



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۲۹۳-۱

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

21293-1

1st.Edition

2016

سیلندره‌های گاز – سیلندرها و تیوب‌های
کامپوزیتی گاز قابل پر کردن مجدد –
طراحی، ساخت و آزمون –
قسمت ۱: سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی
گاز با الیاف تقویتی کمرپیچ تا ظرفیت
۴۵۰ l

**Gas cylinders — Refillable composite
gas cylinders and tubes — Design,
construction and testing —
Part 1: Hoop wrapped fibre reinforced
composite
gas cylinders and tubes up to 450 l**

ICS:23.020.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

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

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

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

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده 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 نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و سایل سنچس، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج وسیله بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و سایل سنچس، تعیین عبار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« سیلندرهای گاز – سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز قابل پرکردن مجدد – طراحی، ساخت و آزمون – قسمت ۱: سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز با الیاف تقویتی کم‌ریج تا ظرفیت I ۴۵۰ »

رئیس:

شفیع آبادی، احمد رضا
(کارشناسی ارشد مواد کامپوزیتی)

دبیر:

سراچی، محمدرضا
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

الهامی فر، فرناز
(کارشناسی مهندسی شیمی)

جعفری، مصطفی

(کارشناسی مهندسی شیمی)

داوری تبریزی، بیژن

(کارشناسی مهندسی صنایع)

زبیری، سلیمان

(کارشناسی مهندسی متالورژی)

سلیمانی، احسان

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فامیلی فرد، عادل

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

سمت و/یا نمایندگی

عضو کمیته فنی متناظر TC58

مشاور فنی شرکت مهندسی و بهبود
کیفیت شریف

دبیر کمیته TC58

کارشناس طراحی و توسعه بنیاد
شریف

مدیرعامل شرکت مهندسی و بهبود
کیفیت شریف

معاونت فنی شرکت دانشوران صنعت
جوش

بازرس فنی شرکت آزما گستر نیما

کارشناس پژوهشی دانشگاه صنعتی
شریف

قربانی، محمد
(دکترای مهندسی متالورژی)

استاد دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه صنعتی شریف

کریم، حسن
(کارشناسی مهندسی متالورژی)

مدیرعامل شرکت بازرسی فنی
آزماگستر نیما و رئیس کمیته فنی
متناظر TC58

محمدی، فرید
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

کارشناس

یوزباشی زاده، حسین
(دکترای مهندسی متالورژی)

استاد دانشکده مهندسی و علم مواد
دانشگاه صنعتی شریف

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ نمادها و یکاها
۷	۵ بازرسی و آزمون
۷	۶ مواد
۸	۷ طراحی و ساخت
۱۰	۸ رویه تائید نوع
۲۸	۹ بازرسی و آزمون بهر تولید
۳۲	۱۰ نشانه گذاری سیلندر
۳۳	پیوت الف (اطلاعاتی) نمونه گواهی تائید طراحی
۳۴	پیوست ب (اطلاعاتی) گزارش های نمونه آزمون
۳۷	پیوست پ (اطلاعاتی) کتاب نامه

پیش گفتار

استاندارد «سیلندرهای گاز - سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز قابل پر کردن مجدد - طراحی، ساخت و آزمون - قسمت ۱: سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز با الیاف تقویتی کمر پیچ تا ظرفیت I ۴۵۰» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در یک هزار و سیصد و هفتاد و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۵/۱/۲۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

ISO 11119-1:2012, Gas cylinders -- Refillable composite gas cylinders and tubes -- Design, construction and testing -- Part 1: Hoop wrapped fibre reinforced composite gas cylinders and tubes up to 450 l

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۱۲۹۳ است.
سایر قسمت‌ها عبارتند از :

ISO 11119-2:2012, Gas cylinders -- Refillable composite gas cylinders and tubes -- Design, construction and testing -- Part 2: Fully wrapped fibre reinforced composite gas cylinders and tubes up to 450 l with load-sharing metal liners

ISO 11119-3:2013, Gas cylinders -- Refillable composite gas cylinders and tubes -- Design, construction and testing -- Part 3: Fully wrapped fibre reinforced composite gas cylinders and tubes up to 450L with non-load-sharing metallic or non-metallic liners

ISO 11119-4:2016, Gas cylinders -- Refillable composite gas cylinders -- Design, construction and testing -- Part 4: Fully wrapped fibre reinforced composite gas cylinders up to 150 l with load-sharing welded metallic liners

سیلندرهای گاز – سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز قابل پر کردن مجدد – طراحی، ساخت و آزمون – قسمت ۱:

سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز با الیاف تقویتی کمرپیچ تا ظرفیت I ۴۵۰

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز با ظرفیت آبی بین ۰/۵ لیتر تا ۴۵۰ لیتر، برای ذخیره‌سازی و انتقال گازهای تحت فشار یا مایع شده می‌باشد.

این استاندارد برای سیلندر یا تیوب کمرپیچ نوع ۲ با لایه داخلی فلزی (که بخشی از فشار را تحمل می‌کند) و تقویت‌کننده کامپوزیت فقط در بخش استوانه‌ای آن، کاربرد دارد.

دامنه کاربرد این استاندارد به سیلندرها و تیوب‌ها با تقویت‌کننده کامپوزیت از جنس الیاف کربن، الیاف آرامید یا الیاف شیشه (یا ترکیبی از آن‌ها) در یک زمینه یا با تقویت‌کننده از جنس سیم فولادی برای ایجاد تقویت محیطی، محدود می‌شود.

حداقل عمر طراحی سیلندرها و تیوب‌ها منطبق با این استاندارد ۱۵ سال می‌باشد.

این استاندارد در مورد طراحی، نصب و کارایی غلاف‌های محافظ قابل تعویض کاربرد ندارد.

یادآوری – برای سیلندرهای مورد استفاده در وسایل نقلیه سوخت گاز طبیعی فشرده به استاندارد ISO 11439^[5] و برای بازرسی و آزمون دوره‌ای سیلندرهای کامپوزیتی به استاندارد ISO 11623^[6] رجوع شود.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 3341, Textile glass — Yarns — Determination of breaking force and breaking elongation^۱

2-2 ISO 6506-1, Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method^۲

2-3 ISO 6508-1, Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method^۳

۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۳۵ با منبع ISO 3341:2000 تدوین شده است.

۲- استاندارد ملی ایران به شماره ۱ - ۷۸۰۹ با منبع ISO 6506-1:1999 تدوین شده است.

۳- استاندارد ملی ایران به شماره ۱ - ۷۸۱۱ با منبع ISO 6508-1:1999 تدوین شده است.

- 2-4** ISO 6892-1, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature
- 2-5** ISO 7225, Gas cylinders — Precautionary labels
- 2-6** ISO 7866, Gas cylinders — Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders — Design, construction and testing
- 2-7** ISO 9809-1, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1 100 MPa^١
- 2-8** ISO 9809-2, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 2: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength greater than or equal to 1 100 MPa^٢
- 2-9** ISO 9809-3, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 3: Normalized steel cylinders^٣
- 2-10** ISO 10618, Carbon fibre — Determination of tensile properties of resin-impregnated yarn^٤
- 2-11** ISO 11114-1, Gas cylinders — compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 1: Metallic materials^٥
- 2-12** ISO 13341, Fitting of valves to gas cylinders^٦
- 2-13** ISO 13769, Gas cylinders — Stamp marking^٧
- 2-14** EN1964-3, Transportable gas cylinders — Specification for the design and construction of refillable transportable seamless steel gas cylinders of water capacities from 0.5 litre up to and including 150 litres — Part 3: Cylinders made of seamless stainless steel with an Rm value of less than 1 100 MPa
- 2 -15** ASTM D7269, Standard test methods for tensile testing of aramid yarns

٣ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌رود. اشاره به سیلندرها حسب مورد، شامل تیوب‌های کامپوزیتی نیز می‌گردد.

-
- ١- استاندارد ملی ایران به شماره ١ - ٧٩٠٩ با منبع ISO 9809-1:2010 تدوین شده است.
 - ٢- استاندارد ملی ایران به شماره ٢ - ٧٩٠٩ با منبع ISO 9809-2:2010 تدوین شده است.
 - ٣- استاندارد ملی ایران به شماره ٣ - ٧٩٠٩ با منبع ISO 9809-3:2010 تدوین شده است.
 - ٤- استاندارد ملی ایران به شماره ٧٤٤٤ با منبع ISO 10618:2004 تدوین شده است.
 - ٥- استاندارد ملی ایران به شماره ١ - ١٤٦٥٥ با منبع ISO 11114-1:2012 تدوین شده است.
 - ٦- استاندارد ملی ایران به شماره ١٤٦٥٣ با منبع ISO 13341:2010 تدوین شده است.
 - ٧- استاندارد ملی ایران به شماره ٩٤٢٥ با منبع ISO 13769:2007 تدوین شده است.

۱-۳

الیاف آرامید

Aramid fibre

رشته‌های پیوسته از آرامید که به شکل ریسمان بافته شده‌اند.

۲-۳

اتوفرتاژ

Autofrettage

رویه اعمال فشاری که لایه داخلی فلزی را تحت تنش فشاری قرار می‌دهد تا به اندازه کافی از نقطه تسلیم خود گذشته و تغییر فرم پلاستیک دائمی ایجاد نماید. در نتیجه وقتی فشار نسبی داخلی سیلندر صفر است، لایه داخلی تنش فشاری و الیاف‌ها تنش کششی خواهند داشت.

۳-۳

بهر تولید

Batch

مجموعه‌ای از مواد یا اقلام یکسان می‌باشد.

یادآوری - تعداد اقلام در یک بهر تولید می‌تواند با توجه به مفهومی که واژه بهر برای آن استفاده شده است، تغییر نماید.

