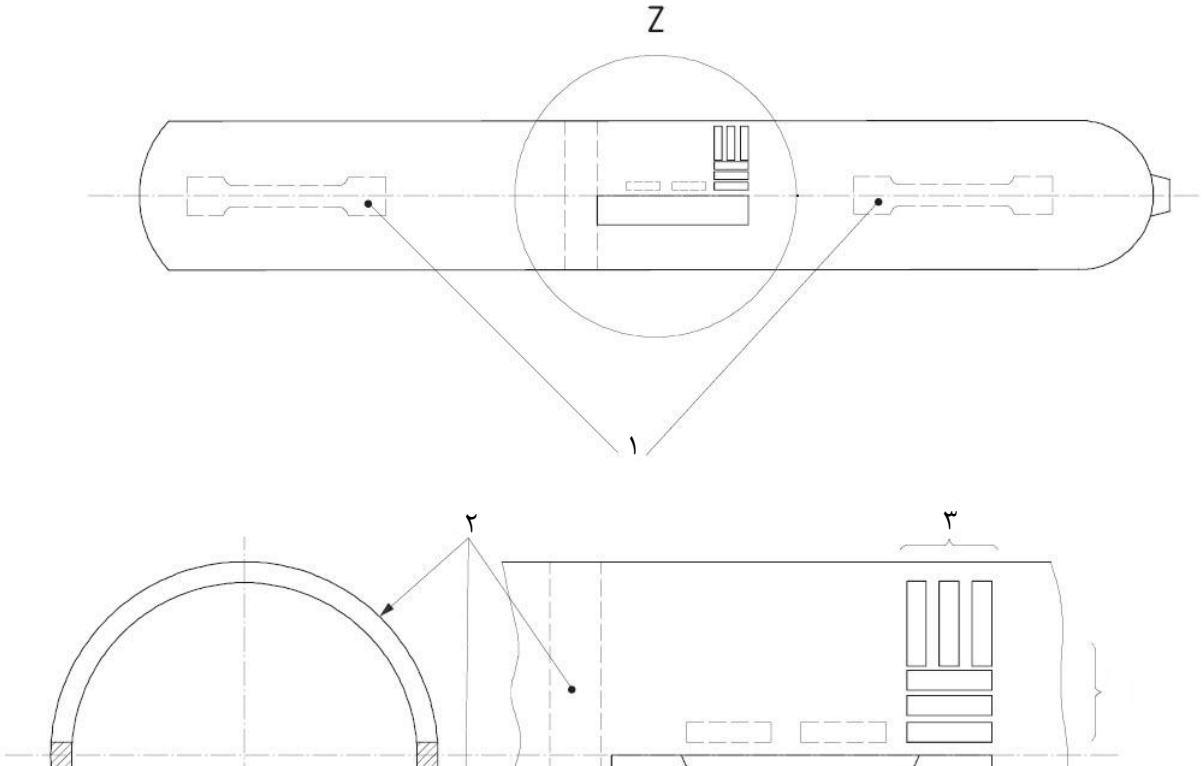
۲- سه آزمون ضربه در جهت عرضی یا طولی مطابق با الزامات زیربند ۱۰-۳، درصورتی‌که کمینه ضخامت تضمین شده دیواره سیلندر اجازه دهد، قطعه آزمون تا دست‌کم ۳ mm می‌تواند ماشین‌کاری شود؛

۳- برای سیلندرهای ساخته شده به‌صورت شمش ریخته‌گری (شمشال) با ذوب پیوسته، کنترل انتهای سیلندر طبق زیربند ۹-۲-۶ انجام شود.

یادآوری- به‌منظور مشاهده محل قطعات آزمون بر روی سیلندر، به شکل ۷ مراجعه شود.

ذ- درصورت نیاز، بر روی سیلندرهای دیگر:

۱- یک یا دو آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار، بسته به مقادیر ضربه چارپی به‌دست آمده در آزمون بهر تولید انجام شود.



۳

۴

راهنما:

۱ آزمون‌های ارتباط استحکام کششی / سختی (فقط برای آزمون‌های نوعی)

۲ قطعات آزمون خمش یا تخت‌کاری حلقه (فقط برای آزمون‌های نوعی)

۳ قطعات آزمون ضربه طولی و عرضی (موقعیت‌های دیگر به‌صورت خط‌چین نشان داده شده)

۴ قطعه آزمون کشش

یادآوری- خط‌چین‌ها نشان می‌دهند که این آزمون‌ها برای هر بهر تولید لازم نیستند و فقط برای آزمون‌های نوعی می‌باشند.

شکل ۷- موقعیت نمونه قطعات آزمون

۱۰-۲ آزمون کشش

۱۰-۲-۱ آزمون کشش باید بر روی مواد انتخاب شده از قسمت استوانه‌ای سیلندر مطابق با یکی از رویه‌های اجرایی زیر انجام شود:

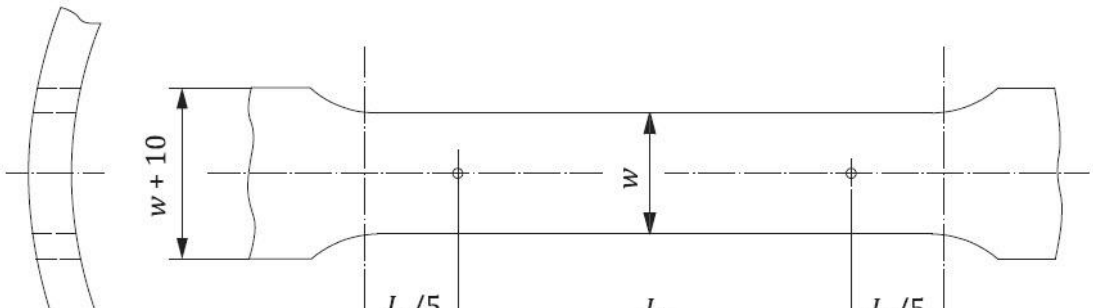
الف- آزمونه‌های مستطیل شکل باید مطابق با شکل ۸ و با طول مبنا $L_o = 5.65\sqrt{S_o}$ آماده‌سازی شوند. دو طرف قطعه آزمون که نشان‌دهنده سطوح داخل و خارج سیلندر می‌باشد، نباید ماشین‌کاری شوند. ازدیاد طول اندازه‌گیری شده بعد از شکست، A، نباید کمتر از ٪ ۱۲ باشد؛

ب- آزمونه‌های گرد ماشین‌کاری شده باید با بیشینه قطر ممکن آماده شوند، ازدیاد طول اندازه‌گیری شده، A، روی طول مبنا که پنج برابر قطر آزمونه است، نباید کمتر از ٪ ۱۴ باشد.

توصیه می‌شود درمواردی‌که ضخامت دیواره کمتر از ۳ mm می‌باشد از آزمونه‌های گرد ماشین‌کاری شده استفاده نشود.

۱۰-۲-۲ آزمون کشش باید مطابق با استاندارد ISO 6892-1 انجام شود.

یادآوری- به روش اندازه‌گیری ازدیاد طول تشریح شده در استاندارد ISO 6892-1 باید توجه شود به‌ویژه درمواردی‌که قطعه آزمون کشش باریک شده و درنتیجه نقطه شکست دورتر از وسط طول مبنا ایجاد می‌شود.

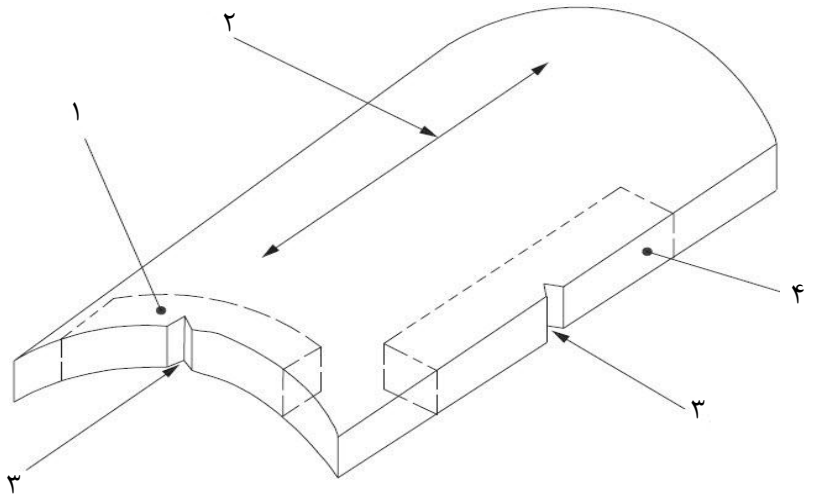


شکل ۸- قطعه آزمون کشش

۱۰-۳ آزمون ضربه

۱۰-۳-۱ به‌غیر از الزاماتی که در این زیربند ارائه شده است، آزمون ضربه باید مطابق با استاندارد ISO 148-1 انجام شود.

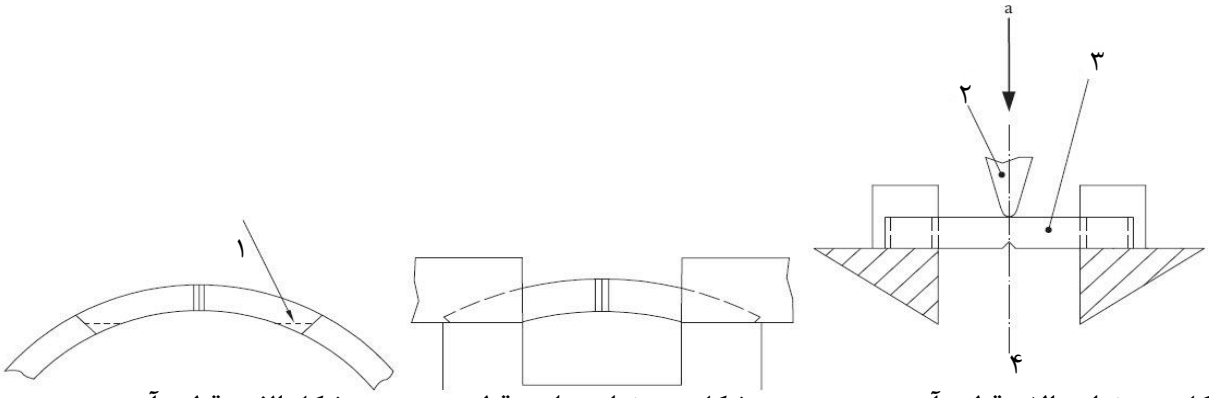
قطعات آزمون ضربه باید در جهتی که در جدول ۳ تعیین شده از دیواره سیلندر تهیه شود. شکاف باید عمود بر صفحه دیواره سیلندر باشد (به شکل ۹ مراجعه شود). برای آزمون‌های طولی، قطعه آزمون باید به‌طور سرتاسری ماشین‌کاری شود (روی هر شش سطح). درصورتی‌که ضخامت دیواره سیلندر آنقدر کم باشد که نتوان یک قطعه آزمون نهایی با پهنای ۱۰ mm تهیه نمود، پهنای نمونه آزمون باید تا حدامکان نزدیک به ضخامت اسمی دیواره سیلندر باشد. قطعات آزمونی که در جهت عرضی انتخاب می‌شوند باید فقط از چهار طرف ماشین‌کاری شوند، سطح بیرونی دیواره سیلندر بدون ماشین‌کاری و سطح داخلی به‌صورت اختیاری به‌نحوی‌که در شکل ۱۰ نشان داده شده ماشین‌کاری شود.



راهنما:

۱ قطعه آزمون عرضی
۲ محور طولی سیلندر
۳ شیار V عمود بر دیواره در آزمون چارپی
۴ قطعه آزمون طولی

شکل ۹- نمایش قطعات آزمون ضربه طولی و عرضی



شکل الف– قطعه آزمون تهیه شده از دیوار سیلندر

شکل ب– نمای جلوی قطعه آزمون در دستگاه ضربه

شکل پ– نمای بالای قطعه آزمون در دستگاه ضربه

راهنما:

۱ قسمت ماشین‌کاری اختیاری
۲ چکش
۳ قطعه آزمون
۴ مرکز ضربه
a جهت چکش

شکل ۱۰– نمایش آزمون ضربه عرضی

۱۰-۳-۲ کمینه مقادیر پذیرش در جدول ۳ بیان شده است.

جدول ۳- مقادیر پذیرش آزمون ضربه

قطر سیلندر، D، برحسب mm	> ۱۴۰				≤ ۱۴۰
جهت آزمون	عرضی				طولی
کمینه ضخامت تضمین شده دیواره، a'، برحسب mm	[e]۵-۳	>۷-۵٫۵	>۷٫۱۰-۵	>[d]۱۰	۶-۳
درجه حرارت آزمون برحسب °C [a]	-۵۰				-۵۰
استحکام ضربه [c] J/cm² [b] A	سه میانگین ۳۰	۳۵	۴۰		۶۰

قطعه آزمون[b] [b]B	۴۰	۵۰	۶۰	۶۰

[a] برای کاربردهای دما پایین‌تر، آزمون باید در پایین‌ترین دمای تعیین شده انجام شود.

[b] هیچ‌یک از مقادیر به‌دست آمده نباید از ٪ ۷۰ مقدار میانگین کمتر باشد.

مقدار A: کمینه میزان مطلق قابل پذیرش (میانگین سه قطعه آزمون)

مقدار B: آزمون ترکیدن سیلندر شکاف‌دار به‌عنوان یک آزمون بهر تولید روی مقادیر میانگین استحکام ضربه جدول فوق، الزامی نیست (به زیربند ۲-۱-۱۰ مراجعه شود).

[c] میزان ضربه (J/cm^2) به‌وسیله تقسیم انرژی ضربه (J) بر سطح مقطع واقعی زیر شکاف (cm^2) آزمونه ضربه چارپی محاسبه می‌شود.