۴-۳

بهر تولید لایه‌های داخلی

Batch of liners

تعداد تولید لایه‌های داخلی تکمیل شده که به صورت موفقیت‌آمیز تا ۲۰۰ عدد تولید شده‌اند، به اضافه تعدادی برای آزمون‌های مخرب با قطر، طول، ضخامت اسمی و طراحی یکسان از مواد اولیه یکسان که در شرایط دمایی و زمانی مشابه عملیات حرارتی شده‌اند.

۵-۳

بهر تولید سیلندرهای تکمیل شده

Batch of finished cylinders

تعداد تولید سیلندرهای تکمیل شده که به صورت موفقیت‌آمیز تا ۲۰۰ عدد با فرآیند ساخت مشابهی تولید شده‌اند، به اضافه تعدادی سیلندر تکمیل شده برای انجام آزمون‌های مخرب با قطر، طول، ضخامت اسمی و طراحی یکسان.

۳-۶

فشار ترکیدن

Burst pressure

بالاترین فشاری که یک سیلندر حین آزمون ترکیدن به آن می‌رسد.

۳-۷

الیاف کربن

Carbon fibre

رشته‌های پیوسته از کربن که به صورت شکل ریسمان بافته شده‌اند.

۳-۸

لایه پیچشی کامپوزیت

Composite overwrap

ترکیبی از الیاف (شامل سیم فولادی) و زمینه^۱ است.

۳-۹

کاربری گاز اختصاص یافته

Dedicated gas service

کاربری‌ای که در آن یک سیلندر فقط با یک گاز یا گازهای مشخصی استفاده می‌شود.

۳-۱۰

الیاف یا سیم معادل

Equivalent fibre or wire

الیاف یا سیمی که معادل با الیاف یا سیمی است که قبلاً در ساخت یک سیلندر نمونه آزمون شده مورد استفاده قرار گرفته است.

۳-۱۱

لایه داخلی معادل

Equivalent liner

لایه داخلی‌ای که خواص و کارایی تائید شده‌ای دارد، به‌طوری‌که می‌تواند مستقیماً به‌عنوان معادل لایه داخلی به‌کار رفته در سیلندری که قبلاً تائید شده است، استفاده شود.

۱۲-۳

پوشش خارجی

Exterior coating

لایه‌هایی از ماده اعمالی بر روی سیلندر که نقش ایجاد محافظت یا زیبایی را بازی می‌کنند. یادآوری - پوشش می‌تواند به صورت شفاف یا رنگی باشد.

۱۳-۳

فعلاً تعریفی در نظر گرفته نشده است.

۱۴-۳

الیاف شیشه

Glass fibre

رشته‌های پیوسته از شیشه که به شکل ریسمان بافته شده‌اند.

۱۵-۳

لایه داخلی

Liner

بخش داخلی یک سیلندر کامپوزیتی، شامل یک مخزن فلزی، که هدف آن نگهداری گاز و انتقال فشار گاز به الیاف است.

۱۶-۳

زمینه

Matrix

ماده‌ای است که برای چسباندن و نگهداری الیاف در محل خود استفاده می‌شود.

۱۷-۳

سیم فولادی

Steel wire

سیم فولادی که تحت تنش پیچانده می‌شود.

۱۸-۳

ماده گرمانرم

Thermoplastic material

پلاستیک‌هایی هستند که قابلیت نرم و سخت شدن مکرر با افزایش و کاهش دما را دارند.

۱۹-۳

ماده گرماسخت

Thermosetting material

پلاستیک‌هایی هستند که بعد از پخت با استفاده از گرما و یا روش‌های شیمیایی، به صورت دائمی به شکل یک محصول اساساً غیرقابل ذوب و غیرقابل حل سخت می‌شوند.

۲۰-۳

سیلندر نوع ۲

Type 2 cylinder

سیلندر کم‌ریج با لایه داخلی فلزی (که بخشی از فشار را تحمل می‌کند) و تقویت شده با کامپوزیت فقط در بخش استوانه‌ای آن.

۲۱-۳

فشار کار

Working pressure

فشار تثبیت شده حاصل از یک گاز فشرده شده در دمای مرجع ۱۵ درجه سلسیوس درون سیلندر پر از گاز.

۲۲-۳

قطر خارجی اسمی

Nominal outside diameter

قطر سیلندر همراه با رواداری (برای مثال $\pm 1\%$) که توسط سازنده برای تأیید نوع مشخص می‌شود.

۴ نمادها و یکاها

نمادها و شناسه‌گذاری آن‌ها

P_b	فشار ترکیدن سیلندر تکمیل شده	بار
P_h	فشار آزمون	بار
P_{max}	حداکثر فشار ایجاد شده در دمای ۶۵ درجه سلسیوس	بار
P_w	فشار کاری	بار

۵ بازرسی و آزمون

برای اطمینان از انطباق سیلندرها با این استاندارد، آن‌ها باید توسط نهاد بازرسی صلاحیت‌دار^۱ مطابق بندهای ۸، ۷، ۶ و ۹ تحت بازرسی و آزمون قرار گیرند. نمونه فرم‌های گواهی‌نامه‌هایی که می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند در پیوست‌های الف و ب نشان داده شده‌اند.

تجهیزاتی که در حین تولید برای اندازه‌گیری، آزمون و آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرند باید در یک سیستم مدیریت کیفیت مستند، حفظ و کالیبره شوند.

۶ مواد

۶-۱ مواد لایه داخلی

۶-۱-۱ مواد لایه داخلی از تمام جنبه‌های مربوطه باید با استاندارد مناسب مانند یکی از استانداردهای زیر مطابقت داشته باشند.

الف - لایه‌های داخلی بدون درز فولادی: استاندارد ISO 9809-1، ISO 9809-2 یا ISO 9809-3 هر کدام که مناسب است؛

ب - لایه‌های داخلی بدون درز از جنس فولاد زنگ نزن: EN 1964-3؛

پ - لایه‌های داخلی بدون درز از جنس آلایژ آلومینیوم: ISO 7866.

بخش‌های مرتبط دربرگیرنده مواد، عملیات حرارتی، طراحی گلویی، ساخت، مهارت‌ها و آزمون‌های مکانیکی هستند. الزامات طراحی در این قسمت ارائه نمی‌شود زیرا این الزامات توسط سازنده برای طراحی سیلندر کامپوزیت مشخص می‌شود. (به بند ۷-۲-۲ استاندارد مراجعه کنید).

۶-۱-۲ مواد مورد استفاده باید دارای کیفیت یکنواخت و ثابتی باشند. سازنده سیلندر کامپوزیت باید هر بهر مواد جدید را از نظر خواص درست و کیفیت رضایت‌بخش، صحت‌گذاری نماید و سوابق به صورتی نگه داشته شوند که مواد ریختگی و عملیات حرارتی (در صورت لزوم) مورد استفاده در تولید هر سیلندر را بتوان شناسایی نمود.

۶-۱-۳ لایه داخلی باید از یک فلز یا یک آلایژ مناسب برای نگهداری گاز مطابق با استاندارد ISO 11114-1 ساخته شده باشد.

۶-۱-۴ در صورتی که یک حلقه گلویی برای سیلندر در نظر گرفته شود، باید از ماده‌ای سازگار با ماده سیلندر بوده و به صورت ایمن و با روشی سازگار با ماده لایه داخلی به آن متصل شود.

۱ - نهاد بازرسی صلاحیت‌دار، شخصیتی حقوقی است که در زمینه بازرسی سیلندرهای کامپوزیتی بر اساس استاندارد ملی ۱۷۰۲۰ تأیید صلاحیت شده است.

۶-۲ مواد کامپوزیتی

۶-۲-۱ مواد رشته‌ای^۱ پیچشی باید از الیاف کربن یا آرامید یا شیشه (یا ترکیبی از آن‌ها) و یا سیم فولادی باشند. ۶-۲-۲ زمینه باید پلیمری باشد که مناسب با کاربرد، محیط مورد استفاده و عمر در نظر گرفته شده برای محصول باشد.

۶-۲-۳ تأمین‌کننده ماده رشته و مواد تشکیل‌دهنده سیستم زمینه و یا سیم فولادی باید مستندات کافی برای سازنده سیلندر کامپوزیتی ارائه نماید تا بتواند بهر مواد مورد استفاده در تولید هر سیلندر را به صورت کامل شناسایی کند.

۶-۲-۴ مواد مورد استفاده باید کیفیت ثابت و یکنواختی داشته باشند.

سازنده سیلندر کامپوزیتی باید هر بهر مواد جدید را از نظر خواص درست و کیفیت رضایت‌بخش صحت‌گذاری نماید و سوابق به صورتی نگه داشته شوند که بهر مواد مورد استفاده برای تولید هر سیلندر، قابل شناسایی باشد. یک گواهی انطباق از سوی سازنده ماده به عنوان تأییدیه قابل قبول در نظر گرفته می‌شود.

۶-۲-۵ بهرهای تولید مواد باید طوری شناسایی و مستندسازی شوند که رضایت بازرس را جلب نمایند.

۷ طراحی و ساخت

۷-۱ کلیات

۷-۱-۱ یک سیلندر گاز کم‌ریج کامپوزیتی باید شامل موارد زیر باشد:

الف - یک لایه فلزی داخلی که کل بار طولی و مقدار قابل توجهی از بار محیطی را تحمل می‌نماید.

ب - یک لایه پیچشی کامپوزیتی تشکیل‌شده از لایه‌هایی از الیاف پیوسته در یک زمینه یا یک لایه پیچشی کامپوزیتی تشکیل‌شده از تقویت‌کننده سیم فولادی.

پ - یک سیستم حفاظت خارجی اختیاری.

در صورت لزوم، برای اطمینان از هیچ واکنش مضر بین لایه داخلی و الیاف تقویت‌کننده رخ نمی‌دهد، باید با اعمال یک پوشش محافظتی مناسب بر روی لایه داخلی قبل از عمل پیچش، مراقبت لازم صورت پذیرد.