[d] آزمونه‌ها از سطح داخلی گرفته شده و از شش سطح ماشین‌کاری می‌شوند.

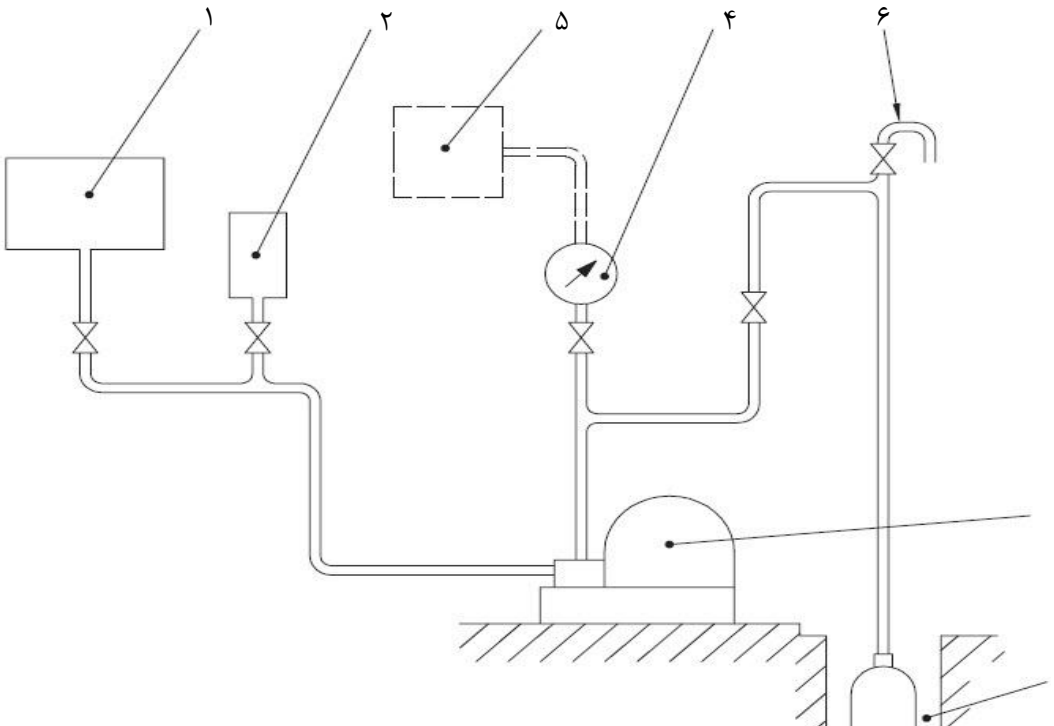
[e] برای آزمونه‌های عرضی جداره نازک با ضخامت دیواره کمتر از ۳٫۵ mm، تخت‌کاری مکانیکی قطعه آزمون مجاز است.

۱۰-۴ آزمون ترکیدن هیدرولیکی سیلندر

۱۰-۴-۱ تجهیزات آزمون

تجهیزات آزمون باید توانایی عملکرد مطابق با شرایط آزمون تعیین شده در زیربند ۱۰-۴-۲ را داشته و بتواند اطلاعات دقیق مورد درخواست در زیربند ۱۰-۴-۳ را ارائه نماید.

یک نمونه از تجهیزات آزمون ترکیدن هیدرولیکی سیلندر در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



راهنما:

۱ مخزن ذخیره سیال آزمون
۲ مخزن اندازه‌گیری سیال آزمون (ممکن است مخزن ذخیره سیال آزمون به‌عنوان مخزن اندازه‌گیری سیال آزمون به‌کار برده شود)
۳ پمپ
۴ سنجه فشار
۵ ثبت‌کننده منحنی فشار / زمان
۶ شیر هواگیری یا تهویه
۷ چاله آزمون
۸ سیلندر

شکل ۱۱- نمونه‌ای از تجهیزات آزمون ترکیدن هیدرولیکی سیلندر

۱۰-۴-۲ شرایط آزمون

ازآنجایی‌که سیلندر و تجهیزات آزمون توسط آب پر می‌شوند باید از طریق به کارگیری پمپ و خروج آب از شیر هواگیری، اطمینان حاصل نمود که هیچ هوایی در مدار دستگاه آزمون محبوس نشده است. در طی آزمون، عمل افزایش فشار باید در دو مرحله پی‌درپی به شرح ذیل انجام گیرد:

الف- در مرحله اول، فشار باید با آهنگی که بیشتر از ۵ bar/s نیست تا فشار متناظر با آغاز تغییر شکل پلاستیک سیلندر افزایش داده شود؛

ب- در مرحله دوم، آهنگ سیال خروجی پمپ باید حدامکان تا زمان ترکیدن سیلندر ثابت باقی بماند.

۱۰-۴-۳ تفسیر نتایج آزمون

۱۰-۴-۳-۱ تفسیر نتایج آزمون ترکیدن باید موارد زیر را در برگیرد:

الف- بررسی منحنی «فشار- زمان» یا منحنی «فشار – حجم آب مورد استفاده» برای تعیین فشار آغاز تغییر شکل پلاستیکی سیلندر به همراه فشار ترکیدن آن؛

ب- بررسی گسیختگی ناشی از ترکیدن و شکل لبه‌های آن.

۱۰-۴-۳-۲ نتایج آزمون ترکیدن درصورتی رضایت‌بخش محسوب می‌شود که الزامات زیر برقرار باشد:

الف- فشار تسلیم مشاهده شده، p_y، باید بزرگتر یا مساوی با، حاصل‌ضرب فشار آزمون در F / ۱ باشد، یعنی فرمول (۵):

$$P_y \geq \frac{1}{F} \times P_h \qquad (۵)$$

ب- فشار ترکیدن واقعی، p_b، باید بزرگتر یا مساوی با ۱٫۶ برابر فشار آزمون باشد، یعنی: $p_b \geq ۱٫۶ p_h$.

۱۰-۴-۳-۳ سیلندر باید در وضعیت یکپارچه باقی مانده و نباید تکه‌تکه شود.

۱۰-۴-۳-۴ گسیختگی اصلی باید در قسمت استوانه‌ای سیلندر ایجاد شده و نباید به‌صورت شکست ترد[1] باشد، یعنی لبه‌های گسیخته شده دیواره باید شیب‌دار باشد و همچنین نباید گسیختگی ناشی از وجود عیب مهم در فلز باشد و در هیچ حالتی نباید به گلویی سیلندر برسد. برای انتهای کاو شکست نباید بیشتر از قسمت استوانه‌ای به سمت انتهای سیلندر پیش برود و برای انتهای کوژ نباید به مرکز انتهای سیلندر برسد.

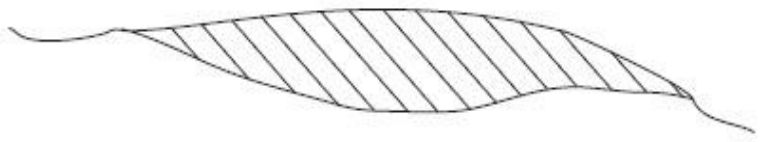
۱۰-۴-۳-۵ معیار پذیرش

گسیختگی درصورتی مورد پذیرش می‌باشد که با یکی از موارد زیر مطابقت داشته باشد:

الف- به‌صورت طولی و بدون انشعاب باشد (به شکل ۱۲ مراجعه شود)؛

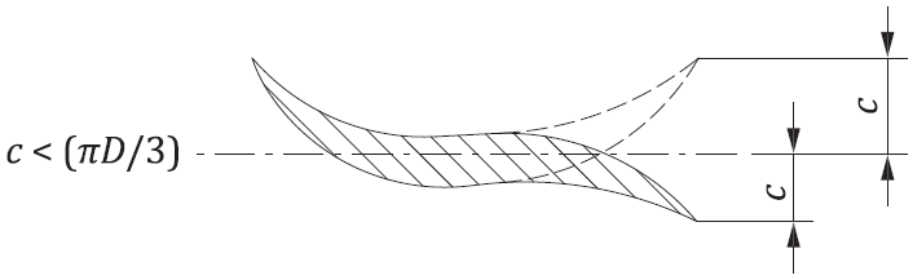
ب- به‌صورت طولی و با انشعاب فرعی در هر طرف انتها بوده، به‌شرطی‌که تحت هیچ شرایطی گسترش انشعابات فرعی بیش از یک سوم محیط سیلندر نباشد (به شکل ۱۳ مراجعه شود)؛

درصورتی‌که شکل گسیختگی مطابق شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نباشد، اما سایر آزمون‌های مواد و آزمون‌های مکانیکی رضایت‌بخش باشند؛ باید پیش از پذیرش یا رد بهر تولید، دلیل عدم انطباق بررسی و ریشه‌یابی شود.



شکل ۱۲- مقطع گسیختگی قابل قبول ناشی از آزمون ترکیدن– مقطع گسیختگی طولی بدون انشعاب

1- Brittle fracture



شکل ۱۳- مقطع گسیختگی قابل قبول ناشی از آزمون ترکیدن– مقطع گسیختگی طولی با انشعاب فرعی

۱۱ آزمون‌ها / آزمایش‌های روی هر سیلندر

۱۱-۱ کلیات

در حین تولید بازرسی‌های تعیین شده در زیربندهای ۸-۲ و ۸-۴ باید بر روی تمام سیلندرها انجام شود.

پس از عملیات حرارتی نهایی، تمام سیلندرها، به‌غیر از آن‌هایی که برای آزمون‌های بند ۱۰ انتخاب شده‌اند، باید تحت آزمون‌های زیر قرار گیرند:

الف- آزمون فشار تائید هیدرولیکی[1] مطابق با زیربند ۱۱-۲-۱ یا یک آزمون انبساط حجمی هیدرولیکی[2] مطابق با زیربند ۱۱-۲-۲. الزامات روش آزمون در زیربند ۱۱-۲ بیان شده است. راهنمای بیشتر برای این روش آزمون و کنترل تجهیزات (کالیبراسیون و نگهداری) در استاندارد ISO 18119 ارائه شده است. خریدار و تولیدکننده باید توافق کنند که کدام یک از گزینه‌های زیر باید انجام شود:

ب- آزمون سختی مطابق با زیربند ۱۱-۳؛

پ- آزمون نشتی مطابق با زیربند ۱۱-۴؛

ت- کنترل ظرفیت آبی[3] مطابق با زیربند ۱۱-۵.

۱۱-۲ آزمون هیدرولیک

۱۱-۲-۱ آزمون فشار تأیید

فشار آب داخل سیلندر باید تا رسیدن به فشار آزمون، p_h، با یک آهنگ کنترل شده افزایش یابد. رواداری فشار آزمون ٪ ۳+ / صفر یا bar ۱۰+ هر کدام که کمتر است.

سیلندر باید تحت فشار آزمون، p_h، برای مدت دست‌کم s ۳۰ باقی بماند تا عدم افت فشار و عدم نشتی محرز شود. در طول مدتی که سیلندر تحت فشار قرار دارد، باید قابل رویت بوده (از جمله انتهای سیلندر) و

1- Hydraulic proof pressure test
2- Hydraulic volumetric expansion test
3- Capacity check

خشک باقی بماند. بعد از آزمون، سیلندر باید هیچ‌گونه تغییر شکلی نشان نداده و اثری از رطوبت ناشی از نشتی، نداشته باشد.

۱۱-۲-۲ آزمون انبساط حجمی

فشار آب داخل سیلندر باید تا رسیدن به فشار آزمون، p_h، با یک آهنگ کنترل شده افزایش یابد. رواداری فشار آزمون ٪ ۳+ / صفر یا bar ۱۰+ هر کدام که کمتر است.

سیلندر باید تحت فشار آزمون، p_h، برای مدت دست‌کم s ۳۰ باقی مانده و انبساط حجمی کلی[1] اندازه‌گیری شود. سپس فشار آزاد شده و انبساط حجمی مجدداً اندازه‌گیری شود.

درصورتی‌که انبساط حجمی دائمی[2] سیلندر (یعنی انبساط حجمی بعد از آزاد شدن فشار) بیش از ٪ ۵ انبساط حجمی کلی اندازه‌گیری شده در فشار آزمون، p_h باشد، آن سیلندر باید مردود شود.

انبساط دائمی و کلی باید به همراه شماره سریال متناظر هر سیلندر آزمون شده ثبت شود به‌طوری‌که انبساط کشسان[3] (یعنی انبساط کلی با انبساط دائمی کمتر) برای هر سیلندر تحت فشار آزمون بتواند تعیین شود.

۱۱-۳ آزمون سختی‌سنجی

آزمون سختی مطابق با استانداردهای ISO 6506-1 (برینل)، ISO 6508-1 (راکول) یا سایر روش‌های معادل، باید توسط تولیدکننده برای انتهای هر سیلندر، بعد از آخرین عملیات حرارتی انجام شود و مقادیر ثبت گردند. اندازه‌های سختی که بدین طریق تعیین شده‌اند باید در محدوده تعیین شده در آزمون‌های نوعی باشد (به زیربند ۹-۲-۳ مراجعه شود).

سختی تیوب‌ها باید در چهار نقطه کاملاً روبروی هم، دست‌کم در سه مقطع دایره‌ای در کل طول هر تیوب در فواصل حداکثر m ۳، اندازه‌گیری و ثبت شود. نتایج در هر مقطع دایره‌ای شکل باید درمحدوده کمینه-بیشینه دامنه استحکام کششی تضمین شده توسط تولیدکننده باشد. برای شناسایی موقعیت نقاط سختی-سنجی شده این مقادیر می‌تواند بر روی یک نمودار رسم شود.

یادآوری ۱- روش‌هایی برای اندازه‌گیری فرورفتگی‌های سطحی حاصل از سختی‌سنجی، غیر از آنچه در استانداردهای ISO 6506-1 یا ISO 6508-1 آورده شده است، می‌تواند مورد توافق خریدار و تولیدکننده قرار گیرد؛ به‌شرطی‌که سطح درستی یکسانی را فراهم سازد.

یادآوری ۲- مقدار سختی در هر مکان می‌تواند میانگین بیشینه سه نتیجه آزمون باشد.

۱۱-۴ آزمون نشتی

1- Total volumetric expansion
2- Permanent volumetric expansion
3- Elastic expansion

فقط در مورد سیلندرهایی که انتهای آن‌ها از لوله ایجاد شده باشد، تولیدکننده باید از فنونی در تولید استفاده کند و آزمون‌هایی را انجام دهد تا رضایت بازرس را مبنی بر اینکه سیلندرها نشت نمی‌کنند، برآورده سازد.

موارد زیر نمونه‌هایی از رویه‌های آزمون نوع هستند:

الف- یک آزمون نشتی پنوماتیک، که در این آزمون انتهای سیلندر باید تمیز بوده و عاری از هرگونه رطوبت در سمت فشار آزمون باشد. سطح داخلی احاطه‌کننده قسمت بسته شده انتهای سیلندر باید تحت فشاری معادل با دست‌کم دو سوم فشار آزمون سیلندر برای کمینه min ۱ باشد، قطر این ناحیه نباید کمتر از mm ۲۰ قطر اطراف سیلندر و دست‌کم ٪ ۶ مساحت کل انتهای سیلندر باشد. سمت مخالف باید با آب یا سایر واسطهای مناسب پوشانده شده و با دقت از نظر نشتی بررسی شود.

ب- آزمون‌های جایگزین روی سیلندرهای تمام شده (برای مثال آزمون‌های نشتی هلیوم یا نشتی پنوماتیک)؛

سیلندرهایی که طبق هر دو رویه آزمون نشتی بالا، نشت کنند باید مردود شوند.

۱۱-۵ کنترل ظرفیت

تولیدکننده باید انطباق ظرفیت آبی سیلندر با اندازه‌های موجود در نقشه طراحی را به تایید برساند.

۱۲ گواهی کردن

به‌منظور انطباق سیلندرها از هر نظر با الزامات این استاندارد، هر بهر تولید باید همراه با یک گواهینامه که به امضا و تایید بازرس رسیده است، باشد. نمونه‌ای از یک گواهینامه تأیید تکمیل شده مناسب در پیوست ت ارائه شده است. سایر نمونه‌ها با دست‌کم محتوای یکسان نیز قابل قبول می‌باشد.

رونوشت‌هایی از گواهینامه باید توسط تولیدکننده منتشر شود. اصل گواهینامه باید توسط بازرس نگهداری شود و یک نسخه رونوشت نیز نزد تولیدکننده بایگانی شود.

یادآوری- با توجه به مقررات ملی، گواهینامه‌ها می‌توانند شامل الزامات اضافه‌تر یا مهم‌تری باشند.

۱۳ نشانه‌گذاری

هر سیلندر باید به‌طور دائمی روی شانه یا قسمت تقویت شده سیلندر یا روی طوقه دائمی نصب شده[1] یا روی حلقه گلویی مطابق با شرایط مندرج در استاندارد ISO 13769 نشانه‌گذاری شود. همچنین موارد زیر باید نشانه‌گذاری شوند:

1- Permanently fixed collar

الف- علامت استاندارد (درصورت اخذ پروانه کاربرد علامت استاندارد)؛

شیوه ردیابی علامت استاندارد باید بر اساس ضوابط اجرایی سازمان توسط تولیدکننده در نشانه-گذاری محصول درج گردد (به‌طور مثال عبارت «شماره پیامک اصالت پروانه استاندارد ۱۰۰۰۱۵۱۷»)؛

ب- نام واحد تولیدی و / یا نام تجاری؛

پ- علامت تجاری (درصورت وجود)؛

ت- شماره استاندارد طراحی؛

ث- علامت آزمون غیرمخرب؛

ج- فشار کاری؛

چ- حداقل ضخامت تضمین شده؛

ح- تاریخ تولید؛

خ- وزن خالی؛

د- ظرفیت آبی؛

ذ- شناسه رزوه؛

ر- شماره سریال.

یادآوری- با توجه به مقررات ملی، نشانه‌گذاری‌ها می‌توانند شامل الزامات اضافه‌تر یا مهم‌تری باشند.

پیوست الف

(الزامی)

تشریح و ارزیابی نواقص تولید در سیلندرهای گاز بدون درز

الف-۱ مرور کلی[1]

در حین تولید سیلندرهای گاز بدون درز، چندین نوع نواقص می‌تواند ایجاد شود.

1- Overview

چنین نواقصی می‌تواند ناشی از نواقص مواد، فرایند تولید، جابجایی و موارد دیگر در حین فرایند تولید باشد.

هدف از این پیوست شناسایی نواقص تولیدی که معمولاً بر روی سیلندرهای تکمیل شده یافت می‌شود و فراهم نمودن الزامات بازرسی چشمی در مرحله پذیرش محصول می‌باشد.

یادآوری۱- این پیوست مشخصات مشتری مانند زیبایی سیلندر، آماده‌سازی ویژه سطحی و مواردی از این قبیل را ارائه نمی-دهد.

یادآوری۲- روش(های) نمونه‌برداری سیلندر و تعداد نمونه‌برداری برای بازرسی، پس از اینکه سیلندرهای دارای نواقص، کشف شد، طبق زیربند ۱۰-۱-۲ تعیین می‌شود.

یادآوری۳- نواقص تولید را می‌توان در هر مرحله از فرایند تولید، شناسایی و ارزیابی نمود.

یادآوری۴- در سیلندرهای با قطر کوچک، این محدودیت‌های کلی می‌تواند قابل تنظیم باشد. همچنین در نظر گرفتن ظاهر سیلندر نقش مهمی در ارزیابی تورفتگی‌ها به‌ویژه در مورد سیلندرهای کوچک دارد.

یادآوری۵- توجه به شکل ظاهری و موقعیت مکانی (در قسمت‌های ضخیم‌تر با تنش‌های کمتر) را می‌توان در نظر گرفت.

الف-۲ کلیات

الف-۲-۱ بازرسی چشمی باید با نور مناسب روی محصولی که تمیز، خشک و به میزان کافی برای بازرسی تمام سطوح مناسب است، انجام شود. بازرسی چشمی باید توسط چشم انجام شود و برای بازرسی‌های داخلی می‌توان از یک نمایشگر[1]، آینه دندانپزشکی یا سایر وسایل مناسب، استفاده نمود. درصورت استفاده از درشت‌نمایی، ارزیابی نهایی نقص باید به‌گونه‌ای انجام شود که گویی از درشت‌نمایی استفاده نشده است.

در قسمت‌های ضخیم‌تر سیلندر، میزان مطلق قابل قبول اندازه نقص می‌تواند متناسب با ضخامت افزایش یابد مشروط بر اینکه اثر معکوسی بر کارایی ایمن یا یکپارچگی سیلندر نداشته باشد.

درصورت نیاز، شدت یک نقص شناسایی شده، می‌تواند با استفاده از وسایل یا روش‌های دیگر، ارزیابی بیشتری شود.

درصورتی‌که سطوح سیلندر تمیز نباشد، باید قبل از ارائه به بازرسی، دوباره تمیز شود.

الف-۲-۲ حسب مورد، نواقص کوچک که در جدول الف-۱ مجاز شناخته شده است، می‌تواند به‌وسیله ترمیم موضعی، سنگ‌زنی، ماشین‌کاری یا سایر روش‌های مناسب، برداشته شود. برای اجتناب از ایجاد عیوب یا نواقص جدید، باید دقت زیادی انجام شود.

پس از چنین تعمیری، باید سیلندر دوباره بررسی شده و درصورتی‌که ضخامت دیواره، کاهش یافته باشد باید مجدداً کنترل شده و دست‌کم از ضخامت تضمین شده دیواره، کمتر نباشد.

1- Scope

الف-۳ نواقص حین تولید و رویه ارزیابی آن‌ها

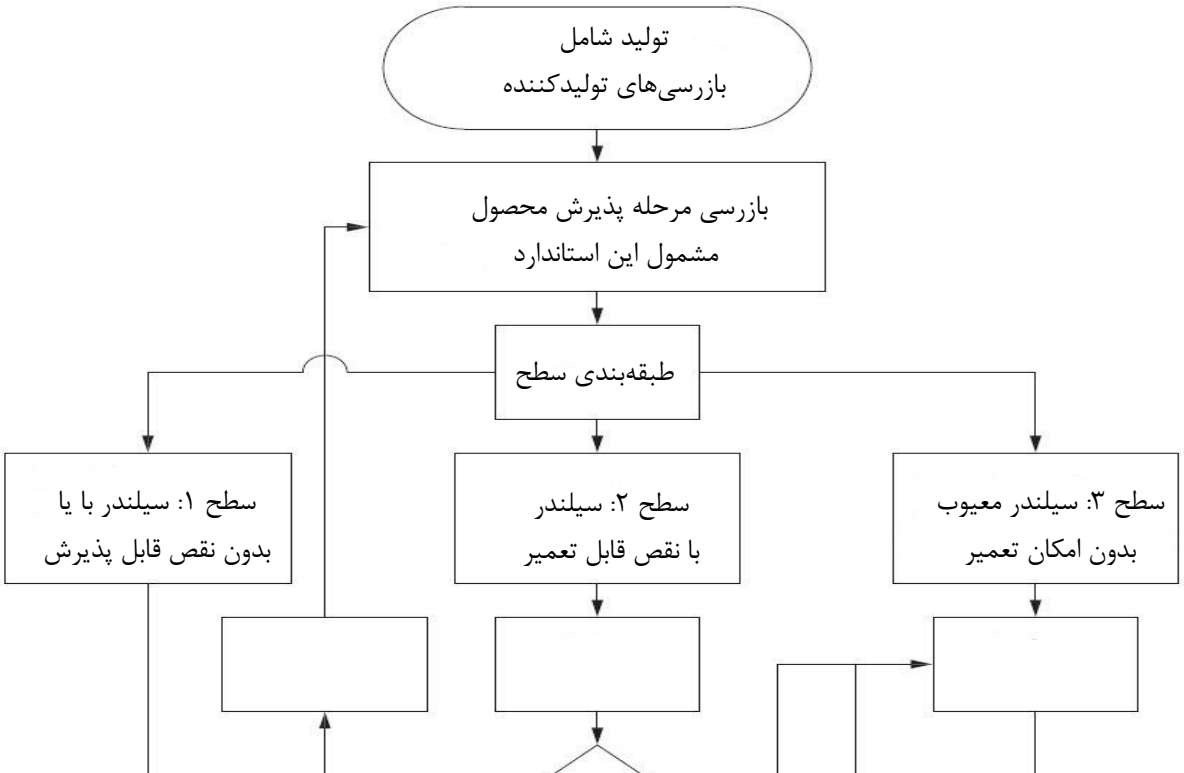
رایج‌ترین نواقص حین تولید شناسایی شده مرتبط با ایمنی و کارایی و شرح آن‌ها در جدول الف-۱ فهرست شده است.

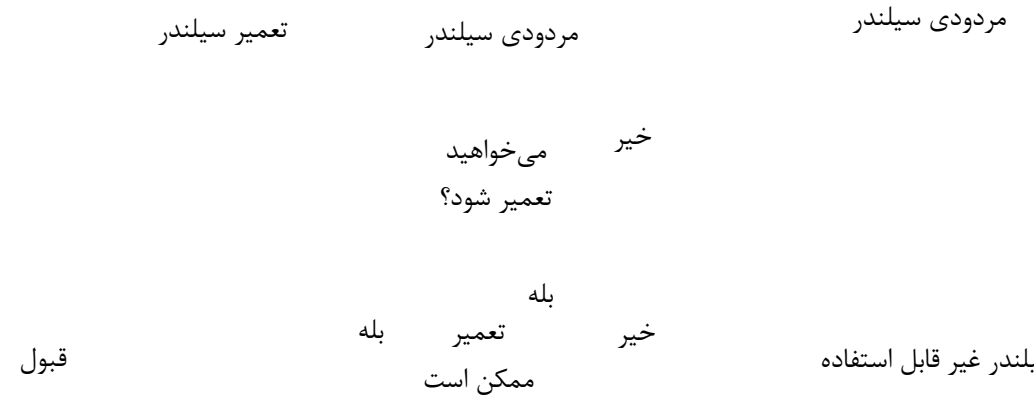
علاوه‌براین، نواقص حین تولید و شرح آن‌ها برای مواردی‌که مرتبط با ایمنی یا کارایی نیست (ظاهری)، در جدول الف-۲ فهرست شده است.

محدوده‌های تعمیر یا مردودی سیلندرهای تولید شده مطابق با این استاندارد در جدول الف-۱ آورده شده است.

شرایط پذیرش یا مردودی سیلندرهای گاز، در سه سطح مطابق با بند الف-۴، طبقه‌بندی شده‌اند.

فرایندی که باید در بازرسی چشمی نهایی دنبال شود در شکل الف-۱ آورده شده است.





شکل الف-۱- روندنمایی برای بازرسی چشمی نهایی سیلندرهای گاز در زمان پذیرش محصول

الف-۴ شرایط پذیرش و مردودی سیلندر

سطوح نواقص، در زیر طبقه‌بندی شده و بسته به شدت نواقص و با توجه به وضع سیلندر، دستورالعمل‌هایی تهیه شده است:

نقص سطح ۱

شرط انطباق یک سیلندر که اثر معکوسی بر کارایی ایمن یا یکپارچگی آن ندارد. سیلندرهای با نواقص سطح ۱، قابل قبول بوده و نیازی به تعمیر ندارند.