۷-۱-۲ سیلندرها باید صرفاً با یک یا دو دهانه در راستای محور مرکزی طراحی شوند.

رزوها باید در تمامی طول گلویی یا به اندازه کافی برای درگیری کامل شیر ایجاد شوند.

سیلندر همچنین می‌تواند شامل اتصالات اضافی دیگری نیز باشد. (برای مثال حلقه‌های گلویی)

۷-۱-۳ نمونه فرم‌های گواهی‌نامه‌ها در پیوست‌های الف و ب نشان داده شده است.

۷-۲ ارائه طراحی

۷-۲-۱ ارائه طراحی برای هر سیلندر جدید باید شامل نقشه‌ای با جزئیات، همراه با مستندات طراحی شامل ویژگی‌های ساخت و بازرسی مطابق با مندرجات بندهای ۷-۲-۲، ۷-۲-۳ و ۷-۲-۴ باشد.

۷-۲-۲ مستندات مربوط به لایه داخلی باید شامل (اما نه محدود به) موارد زیر باشد:

- الف - ماده، شامل رواداری‌های ترکیب شیمیایی؛
- ب - ابعاد، حداقل ضخامت، راستای^۱ قسمت استوانه‌ای و خروج از دایره‌واری^۲ همراه با رواداری‌ها؛
- پ - فرآیند و مشخصات ساخت؛
- ت - عملیات حرارتی، دماها، مدت زمان و رواداری‌ها؛
- ث - رویه‌های بازرسی (حداقل الزامات)؛
- ج - خواص ماده (الزامات خواص مکانیکی)؛
- چ - حداقل فشار ترکیدن طراحی؛
- ح - جزئیات ابعادی رزوه‌های شیر و هرگونه متعلقات دائمی دیگر.

۷-۲-۳ مستندات مربوط به لایه پیچشی کامپوزیت باید شامل (اما نه محدود به) موارد زیر باشد:

- الف - مواد الیاف یا سیم، مشخصات و الزامات خواص مکانیکی؛
- ب - ساخت الیاف یا سیم، هندسه و عمل‌آوری دسته رشته‌ها؛
- پ - حداقل ضخامت کامپوزیت؛
- ت - زمینه گرماسخت - مشخصات (شامل رزین، عامل پخت و تسریع‌کننده پخت) و دمای حمام رزین اگر امکان‌پذیر باشد؛
- ث - سیستم زمینه گرمانرم - مواد جزء اصلی، مشخصات و دماهای فرآیند؛
- ج - ساختار لایه پیچشی شامل تعداد دسته رشته‌ها، تعداد لایه‌ها، زاویه پیچش هر لایه، و کشش الیاف هنگام پیچش (اگر امکان‌پذیر باشد)؛
- چ - فرآیند پخت، دماها، مدت زمان و رواداری‌ها.

۷-۲-۴ مستندات مربوط به سیلندر کامپوزیتی باید شامل (اما نه محدود به) موارد زیر باشد:

- الف - ظرفیت آبی اسمی، بر حسب لیتر، تحت شرایط محیطی؛
- ب - ابعاد به همراه رواداری‌ها؛
- پ - فهرستی از گازهای مجاز، اگر که برای کاربری گاز خاصی در نظر گرفته شده باشد؛
- ت - فشار آزمون p_h ؛
- ث - فشار کاری، p_w (در صورت کاربرد؛ در چنین حالتی نباید از ۰٫۶۷ برابر فشار آزمون تجاوز نماید)؛
- ج - حداکثر فشار ایجاد شده در دمای 65°C برای گاز یا گازهای خاص؛ p_{max} ؛
- چ - حداقل فشار ترکیدن طراحی؛
- ح - عمر طراحی بر حسب سال، هرچند سیلندرهایی با فشار آزمون کمتر از ۶۰ بار باید یک عمر طراحی نامحدود داشته باشند؛

- خ - فشار و زمان تقریبی اتوفرتاژ (اگر امکان پذیر باشد)؛
- د - کشش الیاف یا سیم هنگام پیچش (اگر امکان پذیر باشد)؛
- ذ - وزن اسمی سیلندر کامپوزیتی تکمیل شده، شامل رواداری ها؛
- ر - جزییات اجزایی که به صورت دائمی متصل می شوند و بخشی از طراحی تأیید شده را تشکیل می دهند (حلقه های گلوبی، پایه های حفاظتی و غیره).

۷-۳ ساخت

- ۷-۳-۱ لایه داخلی باید مطابق طراحی سازنده (به بند ۷-۲-۲ مراجعه شود) و استاندارد مرتبط با ماده فلزی مربوطه (فهرست شده در بند ۶-۱-۱) ساخته شود.
- ۷-۳-۲ سیلندر کامپوزیتی باید از یک لایه داخلی (که بخشی از فشار را تحمل می کند) پیچیده شده با لایه های الیاف پیوسته در یک زمینه یا پیچیده شده با لایه هایی از سیم فولادی، تحت تنش پیچشی کنترل شده برای رسیدن به ضخامت طراحی کامپوزیت همان طور که در بند ۷-۲-۳ مشخص شده است، ساخته شود.
- الیاف های پیچیده شده روی الیاف داخلی را می توان کاملاً برداشت و عمل پیچش را مجدداً انجام داد مشروط به این که لایه پیچیده شده اولیه قبلاً پخت نشده باشد. لایه داخلی اگر حین فرآیند برداشتن الیاف ها آسیب دیده و یا زخمی شده باشد نباید دیگر پیچانده شود.
- ۷-۳-۳ پس از تکمیل فرآیند پیچش، کامپوزیت باید با استفاده از یک نمودار دمایی کنترل شده که در مستندات بند ۷-۳-۲ مشخص شده است، پخت شود (اگر لازم باشد). حداکثر درجه حرارت باید به صورتی باشد که بر روی خواص مکانیکی ماده لایه داخلی اثر نامطلوب نداشته باشد.
- ۷-۳-۴ اگر سیلندرها تحت عملیات اتوفرتاژ قرار گیرند، فشار و مدت زمان اتوفرتاژ باید به گونه ای باشد که در مستندات بند ۷-۲-۴ مشخص شده است. سازنده باید اثربخشی اتوفرتاژ را با تکنیک (های) اندازه گیری مناسب و قابل قبول برای بازرس به اثبات برساند.
- ۷-۳-۵ اگر برای این که بتوان تنش های نهایی موجود در سیلندر تکمیل شده را به صورت قابل توجهی تغییر داد، سیلندرها در معرض پیش تنش قرار گیرند یا کشش الیاف در زمان پیچش انجام پذیرد، مقدار تنش باید همان طور که در مستندات بند ۷-۲-۴ مشخص شده است، باشد و مقادیر تنش کششی اعمالی نیز باید ثبت یا پایش گردند.

۸ رویه تأیید نوع

۸-۱ الزامات کلی

- هر طراحی جدید سیلندر باید توسط سازنده به بازرس ارائه شود. آزمون های تأیید نوع شرح داده شده در بند ۸-۲، باید تحت نظارت بازرس بر روی هر طراحی جدید سیلندر یا هر تغییر ایجاد شده در طراحی انجام شوند.

۸-۲ آزمون‌های نمونه اولیه^۱

۸-۲-۱ حداقل ۳۰ سیلندر که معرف طراحی جدید می‌باشند باید برای آزمون نمونه اولیه آماده گردند. در صورت اتمام موفقیت‌آمیز تمام آزمون‌های نمونه‌های اولیه، باقی سیلندرها برای آزمون نشده از بهر تولید نمونه‌های اولیه می‌توانند در کاربری مورد نظر استفاده گردند.

۸-۲-۲ اگر برای کاربردهای خاص، تعداد کل سیلندرها برای آزمون نیاز از ۳۰ عدد کمتر باشد، باید علاوه بر تعداد تولیدی مورد نیاز، سیلندرها برای تکمیل آزمون‌های مورد نیاز نمونه اولیه ساخته شود. در این حالت، تصدیق تأیید باید تنها به این بهر تولید محدود شود.

برای یک تغییر طراحی محدود مطابق جدول ۱، تعداد سیلندرها کاهش یافته باید توسط بازرس انتخاب شود. ۸-۲-۳ بهر تولید لایه‌های داخلی قبل از پیچش، باید با الزامات طراحی مطابقت داشته باشند و مطابق بند ۹-۱ آزمون و بازرسی شوند. هر جا که مطابق جدول ۱ مشخص شده باشد، یک لایه داخلی باید انتخاب شده و در معرض یک آزمون ترک‌کندن مطابق با بند ۸-۵-۳ قرار گیرد.

۸-۲-۴ ماده (مواد) کامپوزیتی، قبل از انجام پیچش سیلندرها باید با الزامات طراحی، مطابقت داشته باشند و مطابق بند ۹-۳ تحت آزمون قرار گیرند.

۸-۲-۵ آزمون‌ها برای طراحی جدید سیلندر باید تحت نظارت یک بازرس انجام شوند و باید شامل موارد زیر باشند:

الف - آزمون فشار تأیید هیدرولیکی مطابق با بند ۸-۵-۱ یا آزمون انبساط حجمی هیدرولیکی مطابق بند ۸-۵-۲؛

ب - آزمون ترک‌کندن لایه داخلی مطابق با بند ۸-۵-۳؛

پ - آزمون ترک‌کندن سیلندر مطابق با بند ۸-۵-۴؛

ت - آزمون خستگی در شرایط محیطی مطابق با بند ۸-۵-۵؛

ث - آزمون خستگی در شرایط محیطی خاص مطابق با بند ۸-۵-۶؛

ج - آزمون گشتاور مطابق با بند ۸-۵-۱۰.