نقص سطح ۲

شرط عدم انطباق یک سیلندر با مواردی شدیدتر از نواقص سطح ۱ می‌باشد. سیلندرهای با نواقص سطح ۲، باید مردود شوند. اگر تصمیم گرفته شود که یک سیلندر مردود با نواقص سطح ۲، تعمیر شود باید مطابق با زیربند الف-۲-۲ تعمیر شده و مجدداً بازرسی شود. در غیر این‌صورت، با این سیلندر، باید مشابه سیلندری با نواقص سطح ۳، رفتار شود.

نقص سطح ۳

شرط عدم انطباق یک سیلندر با مواردی شدیدتر از عیوب سطح ۲ می‌باشد. سیلندرهایی با نواقص سطح ۳ باید مردود شوند. سیلندرهای مردودی با نواقص سطح ۳، نباید تعمیر شده و باید غیر قابل استفاده شوند.

توصیه می‌شود سیلندرهای ارائه شده به بازرس در زمان پذیرش محصول، توسط تولیدکننده قابل قبول و عاری از نواقص سطح ۲ و ۳ باشد.

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز

ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۱	برآمدگی	تورم قابل رویت دیواره سیلندر (به شکل الف- ۲ مراجعه شود)			کلیه سیلندرهایی که این نوع نقص را دارا می‌باشند	دلیل چنین عیبی باید بررسی شود
۲	تورفتگی (صاف یا بدون بریدگی)	فرورفتگی قابل رویت در دیواره به‌طوری‌که نه در فلز نفوذ کرده باشد و نه باعث کندگی فلز شود با عمق بیشتر از ٪ ۰٫۵ قطر خارجی سیلندر (به شکل الف-۳ مراجعه شود) (به قسمت سنگ‌کاری یا ماشین‌کاری بیش از حد مراجعه شود)	هنگامی‌که عمق تورفتگی از ٪ ۱ قطر خارجی سیلندر کمتر بوده و هنگامی‌که قطر[1] تورفتگی از ۳۰ برابر عمق آن، بیشتر باشد		هنگامی‌که عمق تورفتگی از ٪ ۱ قطر خارجی سیلندر بیشتر بوده یا هنگامی‌که قطر[1] تورفتگی از ۳۰ برابر عمق آن، کمتر باشد	در تمام موارد، ضخامت دیواره باید در ناحیه نقص بررسی شده و نباید از مقدار کمینه ضخامت تضمین شده دیواره، کمتر باشد
۳	تورفتگی شامل بریدگی یا خراش	فرورفتگی در دیواره (به مورد شماره ۲ مراجعه شود) که دارای بریدگی یا خراش باشد (به مورد شماره ۴ مراجعه شود) (به شکل الف-۴ مراجعه شود)			کلیه سیلندرهایی که این نوع نواقص را دارا می‌باشند	

۱ درصورتی‌که تورفتگی، به شکل دایره نباشد باید بزرگترین اندازه، به‌عنوان قطر در نظر گرفته شود.

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۴	بریدگی، خراش، شیار، اثر بر روی پوسته یا فلز	اثری در دیواره سیلندر که به‌واسطه آن فلز از روی دیواره کنده شده، جابجا شده یا پخش می شود با عمقی بیشتر از ٪ ۳ کمینه ضخامت تضمین شده دیواره (به شکل الف-۵ مراجعه شود)	هنگامی‌که عمق از ٪ ۵ کمینه ضخامت تضمین شده دیواره بیشتر نشود و دارای اثر تیز بزرگتر از ۱۰ برابر کمینه ضخامت تضمین شده دیواره نباشد	نقص سطحی خارجی بیشتر از سطح ۱ این نقص می‌تواند ترمیم شود مشروط بر این‌که ضخامت دیواره باقی‌مانده در زیر عیب، بیشتر از کمینه ضخامت تضمین شده دیواره باشد	نقص سطحی داخلی بیشتر از سطح ۱ اثر سطحی خارجی بیشتر از سطح ۱ که تعمیر نشده یا نمی‌تواند تعمیر شود	
۵	سنگ‌کاری یا ماشین‌کاری بیش از حد	کاهش موضعی ضخامت دیواره به‌وسیله سنگ‌کاری یا ماشین‌کاری یا سایر فرایندهای مکانیکی برداشتن فلز			هنگامی‌که ضخامت دیواره از کمینه ضخامت تضمین شده کمتر شود.	هنگامی‌که منجربه تشکیل یک تورفتگی یا نشان سنگ-کاری شود، مطابق «تورفتگی» (مورد شماره ۲) یا «بریدگی» (مورد شماره ۳) با آن رفتار شود
۶	تورق (جدالایگی)	لایه‌ای از مواد با یک نقص شکست سطحی که گاهی اوقات به‌صورت یک ناپیوستگی، ترک، روی‌هم افتادگی یا برآمدگی در سطح، ظاهر می‌شود (به شکل الف-۶ مراجعه شود)		نقص خارجی کلیه سیلندرهایی که این نوع عیب را دارا می‌باشند	نقص داخلی کلیه سیلندرهایی که این نوع عیب را دارا می‌باشند	تورق می‌تواند در کل سطح سیلندر وجود داشته و به‌صورت برآمدگی یا تاول بر روی سطح ظاهر شود

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۷	ترک	یک شکاف یا جدایش در فلز که عموماً به‌صورت یک خط بر روی سطح ظاهر می‌شود		هنگامی‌که با توجه به رواداری ضخامت، قابل برداشتن باشد، یعنی ضخامت دیواره باقی‌مانده در زیر عیب، بیشتر از کمینه ضخامت تضمین شده دیواره باشد	هنگامی‌که با توجه به رواداری ضخامت، قابل برداشتن نباشد	
۸	ترک‌های گلویی و اثرات قلاویز	یک شکاف یا جدایش در فلز که عموماً به‌صورت یک خط که به سمت بالا / پایین عمود بر جهت رزوه و روی رزوه ظاهر می‌شود (به شکل الف-۷ مراجعه شود) آن‌ها نباید با اثرات قلاویز از ماشین‌کاری یا رزوه‌کاری که عموماً به‌صورت خط مستقیم هستند، اشتباه گرفته شوند (به شکل الف-۸ مراجعه شود)	فقط سیلندرهای با اثرات قلاویز		کلیه سیلندرهایی که این نوع ترک‌های گلویی را دارا می‌باشند	برخلاف اثرات قلاویز، ترک‌ها می‌توانند بر روی سطح بالایی گلویی سیلندر ظاهر شوند

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۹	چین‌خوردگی روی شانه داخلی	فلز سیلان کرده در ناحیه شانه، یک شیار قابل رویت ایجاد می‌نماید. شیار چین‌خوردگی همیشه در جهت طولی می‌باشد که می‌تواند در قسمت شیاردار شانه، اشاعه یابد (به راهنمای ۱ از شکل شماره الف-۹ مراجعه شود) چین‌خوردگی‌ها می‌توانند نقطه شروعی برای ترک‌ها باشند که می‌تواند در ناحیه استوانه‌ای ماشین‌کاری شده یا ناحیه رزوه دار شده شانه، اشاعه یابد (به راهنمای ۳ از شکل الف-۷ مراجعه شود)	چین‌خوردگی‌هایی که به‌طور واضح به‌صورت فرورفتگی بازقابل رویت بوده و هیچ اکسیدی درون فلز محبوس نشده باید قابل قبول باشند، مشروط بر اینکه نوک آن‌ها صاف بوده و پایین فرورفتگی (گودی)، گرد باشد چین‌خوردگی‌های با تیزی جزئی مورد قبول می‌باشدمشروط بر اینکه که اثر سوئی بر روی ایمنی سیلندر ندارند (به شکل الف-۱۰ مراجعه شود)	چین‌خوردگی‌های بیشتر از سطح ۱ که می تواند با یک عملیات ماشین کاری برداشته شود تا زمانی که خطوط اکسید دیگر قابل مشاهده نباشند و به شرطی که ضخامت باقیمانده مطابق با معیارهای طراحی باشد (به راهنمای ۲ از شکل الف-۹ مراجعه شود)	چین‌خوردگی‌های سطح ۲ تعمیر شده که خطوط آن هنوز قابل رویت هستند	

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۱۰	الف- ویژگی‌های سطح داخلی انتهای سیلندر در سیلندرهای ساخته شده از لوله	شکاف‌ها (مانند ترک‌ها)، تخلخل و اکسیدهای باقی‌مانده بر روی سطح مرکزی انتهای سیلندر (برای مثال به شکل ستاره در شکل الف-۱۱ مراجعه شود)		هنگامی‌که با توجه به رواداری ضخامت، قابل حذف باشند	هنگامی‌که با توجه به رواداری ضخامت، قابل حذف نباشند	
	ب- سایر ویژگی‌های انتهای سیلندر	شکاف‌ها، ترک‌ها، تخلخل، آثار ابزار و برداشتن پوسته از انتهای سیلندر	آثار ابزار و برداشتن پوسته که نشان داده شده، اثر معکوسی بر روی ایمنی یا کارایی سیلندر ندارد	ویژگی‌هایی بیشتر از سطح ۱ و هنگامی‌که با توجه به رواداری ضخامت، قابل حذف باشند	هنگامی‌که با توجه به رواداری ضخامت، قابل حذف نباشند	
۱۱	سطح «پوست پرتقالی شده»	ظاهر خالدار، خشن و کمی موجی شکل بر روی سطح داخلی ناشی از جریان فلز ناپیوسته (به شکل الف-۱۲ مراجعه شود)	اگر هیچ گونه ترکی در سطح پوست پرتقالی شده قابل رویت نباشد		اگر ترک‌ها در سطح پوست پرتقالی شده قابل رویت باشند	

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۱۲	رزوه‌های گلویی داخلی آسیب دیده یا رزوه‌های از بین رفته	رزوه‌های گلویی آسیب دیده، برای مثال با تورفتگی‌ها، بریدگی‌ها، ناصافی (پلیسه) و سطوح خشن و از بین رفته یا رزوه‌های از بین رفته. برای رزوه‌های از بین رفته به شکل الف-۱۳ مراجعه شود	کلیه اثرات قلاویز. آسیب سطحی نشان داده شده که اثر معکوسی بر روی ایمنی و کارایی سیلندر ندارد	ویژگی‌های بیشتر از سطح ۱ و هنگامی‌که طراحی اجازه دهد، رزوه‌ها ممکن است مجدد قلاویزکاری شده و توسط سنجه رزوه مناسبی، کنترل شوند و مجدداً به دقت به‌طور چشمی، بررسی شوند. تعداد مناسب رزوه‌های موثر باید موجود باشد	ویژگی‌های بیشتر از سطح ۱ که تعمیر نشده یا تعداد رزوه‌های موثر آن نامناسب است	درصورت تردید، بازرسی چشمی می‌تواند اضافه شود (به زیربند الف-۲-۱ مراجعه شود)
۱۳	حفره‌دار شدن	سوراخ‌های کوچک در فلز ناشی از حمله شیمیایی یا آبی (به شکل الف-۱۴ مراجعه شود)		تمام حفره‌ها صرف‌نظر از اندازه آن‌ها، می‌توانند برداشته شوند مشروط بر اینکه الزامات زیربند الف-۲-۲، برآورده شود	کلیه سیلندرها با چنین نواقصی که تعمیر نمی‌شوند یا ضخامت دیواره باقیمانده، کمتر از کمینه ضخامت تضمین شده دیواره می‌باشد	

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

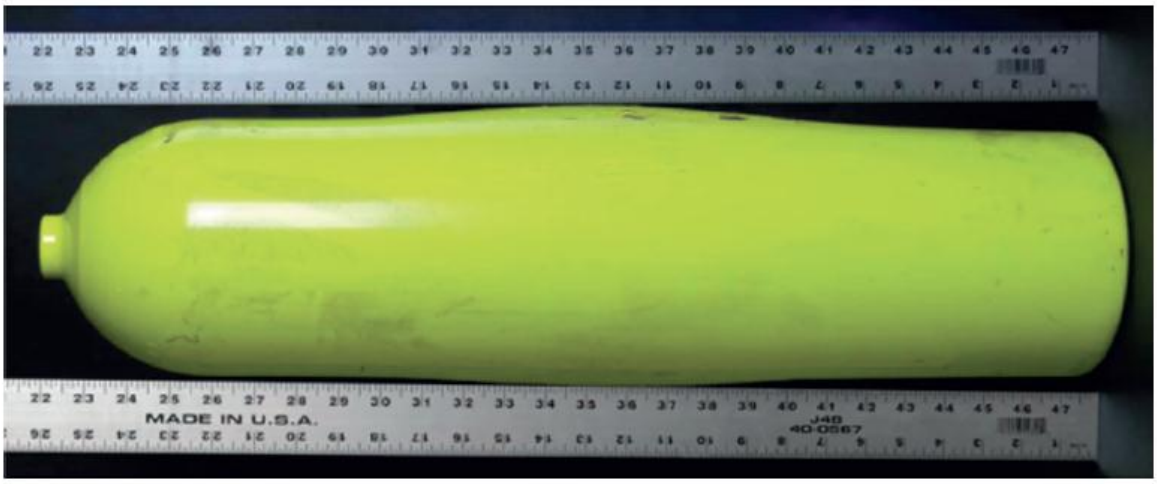
ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۱۴	عدم انطباق با نقشه طراحی شده و / یا مشخصات فنی	یک ویژگی در زمان بازرسی چشمی که با نقشه طراحی شده و / یا مشخصات فنی، منطبق نمی‌باشد		کلیه چنین سیلندرهایی می‌توانند تعمیر شده یا مورد قبول قرار گیرند مشروط بر اینکه سیلتدر با تأیید نوع بوده و برای کلیه اجزای مورد نظر، قابل قبول باشد	کلیه سیلندرهایی که مطابق سطح ۲ نمی‌باشد چنین سیلندرهایی می‌توانند با یک نقشه طراحی شده و / یا مشخصات فنی دیگر، ارائه شوند مشروط بر اینکه تأیید نوع آن برآورده شود	
۱۵	حلقه گلویی غیر ایمن	حلقه گلویی با جابجایی دستی لق می‌زند		کلیه سیلندرها با چنین نواقصی می‌توانند تعمیر شوند	کلیه سیلندرها با چنین نواقصی نمی‌توانند تعمیر شوند	
۱۶	آلودگی داخلی	مواد خارجی قابل رویت از قبیل ذرات معلق، مایعات، رنگ، روانکارها و تراشه‌ها	رنگ‌زدایی (لایه اکسیدی نازک) که برای کاربرد در سرویس گاز، مضر نمی‌باشد	کلیه سیلندرها با آلودگی داخلی قابل رویت چنین سیلندرهایی می‌توانند تمیز شوند	کلیه سیلندرها با چنین نواقصی که تعمیر نمی‌شوند	علت آلودگی باید مشخص شود

جدول الف-۱- ایمنی و کارایی مربوط به نواقص تولید و ارزیابی آن‌ها برای سیلندرهای فولادی بدون درز (ادامه)

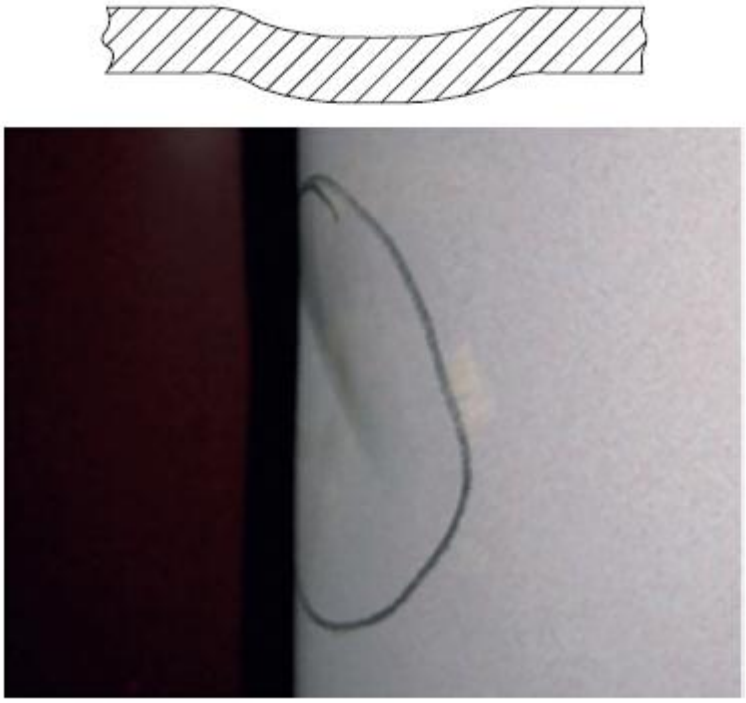
ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۱۷	دندانه یا لبه داخلی	یک سطح برجسته با گوشه‌های تیز درانتهای آن (به شکل الف-۱۵ مراجعه شود)		هنگامی‌که گوشه‌ها می‌توانند به‌وسیله یک روش پاششی داخلی، گرد شوند	کلیه سیلندرها با چنین نواقصی که تعمیر نمی‌شوند	

جدول الف-۲- نواقص ظاهری تولید برای سیلندرهای فولادی بدون درز

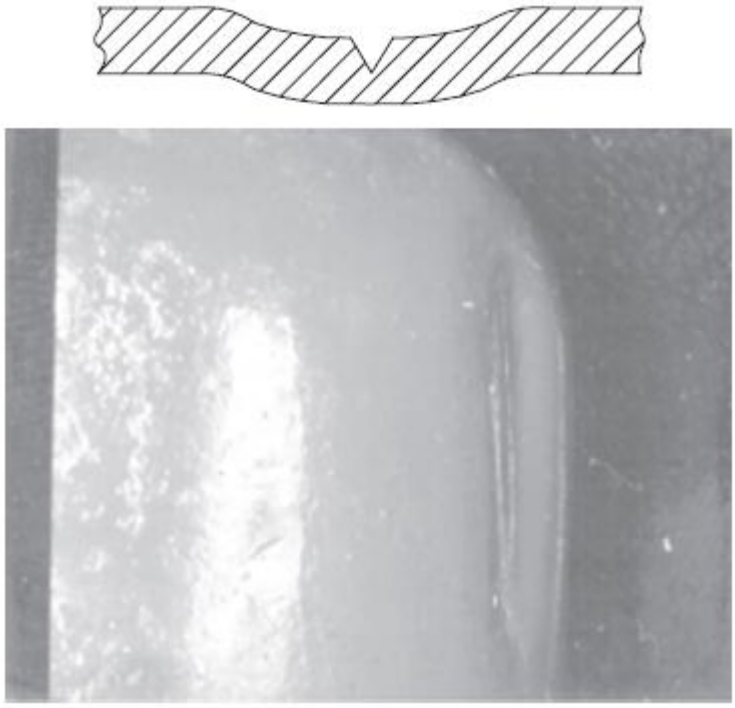
ردیف	نوع نقص	تشریح نقص	تصمیم‌گیری در زمان بازرسی‌ها و اقدامات پیگیری			توضیحات
			نقص سطح ۱ قابل قبول	نقص سطح ۲ مردود و درصورت امکان تعمیر (برای تعمیر به زیربند الف-۲-۲ مراجعه شود)	نقص سطح ۳ مردود و غیر قابل استفاده	
۱۸	دندانه یا لبه خارجی	یک سطح برجسته با گوشه‌های تیز یا گرد شده در انتهای آن (به شکل الف-۱۵ مراجعه شود)	یادآوری_ ازآنجایی‌که این نواقص، مربوط به ایمنی یا کارایی نمی‌باشند، مورد قبول هستند			این یک نقص مضر نیست. با این وجود دندانه‌ها ممکن است در طول استفاده از سیلندر، با درز جوش اشتباه شوند.