۸-۲-۶ آزمون‌هایی که با توجه به طراحی و استفاده مورد نظر سیلندر، اختیاری هستند عبارتند از:

الف - آزمون ضربه سرعت بالا (شلیک گلوله) مطابق با بند ۸-۵-۷ (برای کاربردهای نظامی اجباری است)؛

ب - آزمون مقاومت در برابر آتش مطابق با بند ۸-۵-۸، اگر که یک وسیله رهاسازی فشار برای جلوگیری از ترک‌کندن سیلندر هنگام وقوع آتش‌سوزی حین کاربری، نصب شده باشد.

پ - آزمون غوطه‌وری در آب نمک مطابق با بند ۸-۵-۹ (برای کاربردهای زیر آب الزامی است)؛

ت - آزمون گسیختگی حاصل از اعمال هم‌زمان تنش و شرایط محیطی خاص مطابق با بند ۸-۵-۱۱؛

ث - آزمون سقوط برای سیلندرها با فشار آزمون کمتر از ۶۰ بار مطابق با بند ۸-۵-۱۲.

۸-۲-۷ برای تأیید یک تغییر در طراحی، همان‌طور که در بند ۸-۴ مشخص شده است، فقط لازم است که آزمون‌های ذکر شده در جدول ۱ تحت نظارت بازرس انجام شوند. تأییدیه‌ای که خود زیر مجموعه‌ای از یک

طراحی تأیید شده می‌باشد (و بنابراین تعداد آزمون‌های کمتری را نسبت به طراحی تأیید شده پشت سر گذاشته است)، خود نمی‌تواند یک تأییدیه مرجع برای یک زیر مجموعه طراحی دیگر باشد (یعنی تغییرات چند مرحله‌ای بر روی یک طراحی تأیید شده مجاز نمی‌باشد). اگرچه نتایج تک آزمون را میتوان در صورت امکان استفاده کرد (به بند ۸-۴-۲ رجوع شود).

۸-۲-۸ آزمون‌ها را می‌توان طوری ترکیب نمود که بتوان از یک سیلندر در بیش از یک آزمون استفاده کرد. به عنوان مثال آزمون ترکیدن سیلندر در آزمون سقوط (۸-۵-۱۲) می‌تواند برای برآورده نمودن الزامات آزمون ترکیدن (بند ۸-۵-۴) استفاده شود.

۸-۲-۹ اگر نتایج آزمون‌های فوق‌الذکر بر روی نمونه‌های اولیه رضایت‌بخش باشند بازرس باید یک گواهی تأیید طراحی که یک نمونه نوعی از آن در پیوست الف آمده است، صادر نماید.

۸-۲-۱۰ پس از اتمام آزمون‌ها، سیلندرها باید طوری معدوم گردند که دیگر قادر به نگهداری فشار نباشند.

۸-۳ طراحی جدید

۸-۳-۱ پس از تأیید، هرگونه تغییری در طراحی یا در روش ساخت باید با تأیید مجدد انجام شود.

۸-۳-۲ یک طراحی جدید سیلندر به آزمون‌های تأیید نوع کامل نیاز دارد. سیلندری را می‌توان دارای یک طراحی جدید دانست که در مقایسه با یک طراحی تایید شده موجود، روش ساخت یا طراحی سیلندر به مقدار قابل توجهی تغییر کرده باشد. مثال‌هایی از این نوع از تغییرات در الف تا چ ارائه شده است.

الف - در یک کارخانه دیگری ساخته شده باشد. در تغییر مکان یک کارخانه نیازی به یک تأییدیه جدید طراحی سیلندر نمی‌باشد مشروط به این که تمامی تجهیزات و رویه‌ها به همان صورتی که برای تاییدیه طراحی اصلی بوده‌اند باقی بمانند.

ب - توسط فرآیندی که به‌طور قابل توجهی با فرآیند استفاده شده در تأیید نوع طراحی متفاوت است، ساخته شود. تغییر قابل توجه، تغییری می‌باشد که منجر به تفاوتی قابل اندازه‌گیری در کارایی لایه داخلی و یا سیلندر تکمیل شده بشود. بازرس تعیین خواهد کرد که کدام تغییر در فرآیند یا طراحی یا ساخت یک تغییر قابل ملاحظه نسبت به طراحی تأیید شده اولیه به‌شمار می‌آید.

پ - قطر خارجی اسمی بیش از ۵۰٪ نسبت به طراحی تأیید شده، تغییر کرده باشد.

ت - الیافی با مشخصات طبقه‌بندی و خواص مکانیکی مشابه، ولی با یک دانسیته خطی متفاوت نباید به عنوان یک نوع الیاف جدید در نظر گرفته شود. تغییرات جزئی در الگوی پیچش نباید به عنوان یک طراحی جدید در نظر گرفته شود.

ث - سیلندر با یک نوع جدید از الیاف ساخته شود. الیاف زمانی به عنوان یک نوع الیاف جدید باید در نظر گرفته شود که:

۱- الیاف از طبقه‌بندی متفاوتی است (به عنوان مثال شیشه، آرامید یا کربن)؛

۲- الیاف از یک ماده اولیه متفاوت تولید شده باشد (به‌طور مثال پلی اکریلونیترایل (PAN)^۱) یا قیر برای کربن)؛

۳- الیاف معادل (به بند ۸-۴-۱ رجوع کنید) با الیاف طراحی اولیه.

ج - مواد زمینه (یعنی رزین، عامل پخت، تسریع کننده پخت) متفاوت هستند و از نظر شیمیایی معادل با طرح طراحی اولیه نیستند.

چ - فشار آزمون نسبت به طراحی تأیید شده بیش از ۶۰٪ افزایش یافته است.

۸-۳-۳ همچنین سیلندری را می‌توان دارای یک طراحی جدید دانست که در مقایسه با یک طراحی تأیید شده موجود، روش ساخت لایه داخلی یا طراحی آن به مقدار قابل توجهی تغییر کرده باشد. مثال‌هایی از این نوع از تغییرات در الف تا پ ارائه شده است.

الف - در یک کارخانه دیگری ساخته شده باشد. در تغییر مکان یک کارخانه نیازی به یک تأییدیه جدید طراحی سیلندر نمی‌باشد مشروط به این که تمامی تجهیزات و رویه‌ها به همان صورتی که برای تأییدیه طراحی اصلی بوده‌اند، باقی بمانند.

ب - از ماده‌ای با ترکیب شیمیایی متفاوت یا با رواداری‌های ترکیبی متفاوت با آنچه در آزمون های نوعی اولیه استفاده شده است، تولید شده باشد.

پ - خواص ماده خارج از رواداری‌های طراحی اولیه است.

۸-۴ زیر مجموعه‌های یک طراحی

۸-۴-۱ برای سیلندرهایی که زیر مجموعه‌ای از یک طراحی تأیید شده هستند، همان‌طور که در جدول ۱ مشخص شده است، یک برنامه آزمون تأیید نوع مختصرتری لازم است. سیلندری باید به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از یک طراحی در نظر گرفته شود که تغییرات در آن محدود به موارد الف تا د باشد.

الف - طول اسمی سیلندر بیش از ۵٪ تغییر کرده باشد.

ب - قطر خارجی اسمی ۵۰٪ یا کمتر تغییر کرده باشد.

پ - فشار اتوفر تاژ بیش از ۵٪ یا ۱۰ بار، هر کدام کمتر است، تغییر کرده باشد.

ت - فشار آزمون طراحی ۶۰٪ یا کمتر تغییر کرده باشد.

یادآوری- اگر قرار است سیلندری با فشار آزمونی کمتر از آنچه برای آن تأییدیه طراحی گرفته است، کار کند و این فشار کمتر بر

روی این سیلندر درج گردد، نباید به‌عنوان یک طراحی جدید یا زیرمجموعه‌ای از یک طراحی دیگر در نظر گرفته شود

ث - مقطع انتهایی و یا ضخامت انتهای لایه داخلی نسبت به قطر و حداقل ضخامت دیواره سیلندر تغییر کرده باشد.

ج - حداقل ضخامت دیواره لایه داخلی بیش از ۵٪ تغییر کرده باشد..

چ - به جای تغییرات لازم برای تطابق با تغییرات قطر و یا طول، تغییرات در ضخامت کامپوزیت والگوی پیچش رخ بدهد.

ح - مواد زمینه (یعنی رزین، عامل پخت و تسریع کننده پخت) متفاوت هستند اما از نظر شیمیایی معادل طراحی اصلی هستند.

خ - هنگامی که الیاف یا سیم پیچشی معادل استفاده شده باشد.

الیاف یا سیم معادل از مواد اولیه اسمی مشابه، با استفاده از فرآیند ساخت مشابه و با داشتن ساختار فیزیکی و خواص فیزیکی اسمی مشابه تولید می شوند، به طوری که میانگین استحکام کششی و مدول در محدوده $\pm 5\%$ خواص الیاف یا سیم ذکر شده در یک طراحی سیلندر تأیید شده باشد. الیاف کربنی ساخته شده از ماده اولیه مشابه می توانند معادل باشند. الیاف آرامید، کربن و شیشه معادل نیستند.

یادآوری - وقتی که یک الیاف یا سیم معادل جدید برای یک طراحی موجود تحت آزمون نمونه اولیه قرار گیرد، تمامی طراحی های موجود سازنده که قبلاً تحت آزمون نمونه اولیه قرار گرفته اند، این طور تلقی می شوند که با الیاف یا سیم جدید مورد آزمون نمونه اولیه قرار گرفته اند و دیگر نیازی به هیچ گونه آزمون نمونه اولیه اضافی ای نخواهد بود.

د - هنگامی که یک لایه داخلی معادل استفاده شده باشد.

لایه های داخلی معادل از مواد اولیه اسمی مشابه، با استفاده از فرآیند ساخت مشابه و با داشتن ساختار فیزیکی اسمی مشابه تولید می شوند، به طوری که میانگین استحکام کششی و مدول در محدوده $\pm 5\%$ طراحی تایید شده سیلندر باشد؛

ماده لایه داخلی معادل باید در معرض آزمون های ماده مشخص شده در بند ۹-۱-۳ و آزمون ترکیدن لایه داخلی مشخص شده در بند ۸-۵-۳ قرار گیرد و در هر دو مورد باید حداقل الزامات مشخص شده در بند ۷-۲-۲ را برآورده نماید.