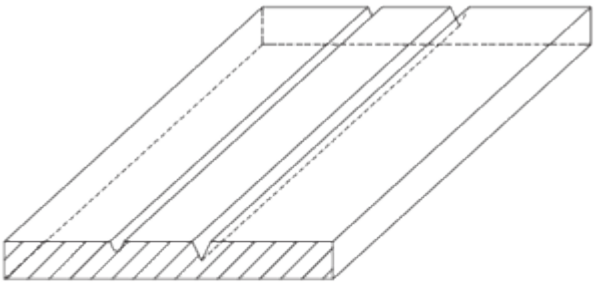
شکل الف-۲- برآمدگی



شکل الف-۳- تورفتگی



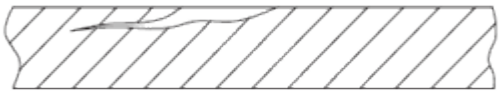
شکل الف-۴- تورفتگی شامل بریدگی یا خراش



شکل الف- شیار، بریدگی

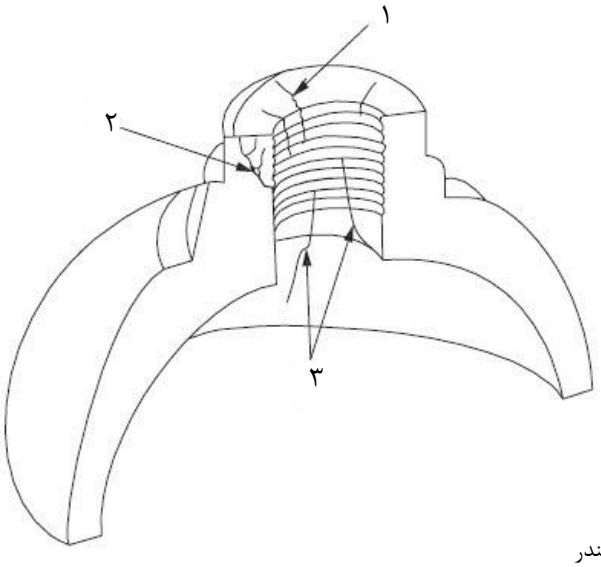
شکل ب- اثر بر روی پوسته یا فلز

شکل الف-۵- اثر در دیواره



شکل الف- طرح‌واره تورق **شکل ب- عکس تورق**

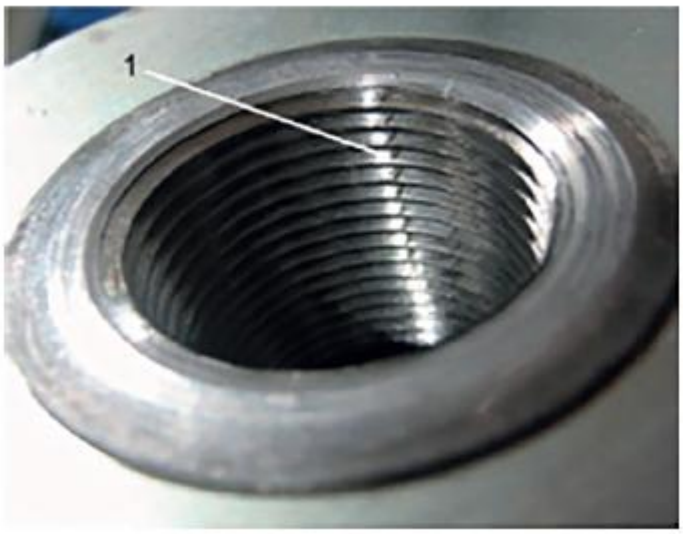
شکل الف-۶- نقص شکست سطحی



راهنما

۱ ترک‌های گلویی سیلندر
۲ سطح مقطع گلویی سیلندر
۳ ترک گلویی / ترک شانه

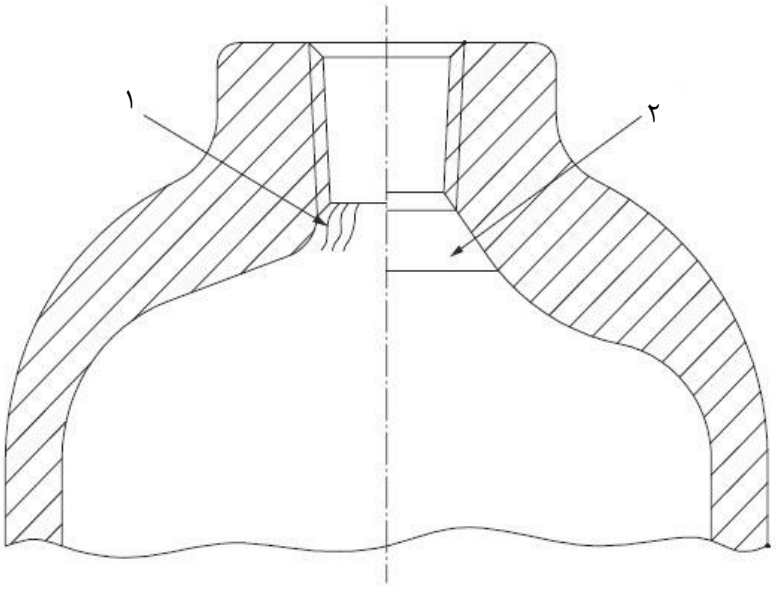
شکل الف-۷- ترک‌های گلویی



راهنما

۱ اثر قلاویز

شکل الف-۸- اثرات قلاویز

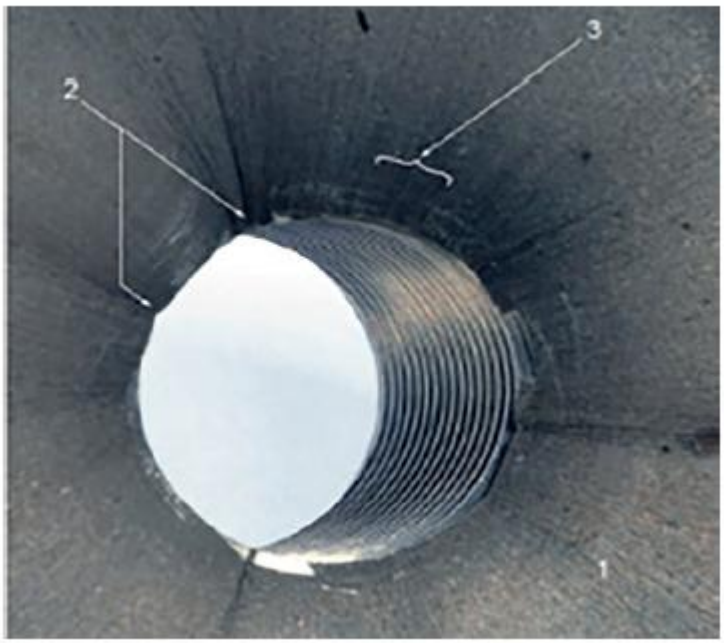


راهنما

۱ چین‌خوردگی‌ها یا ترک‌ها

۲ بعد از ماشین‌کاری

شکل الف-۹- ترک‌ها یا چین‌خوردگی‌ها روی شانه سیلندر، قبل و بعد از ماشین‌کاری



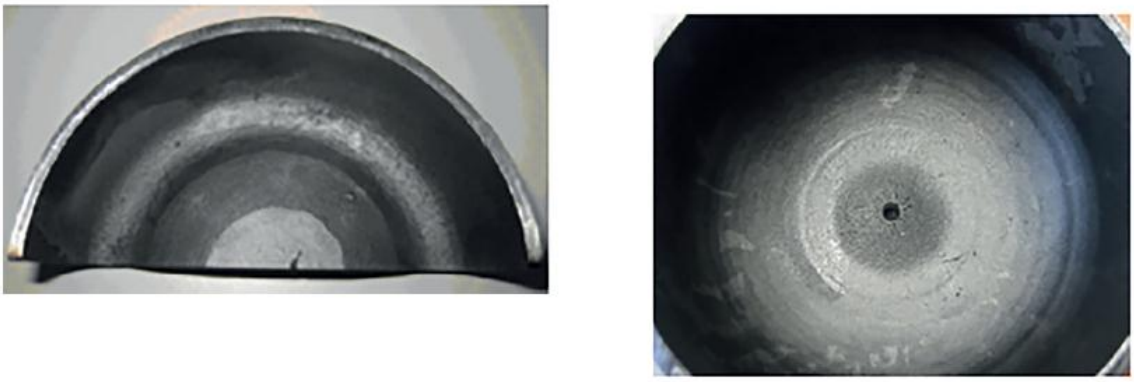
راهنما

۱ ناحیه ریز / چین‌خوردگی‌های کوچک

۲ چین‌خوردگی با تیزی جزئی

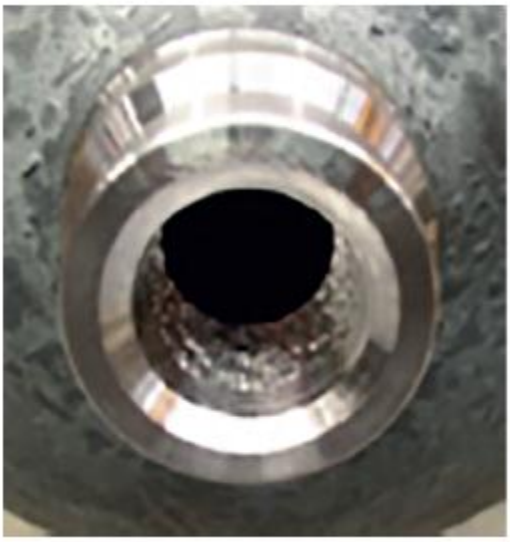
۳ فرورفتگی گرد شده (گودی)

شکل الف-۱۰- نمونه‌ای از چین‌خوردگی‌های شانه



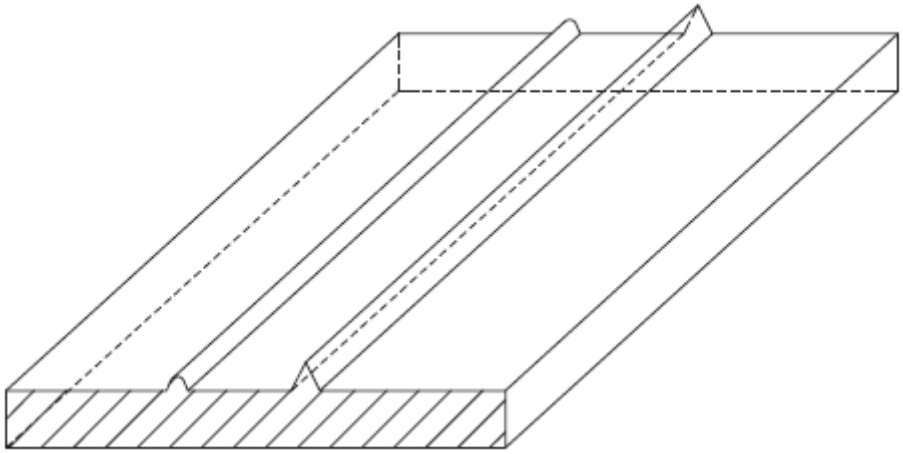
شکل الف-۱۱- ویژگی‌های انتهای سیلندر ساخته شده از لوله

شکل الف-۱۲- سطح پوست پرتقالی شده



شکل الف-۱۳- رزوه از بین رفته

شکل الف-۱۴- حفره‌دار شدن



شکل الف-۱۵- دندانه

پیوست ب

(الزامی)

آزمایش فراصوتی

ب-۱ کلیات

این پیوست بر اساس فنون مورد استفاده توسط تولیدکنندگان سیلندر بنا شده است. می‌توان از سایر فنون آزمایش فراصوتی هم استفاده کرد، به‌شرط اینکه بتوان اثبات کرد که این روش‌ها مناسب برای روش تولید هستند.

ب-۲ الزامات کلی

تجهیزات آزمایش فراصوتی باید دست‌کم دارای قابلیت شناسایی شیارهای استاندارد مرجع شرح داده شده در زیربند ب-۳-۲ را داشته باشد. این تجهیزات باید طبق دستورالعمل به‌کارگیری تولیدکننده به‌طور مرتب بازبینی شوند تا از حفظ دقت آن اطمینان حاصل شود. سوابق مربوط به بازرسی و گواهینامه‌های تایید تجهیزات باید نگهداری شود.

کار با تجهیزات آزمایش فراصوتی باید توسط افراد آموزش‌دیده و دست‌کم تحت نظارت افراد واجد صلاحیت و یا باتجربه که گواهی سطح ۱ دارند تحت نظارت افرادی که دارای گواهینامه سطح ۲ مطابق با استاندارد ISO 9712 دارند، انجام شود. استانداردهای دیگر هم درصورتی‌که کمینه این الزامات را برآورده کنند، به شرط تائید بازرس می‌توانند قابل استفاده باشند. سطوح خارجی و داخلی هر سیلندری که تحت آزمایش فراصوتی قرار می‌گیرند باید در شرایط مناسب برای انجام یک آزمایش دقیق و تکرارپذیر باشد.

برای پیدا کردن عیب باید از سیستم پژواک پالس[1] استفاده شود. برای اندازه‌گیری ضخامت، روش تشدید[2] یا پژواک پالس باید استفاده شود. باید یکی از تکنیک‌های تماسی[3] یا غوطه‌وری[4] استفاده کرد.

باید از یک روش اتصال مناسب که انتقال کافی انرژی فراصوت بین کاوند[5] و سیلندر را تضمین می‌کند استفاده کرد.

1- Pulls echo
2- Resonance
3- Contact
4- Immersion
5- Probe

ب-۳ کشف عیب در قسمت‌های استوانه‌ای شکل

ب-۳-۱ رویه اجرایی

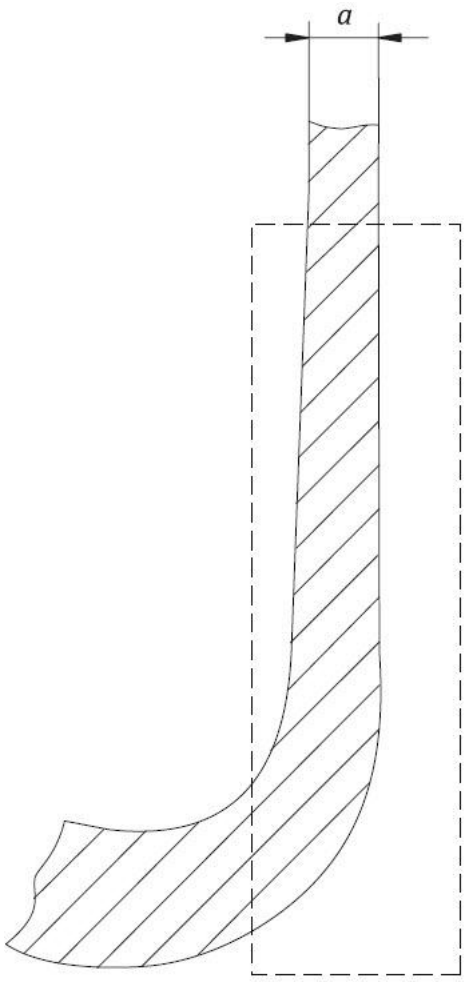
سیلندرهای مورد بازرسی و واحد جستجوگر[1] باید نسبت به یکدیگر دارای یک حرکت چرخشی و یک حرکت انتقالی باشند که یک پیمایش[2] مارپیچ استوانه را ایجاد کنند. سرعت چرخشی و انتقالی باید با رواداری ٪ ±۱۰ ثابت باشند. گام مارپیچ باید کمتر از عرض تحت پوشش کاوند باشد (دست‌کم باید ٪ ۱۰ همپوشانی تضمین شود) و باید طوری با عرض امواج موثر مرتبط باشد که در سرعت چرخشی و انتقالی به‌کار رفته در هنگام انجام رویه اجرایی کالیبراسیون پوشش ٪ ۱۰۰ را تضمین کند.

برای ردیابی عرضی نواقص از یک روش پیمایشی دیگر هم می‌توان استفاده کرد که در آن پیمایش با حرکت نسبی کاوندها و قطعه کار، طولی است و حرکت جارویی[3] چنان است که با تقریباً حدود ٪ ۱۰ همپوشانی جاروها بتوان از پوشش ٪ ۱۰۰ اطمینان حاصل کرد.

به‌منظور بازرسی نواقص طولی در دیواره سیلندر، باید انرژی فراصوتی در دو جهت محیطی و برای نواقص عرضی، در دو جهت طولی گسیل شود.

برای سیلندرهایی با انتهای کاو، جایی‌که ممکن است تردی هیدروژنی یا خوردگی ناشی از تنش ایجاد شود (به استاندارد ISO 11114-1 مراجعه شود)، منطقه گذار بین قسمت استوانه‌ای شکل و انتهای سیلندر باید برای نواقص عرضی در جهت انتهای سیلندر نیز مورد بازرسی قرار گیرد. برای بررسی این منطقه به شکل ب-۱ مراجعه شود. در این حالت یا وقتی‌که آزمایش انتخابی بر روی مناطق گذار مابین دیواره و گلویی و/ یا دیواره و انتها انجام می‌شود، درصورتی‌که این کار به‌صورت خودکار انجام نشود می‌تواند به‌صورت دستی انجام شود.

1- Search unit
2- Scan
3- Sweeping motion



شکل ب-۱ ناحیه گذار دیواره/ انتها

یکی از دو روش زیر باید استفاده شود:

الف- روش A:

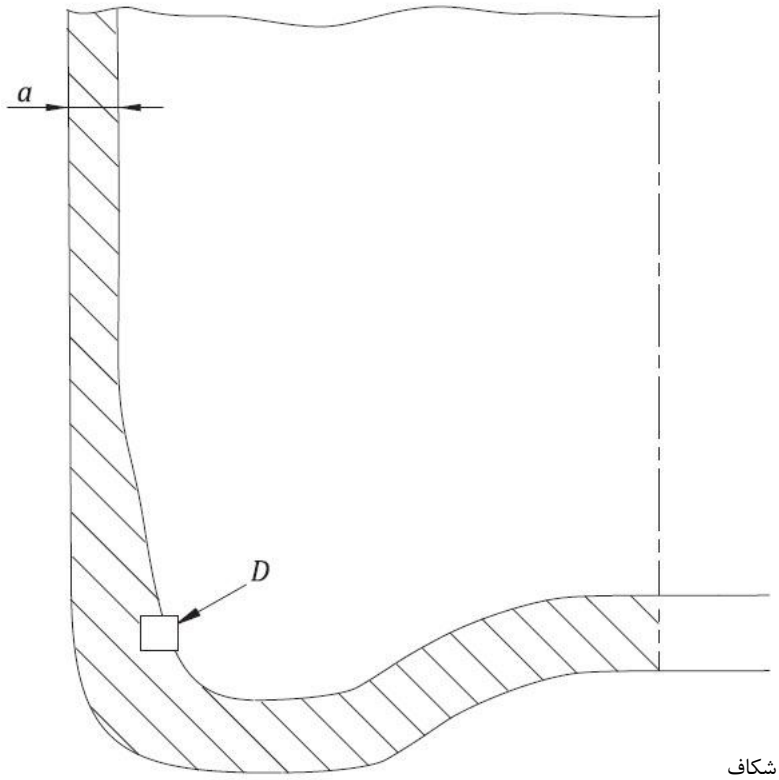
حساسیت فراصوتی باید بر روی dB ۶+، برای بهبود شناسایی نواقص معادل ٪ ۵ ضخامت دیواره در ضخیم‌ترین بخش سیلندر، تنظیم شود.

ب- روش B:

سیستم فراصوتی باید با استفاده از عیوب مصنوع[1] مرجع استاندارد از یک سیلندر با یک شکاف در ناحیه سمت گذار دیواره به کلگی انتها (SBT)[2] همان‌گونه که در شکل ب-۲ آمده است، کالیبره شود.

1- Artefact
2- Sidewall-to- Base Transition

عمق شکاف، T، برای SBT باید ٪ (۱±۱۰) کمینه ضخامت دیواره تضمین شده، a'، با کمینه ۰٫۲ mm و بیشینه ۱ mm بیش از کل طول شکاف باشد.



راهنما

D مکان تقریبی شکاف

a کمینه ضخامت تضمین شده دیواره، a'

شکل ب-۲ نمایش طرح‌واره شکاف مرجع برای SBT

اثربخشی تجهیزات باید به‌طور دوره‌ای با قراردادن قطعه استاندارد مرجع از طریق رویه بازرسی کنترل شوند. این کنترل باید دست‌کم در آغاز و پایان هر شیفت کاری انجام شود. درصورتی‌که در حین این کنترل، وجود شکاف مرجع مناسب شناسایی نشود، کلیه سیلندرهای بازرسی شده بعد از آخرین کنترل قابل قبول باید بعد از تنظیم مجدد تجهیزات، مجدداً آزمون شوند.

ب-۳-۲ قطعه استاندارد مرجع

یک قطعه استاندارد مرجع به طول مناسب باید از سیلندری که معرف ابعاد و قابلیت صوتی (آکوستیک) سیلندر مورد بازرسی می‌باشد، توسط تولیدکننده اثبات شود. قطعه استاندارد مرجع باید فاقد ناپیوستگی‌هایی باشد که احتمال تداخل با شکاف‌های مرجع را پدید آورند.