وقتی که یک لایه داخلی معادل جدید برای یک طراحی موجود تحت آزمون نمونه اولیه قرار گیرد، تمامی طراحی های موجود سازنده که قبلاً تحت آزمون نمونه اولیه قرار گرفته اند، این طور تلقی می شوند که با لایه داخلی جدید مورد آزمون نمونه اولیه قرار گرفته اند و دیگر نیازی به هیچ گونه آزمون نمونه اولیه اضافی ای نخواهد بود.

جدول ۱ - آزمون‌های تائید نوع

شماره آزمون	آزمون	طراحی جدید	تغییرات زیرمجموعه‌های طراحی										اتوفرتاژ	
			طول اسمی ≤50 % و >50 %	≤20 %	>20 % و ≤50 %	لایه‌های داخلی معادل	مواد زمینه معادل	تغییر ضخامت لایه داخلی	فشار آزمون ≤20 % و ≥60 %	ضخامت الیاف یا سیم یا شکل انتهای لایه داخلی	الیاف یا سیم معادل	رزوه		
۱-۹	آزمون ماده لایه داخلی					×	×							
۴-۹	آزمون -های ماده کامپوزیتی												×	
۲-۱-۵-۸	فشار هیدرولیکی	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
۳-۵-۸	ترکیدن لایه داخلی	×	×	×	×	×	×							
۴-۵-۸	ترکیدن سیلندر	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
۵-۵-۸	خستگی در شرایط محیطی	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
۶-۵-۸	خستگی در شرایط محیطی خاص	×						×						
۷-۵-۸	ضربه سرعت بالا (شلیک گلوله) ^a	×				×b						×		
۸-۵-۸	مقاومت در برابر آتش ^a	×	×		×							×		
۹-۵-۸	آب نمک ^a	×												
۱۰-۵-۸	آزمون گشتاور ^f	×												×
۱۱-۵-۸	آزمون گسیختگی تنشی ^a	×											×	×e
۱۲-۵-۸	آزمون سقوط ^d	×	×		×				×		×			

^aآزمون اختیاری فقط با توجه به طراحی و کاربری خاص سیلندر دارای طراحی تائید شده، مورد نیاز است.

^bآزمون باید فقط برای کاهش قطر انجام شود.

^cآزمون باید فقط برای کاهش ضخامت انجام شود.

^dآزمون باید فقط بر روی سیلندرهایی با فشار آزمون زیر ۶۰ بار انجام شود.

^e هنگام افزایش فشار اتوفر تاژ بیش از ۱۵٪.

^f هنگامی که یک طرح سیلندر که در مقایسه با آزمون گشتاور ذکر شده در بند ۸-۵-۱۰ فقط در رزه تفاوت دارد باید، انجام شود.

ذ - زمانی که رزوه سیلندر تغییر کرده باشد.

هنگامی که یک طراحی سیلندر در مقایسه با یک طراحی تایید شده فقط در رزوه تفاوت دارد، فقط آزمون گشتاور مطابق با بند ۸-۵-۱۰ باید انجام شود.

۸-۴-۲ تاییدیه‌ای که خود زیرمجموعه‌ای از یک طراحی تایید شده می‌باشد (و بنابراین تعداد آزمون‌های کمتری را نسبت به طراحی تایید شده پشت سر گذاشته است)، خود نمی‌تواند یک تاییدیه مرجع برای یک زیرمجموعه طراحی دیگر باشد (یعنی تغییرات چند مرحله‌ای بر روی یک طراحی تایید شده مجاز نمی‌باشد). اگر آزمون بر روی زیر مجموعه طراحی الف انجام گیرد و سپس با تغییر دیگری در طراحی، این زیر مجموعه طراحی به زیرمجموعه طراحی ب تبدیل شود، نتیجه آزمون الف را می‌توان در برنامه آزمون زیرمجموعه جدید طراحی ب استفاده کرد. اگرچه زیر مجموعه طراحی الف را نمی‌توان به عنوان مرجعی برای تعیین آزمون مورد نیاز هر زیر مجموعه جدید طراحی دیگری به کار برد.

۸-۴-۳ هرگاه یک زیرمجموعه طراحی شامل تغییر در بیش از یک متغیر طراحی باشد، تمامی آزمون‌های مورد نیاز حاصل از تغییرات ایجاد شده در متغیرهای طراحی باید تنها برای یک بار انجام شوند.

۸-۴-۴ اگر که در جدول ۱ مشخص نشده باشد، بازرس باید کاهش تعداد آزمون‌ها را مشخص کند، اما همیشه باید یک طراحی کاملاً تایید شده به عنوان مرجعی برای زیر مجموعه جدید طراحی استفاده شود (به عنوان مثال زیرمجموعه‌های جدید طراحی نباید تنها با ارجاع به یک زیر مجموعه قبلی طراحی تایید شده باشند).

۸-۵ رویه‌ها و معیارهای آزمون تایید نوع

۸-۵-۱ آزمون فشار تایید^۱

۸-۵-۱-۱ رویه

در زمان انجام آزمون فشار، یک سیال مناسب (معمولاً آب) باید عنوان واسط آزمون استفاده شود. در این آزمون نیاز است که فشار داخل سیلندر به صورت تدریجی و منظم تا رسیدن به فشار آزمون p_h افزایش یابد. سیلندر در حالی که از منبع فشار جدا شده است، باید حداقل به مدت ۳۰ ثانیه تحت فشار آزمون قرار گیرد. در طی این مدت هیچ‌گونه کاهشی در فشار ثبت شده یا اثری از هرگونه نشتی نباید رویت شود. اقدامات ایمنی کافی حین آزمون باید در نظر گرفته شوند.

اگر حین انجام آزمون در سیستم لوله‌کشی یا اتصالات نشتی حادث شود، سیلندرهای باید مجدداً بعد از رفع نشتی مورد آزمون قرار گیرند.

هرگاه سیلندرهای در معرض اتوفرتاژ قرار گیرند، آزمون فشار تایید هیدرولیکی می‌تواند بلافاصله پس از فرآیند اتوفرتاژ انجام شود.

حد انحراف در رسیدن به فشار آزمون $\% (p_h + 3)$ یا $(p_h + 1)^\circ$ بار، هر کدام که کمتر است، می‌باشد.

باید از فشارسنج‌هایی با درستی^۱ مناسب استفاده شود.

همه سطوح داخلی سیلندرها بلافاصله بعد از آزمون باید خشک شوند (برای اطمینان از نبودن آب). یک آزمون فشار پنوماتیک نیز می‌تواند به‌جای آزمون فوق قرارگیرد مشروط به اینکه تدابیر مناسب برای اطمینان از ایمنی عملیات و مهار کردن هرگونه انرژی آزاد شده که به‌طور قابل توجهی بیشتر از آزمون هیدرولیک است، در نظر گرفته شود.

۸-۵-۱-۲ معیارها

سیلندری که دارای نشتی باشد و نتواند فشار را نگاه دارد یا بعد از برداشتن فشار دچار تغییر شکل دائمی قابل مشاهده شود، باید مردود گردد. یادآوری - ترک‌خوردگی رزین، لزوماً نشانه‌ای از تغییر شکل دائمی نیست.

۸-۵-۲ آزمون انبساط حجمی هیدرولیک

۸-۵-۲-۱ رویه

در زمان انجام آزمون فشار، یک سیال مناسب (معمولاً آب) باید به‌عنوان واسط آزمون استفاده شود. در این آزمون نیاز است که فشار داخل سیلندر به‌صورت تدریجی و منظم تا رسیدن به فشار آزمون p_h افزایش یابد. سیلندر درحالی‌که از منبع فشار جدا شده است، باید به مدت ۳۰ ثانیه تحت فشار آزمون قرار گیرد، در طی این مدت هیچ‌گونه کاهشی در فشار ثبت شده یا اثری از هرگونه نشتی نباید رویت شود. اقدامات ایمنی کافی حین انجام آزمون باید در نظر گرفته شوند.

اگر حین انجام آزمون در سیستم لوله‌کشی یا اتصالات نشتی حادث شود، سیلندرها باید مجدداً بعد از رفع نشتی مورد آزمون قرار گیرند.

انبساط حجمی کلی هر سیلندر تحت فشار آزمون p_h و انبساط حجمی دائمی سیلندر بعد از آزاد شدن فشار باید ثبت گردند سپس انبساط کشسان (یعنی انبساط کل منهای انبساط دائمی) تحت فشار آزمون نباید برای هر سیلندر محاسبه شود.

هرگاه سیلندرها تحت اتوفرتاژ قرار گیرند، آزمون انبساط حجمی هیدرولیک می‌تواند بلافاصله پس از فرآیند اتوفرتاژ انجام شود.

حد انحراف در رسیدن به فشار آزمون $\% (p_h + 3)$ یا $(p_h + 1)^\circ$ بار، هر کدام که کمتر است، می‌باشد.

همه سطوح داخلی سیلندرها بلافاصله بعد از آزمون باید خشک شوند (برای اطمینان از نبودن آب).

۸-۵-۲-۲ معیار

در موارد زیر سیلندر باید مردود شود:

الف - وجود نشتی و یا ناتوانی در نگهداری فشار؛

ب - نسبت انبساط دائمی (یعنی انبساط حجمی بعد از آزاد شدن فشار) به انبساط کل بیشتر از ۵٪ باشد.

۸-۵-۳ آزمون ترکیدن لایه داخلی

۸-۵-۳-۱ رویه

یک لایه داخلی باید به صورت هیدرولیک با اعمال فشار با نرخ کمتر از ۵ بار بر ثانیه تا وقوع تخریب مورد آزمون قرار گیرد. آزمون باید در شرایط محیطی انجام شود.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - فشار ترکیدن؛

ب - تعداد تکه‌های سیلندر پس از تخریب؛

پ - شرح تخریب؛

ت - نمودار فشار - زمان یا نمودار فشار - حجم.

۸-۵-۳-۲ معیار

حداقل فشار ترکیدن p_{bl} باید بیشتر یا مساوی $0.85p_h$ در جایی که p_h فشار آزمون طراحی سیلندر است و نباید از حداقل فشار ترکیدن مشخص شده در طراحی ارائه شده سیلندر (۷-۲-۲) کمتر باشد. نقص باید از دیواره کناری لایه داخلی شروع شود و لایه داخلی باید به صورت یک تکه باقی بماند.

۸-۵-۴ آزمون ترکیدن سیلندر

۸-۵-۴-۱ رویه

سه سیلندر باید به صورت هیدرولیکی برای تخریب با اعمال فشاری که از نرخ ۱۰ بار بر ثانیه بیشتر نباشد، آزمون شوند. آزمون باید تحت شرایط محیطی انجام گیرد. قبل از شروع آزمون باید اطمینان حاصل شود که هیچ هوایی در سیستم وجود ندارد.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - فشار ترکیدن؛

ب - شرح تخریب؛

پ - نمودار فشار - زمان یا نمودار فشار - حجم.

۸-۵-۴-۲ معیار

الف - فشار ترکیدن باید از حداقل فشار ترکیدن طراحی که توسط سازنده مشخص شده است، بیشتر باشد (به بند ۷-۲-۴ رجوع شود).

ب - فشار ترکیدن p_b برای سیلندرهایی که توسط الیاف کربن تقویت شده‌اند، نباید از $1.67 \times p_h$ کمتر باشد. p_h فشار آزمون می‌باشد.

پ - فشار ترکیدن برای سیلندرهایی که با الیاف آرامید یا شیشه تقویت شده‌اند نباید از $2p_h$ کمتر باشد.

ت - برای سیلندرهایی با فشار آزمون کمتر از ۶۰ بار، فشار ترکیدن p_b نباید کمتر از $2 \times p_h$ از طراحی سیلندر کامپوزیتی باشد.

۸-۵-۵ آزمون خستگی در شرایط محیطی

۸-۵-۵-۱ برای سیلندرهایی با فشار آزمون بزرگتر یا مساوی ۶۰ بار

۸-۵-۵-۱-۱ کلیات

وقتی سیلندر برای استفاده با یک گاز یا گازهای مشخصی در نظر گرفته می‌شود، طراحی سیلندر می‌تواند بر مبنای استفاده از گاز مورد نظر انجام شود. گازهای مجاز در نظر گرفته شده برای سیلندر باید به‌طور واضح بر روی برچسب اطلاعات سیلندر درج شوند (به بند ۱۰-۲ رجوع شود).

۸-۵-۵-۱-۲ رویه

برای سیلندرهایی که کاربری گاز خاصی برای آن‌ها تعریف نشده است، دو سیلندر باید تحت فشار آزمون p_h در معرض آزمون چرخه فشار هیدرولیکی قرار گیرند، برای سیلندرهایی که دارای کاربری گاز خاصی هستند، دو سیلندر باید تحت حداکثر فشار ایجاد شده در دمای 65°C ، $p_{\max}$ (اگر سیلندر برای استفاده با چند گاز ساخته شده باشد، فشار آزمون معادل است با فشار گازی که در دمای 65°C ، بیشترین فشار را ایجاد می‌کند) تحت این آزمون قرار گیرد.

آزمون باید با استفاده از یک سیال غیر خورنده در شرایط محیطی انجام شود، به طوری که سیلندرها در معرض چرخه‌های متوالی قرار می‌گیرند که فشار بالایی چرخه معادل فشار آزمون هیدرولیک، p_h ، یا حداکثر فشار ایجاد شده در دمای 65°C ، $p_{\max}$ ، با توجه به کاربری سیلندر، است.

مقدار فشار پایینی چرخه نباید از ۱۰٪ فشار بالایی چرخه تجاوز نماید ولی نباید از حداکثر مطلق ۳۰ بار بیشتر باشد. تعداد چرخه‌های فشار نباید از ۰.۲۵Hz (۱۵ چرخه در دقیقه) بیشتر شود. دما در سطح خارجی سیلندر در طول مدت آزمون نباید از 50°C تجاوز نماید.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - دمای سیلندر؛

ب - تعداد چرخه‌هایی که به فشار بالایی چرخه رسیده‌اند؛

پ - حداقل و حداکثر فشارهای بدست آمده در آزمون؛

ت - بسامد چرخه؛

ث - واسط آزمون؛

ج - نوع تخریب، حسب مورد.

۸-۵-۳-۱ معیار پذیرش

هر دو سیلندر باید N چرخه اعمال فشار تحت فشار آزمون، p_h ، و یا N_d چرخه اعمال فشار تحت حداکثر فشار ایجاد شده، p_{max} ، را بدون ترکیدن یا نشتی تحمل نمایند، جایی که:

$$N = t \times 250 \text{ cycle/year of design life;}$$

$$N_d = t \times 500 \text{ cycle/year of design life;}$$

جایی که t عمر طراحی (برحسب سال) می باشد و باید یک عدد صحیح بوده و از ۱۰ کمتر نباشد.

پس از اتمام موفقیت آمیز چرخه ها، آزمون باید به اندازه N یا N_d چرخه دیگر یا تا زمان وقوع نشتی، هر کدام که زودتر حادث شود، ادامه پیدا کند. در هر دو صورت فرض بر این است که سیلندر آزمون را با موفقیت گذرانده است. اگرچه اگر تخریب سیلندر حین بخش دوم آزمون از نوع ترکیدگی باشد، سیلندر در آزمون مردود شده است (به جدول شماره ۲ رجوع شود).

اگر سیلندر برای گذراندن ۱۲۰۰۰ چرخه هیدرولیک تحت فشار آزمون یا ۲۴۰۰۰ چرخه تحت ماکزیمم فشار ایجاد شده، طراحی شده است و بتواند این مهم را در یک آزمون بدون توقف محقق کند، نیازی به محدود کردن عمر طراحی سیلندر نمی باشد.

جدول ۲ - معیارهای آزمون در شرایط محیطی خاص^۱

اولین مرحله	دومین مرحله	
0 تا N	N تا 2N اما 2N کمتر از 12000	تعداد چرخه ها
0 تا N_d	N_d تا $2N_d$ اما $2N_d$ کمتر از 24000	
بدون نشتی / ترکیدگی = موفقیت در آزمون		معیارها
بدون نشتی یا ترکیدگی	نشتی = قبول	
گذراندن اولین مرحله	ترکیدگی = مردود	

۸-۵-۵-۲ برای سیلندرهایی با فشار آزمون کمتر از ۶۰ بار

۸-۵-۵-۲-۱ رویه

دو سیلندر باید تحت فشار آزمون در معرض آزمون چرخه فشار هیدرولیکی قرار گیرند.

آزمون باید با استفاده از یک سیال غیر خورنده در شرایط محیطی انجام شود، به طوری که سیلندرها در معرض چرخه های متوالی قرار می گیرند که فشار بالایی چرخه معادل فشار آزمون هیدرولیک، p_h ، است.

مقدار فشار پایینی چرخه نباید از ۱۰٪ فشار بالایی چرخه تجاوز نماید. تعداد چرخه های فشار نباید از 0.25Hz (۱۵ چرخه در دقیقه) بیشتر شود. دما در سطح خارجی سیلندر در طول مدت آزمون نباید از ۵۰°C تجاوز نماید.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - دمای سیلندر؛

ب - تعداد چرخه هایی که به فشار بالایی چرخه رسیده اند؛

پ - حداقل و حداکثر فشارهای بدست آمده در آزمون؛

ت - بسامد چرخه؛

ث - واسط آزمون؛

ج - نوع تخریب، حسب مورد.

۸-۵-۲-۲ معیارها

هر دو سیلندر باید ۱۲۰۰۰ چرخه اعمال فشار تحت فشار آزمون، P_h ، را تحمل نمایند. اگر سیلندر برای گذراندن ۱۲۰۰۰ چرخه هیدرولیک تحت فشار آزمون طراحی شده است و بتواند این مهم را در یک آزمون بدون توقف محقق کند، نیازی به محدود کردن عمر طراحی سیلندر نمی‌باشد.

۸-۵-۶ آزمون خستگی در شرایط محیطی خاص

۸-۵-۶-۱ کلیات

آزمون‌های این بخش را در یک محفظه تحت شرایط محیطی خاص انجام دهید. سیلندری بدون رنگ یا پوشش یا غلاف محافظ جداشدنی باید مورد آزمون قرار گیرد.

۸-۵-۶-۲ رویه

سیلندر مورد آزمون باید در فشار اتمسفر محیط با استفاده از یک ماده واسط مناسب پر شده باشد (به‌طور مثال، یک سیال غیرخورنده) به صورتی که خواص آن در هنگام آزمون در دمای بالا نسبت به خواص آن در دمای محیط کاهش پیدا نکند.

سیلندر و ماده واسط داخل آن را برای ۴۸ ساعت در شرایط فشار اتمسفر و دمای بین 60°C تا 70°C و رطوبت نسبی مساوی یا بیشتر از ۹۰٪ قرار دهید. این الزام می‌تواند با پاشش مداوم قطرات یا مه آب در یک محفظه با دمای بین 60°C تا 70°C محقق شود.

سپس سیلندر مورد آزمون را در یک محفظه که قابلیت برآورده نمودن الزامات دما و رطوبت مورد نیاز برای آزمون را دارد، قرار دهید.

سیلندر مورد آزمون را به منبع فشاری که خارج از محفظه قرار گرفته است و قابلیت برآورده نمودن الزامات چرخه فشار سیلندر را دارد، متصل کنید.