شکاف‌های مرجع، چه طولی چه عرضی باید روی سطح خارجی و داخلی قطعه استاندارد مرجع ماشین‌کاری شوند. این شکاف‌ها باید چنان جدا باشند که هر کدام از آن‌ها را بتوان به وضوح شناسایی کرد.

ابعاد و شکل شکاف‌ها و تنظیم تجهیزات نقش اساسی دارند (به شکل‌های ب-۳ و ب-۴ مراجعه شود).

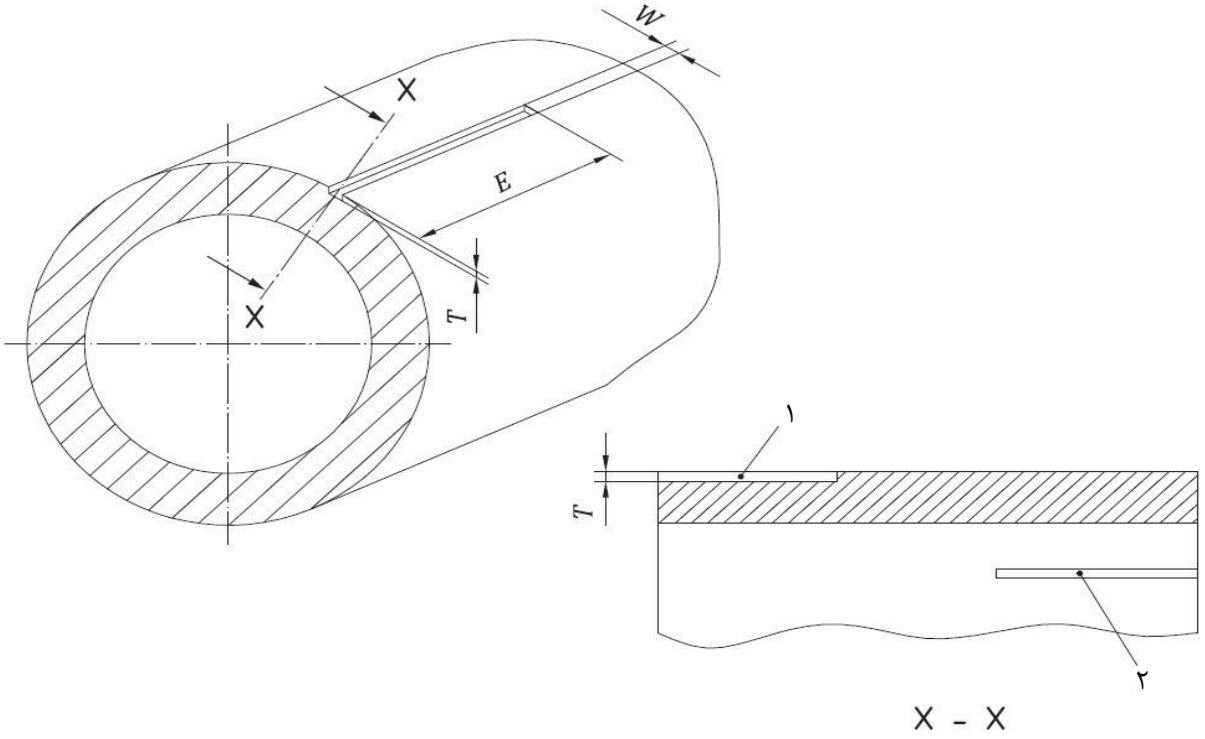
الف- طول شکاف‌ها، E، نباید از ۵۰ mm بیشتر شود.

ب- عرض، W، نباید از ۲ برابر عمق اسمی، T، بیشتر شود. اما اگر نتوان این شرط را برآورده کرد، بیشینه عرض قابل قبول ۱٫۰ mm است.

پ- عمق شکاف‌ها روی کل طول شکاف، T، باید ٪ (۵±۰٫۷۵) کمینه ضخامت تضمین شده دیواره، a'، با کمینه ۰٫۲ mm و بیشینه ۱٫۰ mm بیش از کل طول شکاف باشد. بیرون‌زدگی در دو انتها مجاز است.

ت- سطح تقاطع شکاف با سطح دیواره سیلندر باید دارای لبه‌های تیز باشد. سطح مقطع شکاف‌ها باید مستطیلی باشد مگر درصورت استفاده از روش سایش جرقه‌ای[1] که در این‌صورت قسمت کف شکاف به‌صورت نیم‌دایره‌ای خواهد بود.

ث- شکل و ابعاد شکاف باید با استفاده از روش مناسب اثبات شوند.



راهنما

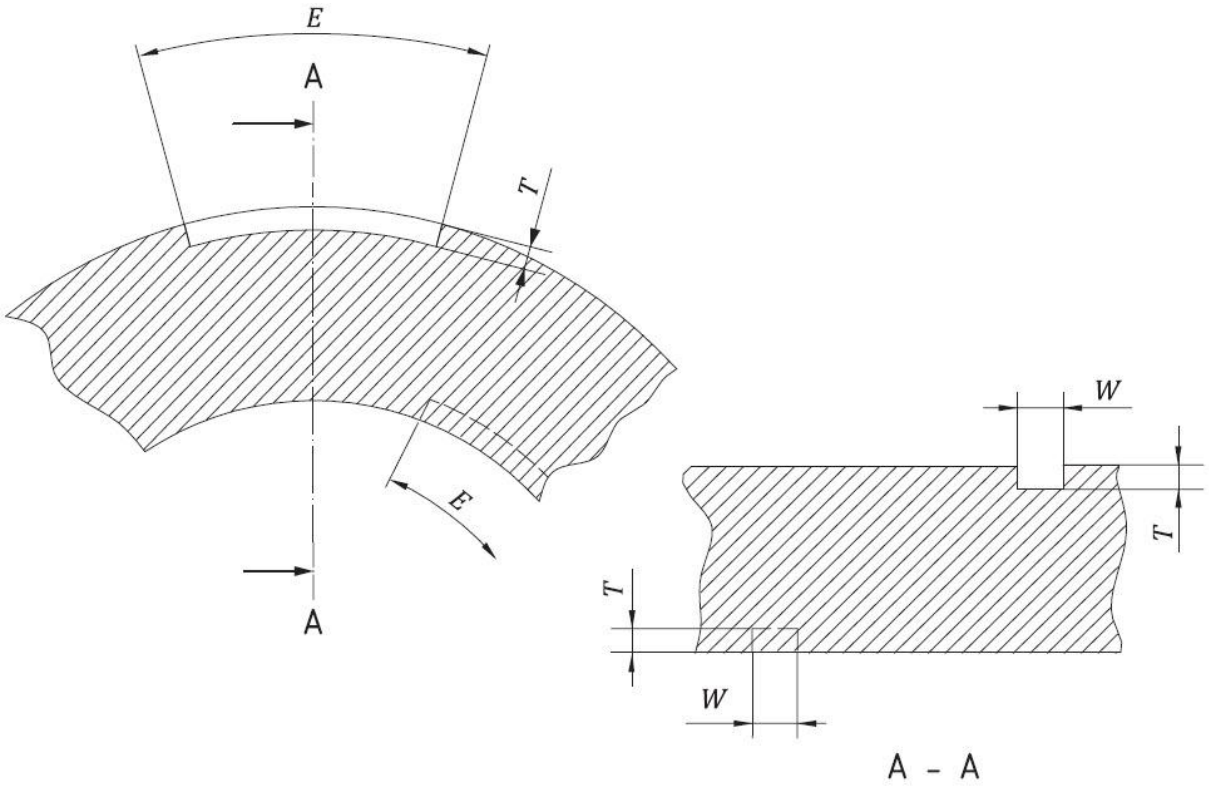
۱ شکاف مرجع خارجی

۲ شکاف مرجع داخلی

یادآوری- a' %(5 ± 0.75)=T اما 1 mm≤ **و** 0.2 mm≤، $W \leq 2T$ اما اگر امکانپذیر نیست 1mm ≤، $E \leq$50 mm

شکل ب-۳ جزئیات طراحی و ابعاد شکاف‌های مرجع برای نواقص طولی

1- Spark erosion



یادآوری- a' $T=(5 \pm 0.75)\%$ اما $T \leq 1$ mm **و** $W \geq 0.2$ mm، $W \leq 2T$ اما اگر امکانپذیر نیست $E \leq 50$ mm ، ≤ 1mm

شکل ب-۴ نمایش طرح‌واره شکاف‌های مرجع برای نواقص محیطی

ب-۳-۳ واسنجی تجهیزات

با استفاده از قطعه استاندارد مرجع که در زیربند ب-۳-۲ توضیح داده شد تجهیزات باید طوری تنظیم شوند که ردیابی واضح و قابل تشخیص از شکاف‌های سطح داخلی و خارجی ایجاد کند. دامنه[1] شناسایی باید تا جای ممکن نزدیک مقدار معادل آن باشد. اما اگر امکان آن نیست سطح مردودی را به‌صورت دستی تنظیم نمایید، سپس سطح نمایش کمترین دامنه باید به‌عنوان سطح مردودی و تنظیم وسایل چشمی، گوشی، ثبتی یا دسته‌بندی به‌کار رود. تجهیزات باید با قطعه استاندارد مرجع یا کاوند یا هر دو به‌صورتی کالیبره شود که هر دو به یک صورت، در یک جهت و با سرعتی مشابهی که هنگام بازرسی سیلندر به‌کار می‌رود، حرکت کنند. کلیه وسایل چشمی، گوشی، ثبتی یا دسته‌بندی باید در سرعت آزمون به‌صورت رضایت‌بخش عمل کنند.

1- Amplitude

ب-۴ اندازه‌گیری ضخامت دیواره

اگر در سایر مراحل ساخت، ضخامت دیواره سیلندر اندازه‌گیری نشده است، قسمت استوانه‌ای شکل باید ٪ ۱۰۰ بازرسی شده تا اطمینان حاصل شود که ضخامت، کمتر از کمینه مقدار تضمین شده نباشد. (به‌عنوان مثال: با در نظر گرفتن هرگونه رواداری منفی ناشی از اندازه‌گیری سیستم).

ب-۵ تفسیر نتایج

سیلندرهایی که نشانه های آن برابر یا بیشتر از کمترین نشانه ناشی از شکاف‌های مرجع است، باید برگشت زده شوند. این مقایسه باید بین شاخص‌های سیلندر و شاخص‌های حاصل از شکاف مرجع در سمت و سوی یکسان انجام شود. مثلاً نقص داخلی عرضی باید با شکاف مرجع داخلی عرضی مقایسه شود. دلیل نشانه باید شناسایی شود و درصورت امکان، حذف شود. پس از آن سیلندرها باید مجدداً تحت بازرسی عیب‌یابی فراصوتی و اندازه‌گیری ضخامت قرار گیرند.

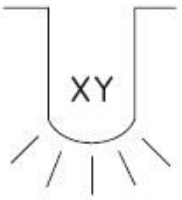
گاهی اوقات، نشانه‌ای کمتر از کمینه ضخامت دیواره، می‌تواند ایجاد شود که به خاطر وجود نقص زیر سطحی (مثلاً تورق داخلی) در آن نقطه است. در چنین مواردی، گسترش نقص باید مورد بررسی قرار گیرد.

هر سیلندری که ضخامت دیواره‌اش از ضخامت تضمین شده دیواره کمتر باشد باید مردود شود.

ب-۶ گواهی کردن

آزمایش فراصوتی باید به‌وسیله تولیدکننده سیلندر گواهی شود.

هرکدام از سیلندرها که آزمایش فراصوتی را در مطابقت با این مشخصات با موفقیت پشت سر گذارد، باید به‌صورت دائمی با مهر «UT» یا با نماد نشان داده شده در شکل ب-۵، که روی سیلندر زده می‌شود، مشخص شود (جایی‌که کاراکترهای «XY» دیده می‌شود بیانگر نماد یا نشان تجاری تولیدکننده می‌باشد).



شکل ب-۵ نماد فراصوت

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

نمونه گواهینامه تأیید نوع

شماره گواهینامه تایید نوعی .....

نام شرکت بازرسی: .....

(نام و نام‌خانوادگی بازرس)

استاندارد مورد استفاده: .....

درخصوص

سیلندرهای گاز فولادی بدون درز

شماره تائید: ..... تاریخ: .....

نوع سیلندر: .....

(تشریح خانواده سیلندرها (شماره نقشه) که تایید نوعی دریافت نموده‌اند)

p_h: ..... bar D: ..... mm a': ..... mm

شکل انتها سیلندر: ..... کمینه ضخامت انتها سیلندر: mm .....

طول کلی (کمینه، بیشینه): کمینه mm ..... بیشینه mm .....

V (کمینه، بیشینه): کمینه l ..... بیشینه mm .....

مواد و نوع عملیات حرارتی: .....

مشخصات مواد: R_{eg}: MPa ..... R_{mg}: MPa .....

نوع رزوه: .....

تولیدکننده یا نماینده: .....

(نام یا آدرس تولیدکننده یا نماینده آن)

مرجع در گزارش(های) آزمون تایید نوع: .....

توضیحات و اطلاعات اضافی: .....

نتایج و نتیجه‌گیری: .....

(نام و آدرس نهاد تاییدکننده)

تاریخ: ..... سمت: .....

.....

(امضاء بازرس)

پیوست ت

(آگاهی‌دهنده)

نمونه گواهینامه پذیرش

شماره گواهینامه پذیرش ..... برای سیلندرهای بدون درز فولادی

یک محموله با تعداد ..... سیلندر شامل ..... تعداد بهر آزمون مورد بازرسی و آزمون قرار گرفت.

بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره .....- ۷۹۰۹ مرتبط با گواهینامه تایید نوعی به شماره .....

علامت یا نوع گاز[۲]: .....

شماره‌های سریال تولیدکننده: از ..... تا .....

شماره‌های سریال مالک[۲]: از ..... تا .....

تولیدکننده: ..... شماره سفارش تولید: .....

آدرس:

.....

کشور: .....

مالک / مشتری[۱]: ..... شماره سفارش خرید: .....

آدرس:

.....

کشور: .....

اطلاعات فنی

طول اسمی (بدون درپوش و شیر): mm ..... ظرفیت آبی (V): ظرفیت اسمی[۱]: l .....

قطر اسمی (D): mm ..... کمینه ظرفیت[۱]: l .....

فشار کاری در ۱۵ °C[۱]: bar ..... فشار آزمون (p_h): bar .....

بیشینه مقدار پر کردن[۱]: kg ..... کمینه ضخامت تضمین شده دیواره (a'): mm .....

شماره نقشه: ..... مواد: .....

آنالیز مشخصات	C %	Si %	Mn %	P %	S %	[۱]Cr %	[۱]Mo %	[۱]Ni %
بیشینه								
کمینه								

عملیات حرارتی: .....

نشانه‌گذاری[۳]: .....

....

تاریخ تولیدکننده

[۱] حذف درصورت کاربرد

[۲] درصورت درخواست مشتری

[۳] ذکر یا نقشه الصاق شود

[۴] درصورتی‌که گزارش‌های آزمون الصاق شود، نیازی به پر شدن آن نیست

آزمون‌های پذیرش

۱- اندازه‌گیری‌های انجام شده روی نمونه سیلندرهای بهر تولید[۴]

شماره آزمون یا شماره بهر یا شماره سیلندر	شماره ذوب	ظرفیت آبی (l)	جرم خالی سیلندر (kg)	کمینه ضخامت اندازه‌گیری شده (mm)	
				دیواره	انتها

۲- آزمون‌های مکانیکی[۴]

شماره آزمون	شماره ذوب	آزمون کشش			سختی	آزمون تخت-کاری یا خمش	آزمون ضربه		فشار ترکیدن		
		استحکام تسلیم R_{ea} (MPa)	استحکام کششی R_{ma} (MPa)	ازدیاد طول A (%)		۱۸۰° بدون ترک	چارپی V در دمای °C ..... جهت		p_y (bar)	p_b (bar)	حالت شکست
							کمینه (J/cm²)	میانگین (J/cm²)			
کمینه مقدار											

۳- آزمایش فراصوتی:

الزامی (بلی / خیر)[۱] : ..... قبول شدن (بلی / خیر)[۱] : .....

این برگ برای گواهی نمودن سیلندرهایی است که تحت آزمون فشار هیدرولیکی و کلیه آزمون‌هایی که در بند ۱۰ استاندارد .....- ۷۹۰۹ آورده شده و مورد قبول واقع شده است. این سیلندرها به‌طور کامل منطبق بر این استاندارد ملی تأیید طراحی نوع شده‌اند.

ملاحظات خاص: .....

.....

از طرف: .....

تاریخ : ....

امضاء بازرس

[۱] حذف درصورت کاربرد.

[۲] درصورت درخواست مشتری.

[۳] ذکر یا نقشه الصاق شود.

[۴] درصورتی‌که گزارش‌های آزمون الصاق شود، نیازی به پر شدن آن نیست.

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

محاسبه تنش خمشی

برای محاسبه تنش خمش، یک تیوب را به‌صورت افقی فرض کرده و در دو انتهای تیوب و تمام طول آن را به شکل یکنواخت بارگذاری می‌کند. این بار شامل وزن در واحد طول قسمت مستقیم استوانه‌ای شکل می‌باشد که بخشی از آن توسط آب در فشار آزمون مشخص شده، پر شده است. درصورت برآورده کردن این الزامات اضافی می‌بایست ضخامت دیواره افزایش یابد:

الف- مجموع دو برابر بیشینه تنش کششی در الیاف پایین (منطقه) به‌دلیل خم شدن [به پاراگراف (ب) این پیوست مراجعه شود]، به‌علاوه بیشینه تنش کششی در همان الیاف در اثر فشار آزمون هیدرولیک [به پاراگراف (پ) این پیوست مراجعه شود] که ممکن است از ٪ ۸۰ کمینه استحکام تسلیم فولاد در تنش بیشینه تجاوز نکند.

ب- می‌بایست برای محاسبه بیشینه تنش کششی به‌دلیل خم شدن از فرمول ث-۱ استفاده شود:

$$S=Mc/I \qquad (ث-۱)$$

که در آن:

S تنش کششی برحسب MPa؛

M لحظه خم شدن برحسب Nmm ($WL^2/8$)؛

که در آن:

W وزن در هر mm طول تیوب پر از آب برحسب N/mm؛

L طول تیوب (از جمله گلویی) برحسب mm؛

I لحظه سکون برحسب mm^4 $= 0.04909\ (D^4 - d^4)$

که در آن:

D قطر خارجی برحسب mm؛

d قطر داخلی برحسب mm؛

c شعاع $(D / 2)$ تیوب برحسب mm.

پ- می‌بایست برای محاسبه بیشینه تنش کششی طولی به‌دلیل فشار آزمون هیدرولیک از فرمول ث-۲ استفاده شود:

$$S = A1\ p / A2 \qquad (ث-۲)$$

که در آن:

S تنش کششی برحسب MPa؛

$A1$ سطح داخلی در مقطع تیوب برحسب mm^2؛

p فشار آزمون هیدرولیک برحسب MPa؛

$A2$ مساحت فلز در مقطع تیوب برحسب mm^2.

پیوست ج

(آگاهی‌دهنده)

نمونه‌ای از محاسبه استحکام برشی برای روزه‌های موازی

رزوه گلویی سیلندر: «25P» – M25x2 – مطابق با استاندارد ISO 15245-1

استاندارد مرجع: US-FED-STD-H28/2

الف- می‌بایست برای محاسبه سطح برشی رزوه داخلی از فرمول ج-۱ استفاده شود (فرمول 2.a در زیربند 70.2 از استاندارد US-FED-STD-H28/2: 1991)

$$AS_{n,min}=3.141\ 6\times n\times LE\times d_{min}\times[1/(2\times n)+0.57735\times(d_{min}-D2_{max})] \qquad (ج-۱)$$

داده‌های ورودی: (استانداردهای ISO 15245-1 و ISO 724)

گام رزوه برابر با ۲ mm است.

که در آن:

n تعداد رزوه‌ها برحسب mm برابر با ۰٫۵؛

d_{min} کمینه قطر اصلی رزوه خارجی برابر با ۲۴٫۶۸۲ mm؛

$D2_{max}$ بیشینه قطر گام رزوه داخلی برابر با ۲۳٫۹۲۵ mm؛

LE طول درگیری رزوه (هر ۱۰ رزوه) برابر با ۲۰ mm.

$AS_{n,min}$ ناحیه برشی رزوه داخلی برابر است با:

$$AS_{n,min} = 3.1416 \times 0.5 \times 20\ mm \times 24.682\ mm \times [(1/(2 \times 0.5)) + 0.57735 \times (24.682\ mm - 23.925\ mm)] = 1114.3\ mm^2$$

ب- می‌بایست برای محاسبه نیروی رانش اعمال شده بر روی شیر سیلندر از فرمول ج-۲ استفاده شود.

$$T= p_h\times 3.1416\times ØB^2/4 \qquad (ج-۲)$$

که در آن:

p_h فشار آزمون سیلندر برابر ۳۰ MPa؛

$ØB$ بیشینه قطر فاصله مطابق با استاندارد ISO 15245-1 برابر با ۳۲٫۵۳ mm.

T نیروی محوری روی شیر سیلندر برابر است با:

$$T= 30 \times 3.1416 \times 32.53^2/4 = 24934\ N$$

پ- می‌بایست برای محاسبه تنش برشی فرمول از ج-۳ استفاده شود.

$$S = T/ AS_{n,min} \qquad (ج-۳)$$

که در آن S تنش برشی برروی رزوه‌های داخلی می‌باشد.

$S = 24934\ N / 1114.3\ mm^2 = 22.38\ MPa$

ت- برای تأیید می‌بایست از فرمول ج-۴ استفاده شود.

$$FoS= USSO/S \qquad (ج-۴)$$

که در آن:

$USSO$ استحکام برشی نهایی برابر است با

$R_{mg}/2$ (ASME B1.1 (*)) = 900/2= 450 MPa

که در آن:

R_{mg} کمینه استحکام کششی تضمین شده سیلندر برابر با ۹۰۰ MPa (مطابق با استاندارد ISO 9809)؛

FoS ضریب ایمنی در برش برابر است با

$FoS = USSO/S$ = 450 MPa / 22.38 MPa = 20.1

تأیید شده است که FoS بیشتر از ۱۰ برابر می‌باشد.

(*) معیارهای دیگر می‌تواند استفاده شود.

پیوست چ

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد ملی در مقایسه با استاندارد منبع

چ-۱ بخش‌های حذف شده

در بند الف-۱، یادآوری ۲، عبارت «تحت پوشش این پیوست قرار نمی‌گیرد» در جمله حذف شده است.

در جدول الف-۱، ردیف ۲، ستون «توضیحات» پاراگراف آخر حذف شده است.

در زیربند ب-۳-۲، یادآوری خط آخر حذف شده است.

چ-۲ بخش‌های جایگزین شده

در زیربند ۹-۲-۱، پاراگراف اول، عبارت «کمینه ۵۰ عدد سیلندر یا ۱۵ عدد تیوب» جایگزین عبارت «کمینه ۵۰ عدد سیلندر و ۱۵ عدد تیوب» شده است.

در زیربند ۹-۲-۶، پاراگراف سوم «برای سیلندرهای تولید شده از لوله، برای تصدیق وجود پرکردن با فلز در مقطع انتهای سیلندر باید بعد از بررسی چشمی اولیه سطح پرداخت شده، این مقطع اچ شود. سیلندرهایی که انتهای آن‌ها با فلز پر می‌شود نباید تأیید شوند.» جایگزین پاراگراف «در مواردی‌که انتهای سیلندر مشکوک به داشتن درپوش است، مقطع باید بعد از اولین بازبینی خراشیده شود تا عدم وجود درپوش تائید شود. سیلندرهای دارای درپوش نباید تائید شوند.» شده است.

در زیربند ۱۱-۱، جمله دوم از مورد الف «الزامات روش آزمون در زیربند ۱۱-۲ بیان شده است.» جایگزین جمله «الزامات روش آزمون در زیر بیان شده است.» شده است.

چ-۳ بخش‌های اضافه شده

در بند ۱۳، موارد ت تا ر در بند نشانه‌گذاری اضافه شده است.

در شکل ب-۳، یادآوری اضافه شده است.

کتاب‌نامه

[1] ISO 18119, Gas cylinders– Seamless steel and seamless aluminum-alloy gas cylinders and tubes– Periodic inspection and testing.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۹۲: سال ۱۳۹۸، سیلندرهای گاز- سیلندرها و تیوب‌های بدون درز فولادی و آلیاژ آلومینیومی- بازرسی و آزمون دوره‌ای، با استفاده از استاندارد ISO 18119: 2018 تدوین شده است.

[2] ISO 11363-1, Gas cylinders– 17E and 25E taper threads for connection of valves to gas cylinders– Part 1: Specifications.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۹۵۶: سال ۱۳۹۷، سیلندرهای گاز- رزوه‌های مخروطی 17E و 25E جهت اتصال شیرها به سیلندرهای گاز- ویژگی‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 11363-1: 2018 تدوین شده است.

[3] ISO 11363-2, Gas cylinders– 17E and 25E taper threads for connection of valves to gas cylinders– Part 2: Inspection gauges.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۳۹۵۶: سال ۱۳۹۷، سیلندرهای گاز- رزوه‌های مخروطی 17E و 25E جهت اتصال شیرها به سیلندرهای گاز- سنجه‌های بازرسی، با استفاده از استاندارد ISO 11363-2: 2017 تدوین شده است.

[4] ISO 11117, Gas cylinders– Valve protection caps and valve guards– Design, construction and tests.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۰۵: سال ۱۳۹۹، سیلندرهای گاز- کلاهک‌های محافظ شیر و حفاظ‌های شیر- طراحی ساخت و آزمون‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 11117: 2019 تدوین شده است.

[5] ISO/TR 12391-1, Gas cylinders– Refillable seamless steel– Performance tests– Part 1: Philosophy, background and conclusions.

[6] ISO/TR 12391-2, Gas cylinders– Refillable seamless steel– Performance tests– Part 2: Fracture performance tests– Monotonic burst tests.

[7] ISO/TR 12391-3, Gas cylinders– Refillable seamless steel– Performance tests– Part 3: Fracture performance tests– Cyclical burst tests.

[8] ISO/TR 12391-4, Gas cylinders– Refillable seamless steel– Performance tests– Part 4: Flawed cylinder cycle test.

[9] ISO/TR 16115, Gas cylinders– Classification of imperfections arising during the manufacture of seamless steel and aluminum alloy gas cylinders.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۶۹۰: سال ۱۳۹۵، سیلندرهای گاز- دسته‌بندی نواقص به‌وجود آمده در حین ساخت سیلندرهای گاز بدون درز فولادی و آلومینیوم آلیاژی، با استفاده از استاندارد ISO/TR 16115: 2013 تدوین شده است.

[10] USE-FED-STD-H28/2: 1991, Screw-thread standard for federal service section 2 unified inch screw threads– UN and UNR thread forms.

[11] United Nations Recommendations on the transport of dangerous goods– Model regulations.