سیلندر را در محفظه آزمون زیست محیطی درزبندی کنید و موارد الف تا پ را دنبال کنید.

الف - مرحله آزمون چرخه گرم را که با وجود سیلندر در دما، فشار و رطوبت محیط شروع می‌شود، انجام دهید. دمای محفظه آزمون را تا رسیدن دمای سطح سیلندر به 60°C الی 70°C بالا ببرید. فشار داخل سیلندر را بین $0.67 \times P_h$ و کمتر از ۱۰٪ فشار کاری (۶۶٪ فشار آزمون) به تعداد ۵۰۰۰ چرخه با استفاده از ماده واسط پر شده در دمای محیط، به‌طور متناوب افزایش و کاهش دهید. بسامد چرخه نباید از ۵ چرخه در دقیقه تجاوز نماید.

در طول آزمون دمای سطح سیلندر باید بین 60°C تا 70°C نگاه داشته شود (با تنظیم پارامترهای محفظه و بسامد چرخه فشار).

هنگامی که تعداد چرخه‌های فشار مورد نیاز تکمیل گردید، فشار داخلی سیلندر را آزاد کرده و دمای سیلندر را در حدود 20°C ثابت نگه دارید.

ب - مرحله آزمون چرخه سرد را که با وجود سیلندر در دما، فشار و رطوبت محیط شروع می‌شود، انجام دهید. دمای محفظه آزمون را تا رسیدن دمای سطح سیلندر به 50°C تا 60°C پایین بیاورید. فشار داخل سیلندر را بین $p_h/67$ و کمتر از ۱۰٪ فشار کاری (۶/۶۷٪ فشار آزمون) به تعداد ۵۰۰۰ چرخه با استفاده از ماده واسطه پر شده در دمای محیط، به‌طور متناوب افزایش و کاهش دهید.

بسامد چرخه نباید از ۵ چرخه در دقیقه بیشتر شود.

در طول آزمون دمای سطح سیلندر باید بین 50°C الی 60°C نگاه داشته شود (با تنظیم پارامترهای محفظه و بسامد چرخه فشار).

هنگامی که تعداد چرخه‌های فشار مورد نیاز تکمیل گردید، فشار داخلی سیلندر را آزاد کرده و دمای سیلندر را در حدود 20°C ثابت نگاه دارید.

پ - آزمون ترکیدن را مطابق با الزامات بند ۸-۵-۴ انجام دهید.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

۱- دمای سطح سیلندر در طول آزمون؛

۲- رطوبت محفظه آزمون؛

۳- واسطه آزمون؛

۴- تعداد چرخه‌های فشار تکمیل شده (یک چرخه کامل، به فشار آزمون مورد نیاز، مثلاً $p_{\max d}$ رسیده است)؛

۵- تعداد حداقل و حداکثر فشارهای بدست آمده در هر چرخه از آزمون؛

۶- بسامد چرخه فشار؛

۷- پارامترهای مشخص شده در بند ۸-۵-۴.

۸-۵-۶-۳ معیار

الف - فشار ترکیدن باید از ۸۵٪ حداقل فشار ترکیدن طراحی بزرگتر باشد.

ب - فشار ترکیدن p_b برای سیلندرهای تقویت‌شده با الیاف کربن نباید از $1/5 \times p_h$ کمتر باشد.

پ - فشار ترکیدن p_b برای سیلندرهای تقویت‌شده با الیاف آرامید نباید از $1/7 \times p_h$ کمتر باشد.

ت - فشار ترکیدن p_b برای سیلندرهای تقویت‌شده با الیاف شیشه نباید از $1/7 \times p_h$ کمتر باشد.

۸-۵-۷ آزمون ضربه‌ی سرعت بالا (شلیک گلوله)

۸-۵-۷-۱ کلیات

این آزمون برای کاربردهای نظامی الزامی و برای سایر کاربردها اختیاری است.

۸-۵-۷-۲ رویه

یک سیلندر باید تا فشار کاری $(0.67 \times p_h)$ با هوا یا نیتروژن یا گازی که برای آن طراحی شده است، پر شود. هشدار- باید اقدامات مناسب برای اطمینان از ایمنی عملیات و مهار هر انرژی که می‌تواند آزاد شود، انجام گیرد.

سیلندر باید طوری قرار داده شود که محل برخورد گلوله در دیواره سیلندر باشد و گلوله با زاویه اسمی ۴۵ درجه نسبت به محل برخورد از طرف دیگر دیواره سیلندر خارج گردد. سیلندرهایی با قطر بالای ۱۲۰ میلی‌متر باید با یک گلوله^۱ ضد زره ۷/۶۲ میلی‌متر (کالیبر ۰/۳ با طول بین ۳۷ میلی‌متر و ۵۱ میلی‌متر) با سرعت اسمی ۸۵۰ متر بر ثانیه مورد اصابت قرار گیرند. گلوله نباید از فاصله‌ای بیش از ۴۵ متر شلیک شود. سیلندر قبل از این که از محل آزمون برداشته شود باید به صورت مطمئنی خالی شده باشد.

سیلندرهایی با قطر ۱۲۰ میلی‌متر و کمتر باید با گلوله ضد زره (یا مشابه) با سرعت اسمی ۸۵۰ متر بر ثانیه مورد اصابت قرار گیرند. گلوله نباید از فاصله‌ای بیش از ۴۵ متر شلیک شود. سیلندر قبل از اینکه از محل آزمون برداشته شود باید به صورت مطمئنی خالی شده باشد.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - نوع گلوله؛

ب - فشار اولیه؛

پ - شرح تخریب؛

ت - اندازه تقریبی دهانه‌های ورود و خروج گلوله.

۸-۵-۷-۳ معیار پذیرش

سیلندر باید به صورت یک تکه باقی بماند. اگر گلوله فوق‌الذکر سیلندر را سوراخ نکند، در این صورت سیلندر آزمون را با موفقیت گذرانده است.

۸-۵-۸ آزمون مقاومت در برابر آتش

۸-۵-۸-۱ کلیات

این آزمون اگر که یک وسیله رهاسازی فشار برای جلوگیری از ترکیدن سیلندر هنگام وقوع آتش‌سوزی حین کاربری، نصب شده باشد، اجباری است ولی برای دیگر کاربردها اختیاری می‌باشد.

دوسیلندر باید با یکی از موارد زیر تجهیز شوند:

الف - شیر و وسیله رهاسازی فشار که مختص کاربری در نظر گرفته شده (اگر کاربری مشخص شده باشد) برای سیلندر باشد؛ یا

ب - شیر دارای صفحه پاره‌شونده^۱ که برای عمل کردن در فشار بین p_h و $1/15 \times p_h$ تنظیم شده باشد. اگر آزمون با تجهیز مورد الف انجام گیرد، مشخصات شیر و وسیله رهاسازی فشار باید در نقشه طراحی و گواهی‌نامه تأیید درج گردد.

سیلندر باید با هوا یا نیتروژن یا گاز در نظر گرفته شده برای کاربری با فشار کاری ($0.67 \times p_h$) پر شود. یک منبع آتش یکنواخت با طول شعله $1/65$ متر باید مورد استفاده قرار گیرد به‌طوری‌که قابلیت در برگرفتن کامل قطر سیلندر را در وضعیت افقی داشته و دمایی برابر یا بیشتر از 590°C در فاصله ۲۵ میلی‌متری زیر سیلندر به مدت دو دقیقه ایجاد نماید.

هر نوع سوختی برای منبع آتش می‌تواند استفاده شود، مشروط بر اینکه گرمای یکنواخت کافی برای نگهداری دمای مشخص شده آزمون، تا زمانی‌که سیلندر خالی شده باشد را تامین نماید. انتخاب یک سوخت باید مسائل مربوط به آلودگی را در نظر بگیرد.

سیلندرها باید به صورت زیر در دو موقعیت افقی و عمودی آزمون شوند.

عمودی. یک سیلندر باید در حالت قائم (شیر در بالاترین قسمت سیلندر برای سیلندرهایی با یک شیر و یک شیر اطمینان) به طوری که پایین‌ترین قسمت سیلندر تقریباً به اندازه 0.1 متر در بالای هیزم در مورد آتش هیزم (چنانچه آتش از هیزم باشد) یا 0.1 متر بالای سطح مایع، (در صورتی‌که آتش ناشی از سوخت مایع است) باشد، قرار داده شود.

افقی. یک سیلندر باید در حالت افقی به‌طوری‌که مرکز آتش در نقطه وسط سیلندر بوده و پایین‌ترین قسمت سیلندر تقریباً به اندازه 0.1 متر بالاتر از شعله آتش هیزم (چنانچه آتش از هیزم باشد) یا 0.1 متر بالای سطح مایع (در صورتی‌که آتش ناشی از سوخت مایع است) باشد، قرار داده شود. وسیله آزادسازی فشار باید در برابر برخورد مستقیم شعله محافظت شود.

سیلندر تا زمان تخلیه فشار تا کمتر از ۷ بار باید در معرض آتش قرار داده شود. سیلندر بعد از آزمون باید به صورت غیر قابل استفاده در آورده شود.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - نوع و ویژگی‌های وسیله آزادسازی فشار؛

ب - فشار اولیه؛

پ - محل نشت؛

ت - دما؛

ث - زمان.

۸-۵-۳ معیار

سیلندر نباید به مدت ۲ دقیقه از شروع آزمون آتش، منفجر شود. سیلندر می‌تواند از طریق وسیله آزادسازی فشار تخلیه شده یا از دیواره سیلندر یا سایر سطوح آن نشت نماید.

یادآوری - این آزمون بر این نکته که فقط یک مجموعه وسیله آزادسازی فشار، سیستم شیر و وسیله آزادسازی فشار را در برابر آتش محافظت می‌کند، دلالت ندارد.

۸-۵-۹ آزمون غوطه‌وری در آب نمک

۸-۵-۹-۱ کلیات

این آزمون برای تمام سیلندرهایی در نظر گرفته شده برای کاربردهای زیر آب و برای سیلندرهایی که دارای مفتول‌های فولادی مقاوم هستند، الزامی است. برای سایر کاربردهای دیگر الزامی نیست.

۸-۵-۹-۲ رویه

سیلندرها نباید رنگ شده باشند ولی از هر نظر دیگری برای استفاده در کاربری مورد نظر، تکمیل شده باشند. لایه داخلی می‌تواند به هر صورتی (که در ارائه طراحی آمده است) برای محافظت در برابر خوردگی، رنگ یا محافظت شده باشد.

الف - مدت زمان غوطه‌وری

دو سیلندر در بسته بدون فشار باید برای یک دوره زمانی ۱ ساعت الی ۲ ساعت در محلول آبی حاوی ۳۵ گرم بر لیتر کلراید سدیم در درجه حرارتی که نباید از 20°C کمتر باشد، باید غوطه‌ور شوند.

پس از دو ساعت فشار هیدرولیکی سیلندر باید افزایش داده شود و در فشار $0.67 \times P_h$ برای مدت زمانی که از ۲۲ ساعت کمتر نباشد، نگهداشته شود.

ب - مدت زمان خشک کردن

سپس سیلندرهایی تحت فشار باید از آب نمک خارج شوند و در معرض خشک کردن در شرایط محیطی طبیعی در طول مدت زمانی که نباید از ۲۲ ساعت کمتر باشد، قرار گیرند.

در طی این دوره زمانی خشک کردن، سیلندرها باید تحت فشار قرار گیرند. فشار هیدرولیکی سیلندر باید افزایش داده شود و در فشار $0.67 \times P_h$ برای مدت زمانی که از ۲ ساعت کمتر نباشد، نگهداشته شود. سپس فشار باید برداشته شود.

چرخه شامل این دو دوره زمانی "الف" و "ب" را ۴۵ بار تکرار کنید.

پس از اتمام این آزمون‌ها، یکی از دو سیلندر باید مطابق بند ۸-۵-۴ تا ترکیدن تحت فشار هیدرولیکی قرار گیرد و سیلندر دیگر باید مطابق بند ۸-۵-۵ تحت چرخه فشار قرار گیرد.

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

۱- دما محلول حداقل یک بار در روز؛

۲- فشار پرکردن؛

۳- مدت زمان غوطه‌وری؛

۴- پارامترهای مشخص شده در بند ۸-۵-۴؛

۵- پارامترهای مشخص شده در بند ۸-۵-۵.

۸-۵-۹-۳ معیار

- الف - فشار ترکیدن p_b نباید از $1/67 \times p_h$ برابر فشار آزمون طراحی سیلندر کامپوزیت کمتر باشد.
- ب - دومین سیلندر باید معیارهای آزمون چرخه تحت شرایط محیطی بند ۸-۵-۵ را برآورده نماید.

۸-۵-۱۰ آزمون گشتاور

۸-۵-۱۰-۱ رویه

بدنه سیلندر باید به‌صورتی نگاه داشته شود که از چرخش آن جلوگیری شود. شیر مربوطه باید بر روی سیلندر بسته شده و ۱۵۰٪ سفت‌تر از حداکثر گشتاور مشخص شده در استاندارد ISO13341 برای ماده لایه داخلی مربوطه یا چنانچه استاندارد ISO 13341 کاربرد ندارد، مطابق توصیه‌های سازنده، بسته شود. پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - نوع و جنس؛

ب - رویه شیربندی؛

پ - گشتاور اعمال شده.

۸-۵-۱۰-۲ معیار پذیرش

گلولی و رزوه‌های سیلندر باید در محدوده رواداری‌های نقشه و ابزار اندازه‌گیری باقی بمانند.

۸-۵-۱۱ آزمون گسیختگی حاصل از اعمال هم‌زمان تنش و شرایط محیطی خاص

۸-۵-۱۱-۱ رویه

این آزمون باید فقط بر روی سیلندرهایی انجام شود که الیاف شیشه یا آرامید در آن‌ها، وظیفه تحمل مقداری از فشار را دارد. برای یک عمر طراحی تا ۲۰ سال دو سیلندر باید به‌صورت هیدرولیکی تحت فشار p_h قرار گرفته و به مدت ۱۰۰۰ ساعت در این فشار نگه داشته شوند.

برای عمر طراحی برابر ۲۰ سال یا بیشتر از آن، آزمون باید برای ۲۰۰۰ ساعت انجام گیرد. آزمون باید در دمای حداقل $5^{\circ}\text{C} \pm 7^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی برابر یا بیشتر از ۹۵٪ انجام شود. استفاده از پاشش آب و یا معلق نمودن سیلندر بر روی حمام آب، الزامات این آزمون را برآورده می‌نماید. بعد از این آزمون سیلندرها باید در معرض آزمون ترکیدن قرار گیرند (به بند ۸-۵-۴ رجوع کنید).

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:

الف - دما و رطوبت نسبی حداقل دو بار در روز؛

ب - فشار سیلندر حداقل دو بار در روز؛

پ - فشار ترکیدن.

۸-۵-۱۱-۲ معیار

سیلندر نباید هیچ‌گونه تغییر شکل قابل رویت یا شل‌شدگی الیاف (ریش ریش شدن) از خود نشان دهد و فشار ترکیدن p_b باید مساوی یا بزرگتر از ۱۰۰٪ حداقل مقدار ترکیدن الزام شده در آزمون ترکیدن (به بند ۸-۵-۴ رجوع شود) برای الیاف مربوطه باشد.

۸-۵-۱۲ آزمون سقوط

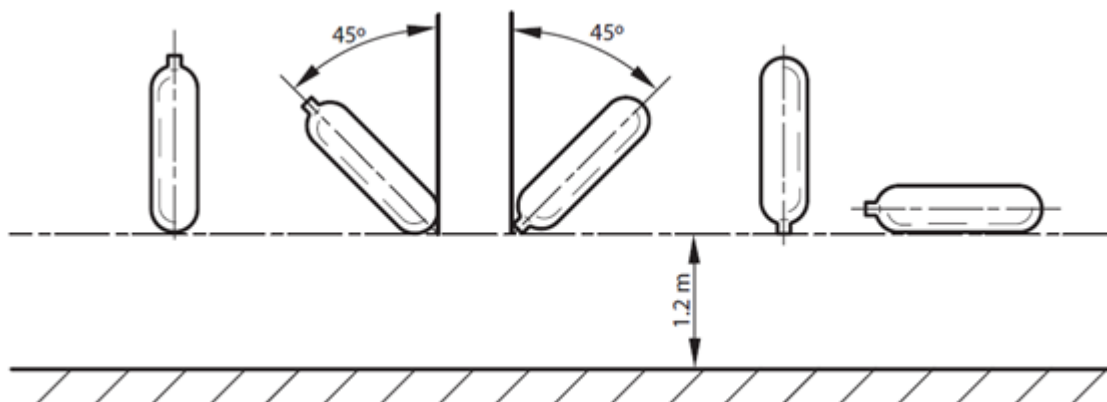
۸-۵-۱۲-۱ کلیات

این آزمون فقط برای سیلندرهایی با فشار آزمون کمتر از ۶۰ بار کاربرد دارد.

۸-۵-۱۲-۲ رویه

دو سیلندر باید تا ۵۰٪ ظرفیت با آب پر شده و یک درپوش در انتهای هر سیلندر بسته شود. هر دو سیلندر باید دو بار در هر یک از پنج موقعیت نشان داده در شکل ۱ بر روی یک صفحه فولادی با حداقل ضخامت پنج میلی-متر، از یک ارتفاع ۱٫۲ متری به پایین انداخته شوند. صفحه محافظ باید به اندازه‌ای صاف باشد که اختلاف سطح بین هر دو نقطه بر روی سطح آن بیش از ۲ میلی-متر نباشد. یک سیلندر باید در معرض آزمون ترکیدن مطابق بند ۸-۵-۴ قرار گیرد. سیلندر دیگر باید تحت آزمون چرخه فشار مطابق بند ۸-۵-۵ قرار گیرد.

ابعاد بر حسب متر



شکل ۱ - آزمون سقوط

پارامترهایی که باید پایش شده و ثبت شوند عبارتند از:
الف - نمود ظاهری بعداز هر سقوط - موقعیت و ابعاد اثرات آسیب ضربه‌ای ثبت گردد؛

ب - پارامترهای مشخص شده در بند ۸-۵-۴؛

پ - پارامترهای مشخص شده در بند ۸-۵-۵.

۸-۵-۱۳-۳ معیار

سیلندر اول: فشار ترکیدن، p_b ، باید مساوی یا بزرگتر از ۱۰۰٪ حداقل مقدار ترکیدن الزام شده در آزمون ترکیدن (به بند ۸-۵-۴ رجوع شود) برای الیاف مربوطه باشد.

سیلندر دوم: سیلندر باید الزامات آزمون چرخه تحت شرایط محیطی را برآورده نماید (به بند ۸-۵-۵ رجوع شود).

۸-۶ عدم موفقیت در آزمون‌های تائید نوع

در صورت عدم برآورده شدن الزامات آزمون، بررسی علت عدم موفقیت و آزمون مجدد مطابق بند ۹-۵ باید انجام شود.

۹ بازرسی و آزمون بهر تولید

۹-۱ لایه داخلی

۹-۱-۱ هر بهر تولید از لایه‌های داخلی برای اطمینان از انطباق با مشخصات طراحی باید آزمایش شده و از نظر ابعادی کنترل شود. بازرسی‌هایی که باید مطابق با رویه‌های اجرایی تضمین کیفیت سازنده انجام شوند از الف تا ج فهرست شده‌اند.

الف - بازرسی چشمی از پرداخت نهایی سطح داخلی و خارجی؛

ب - ابعاد؛

پ - چین‌خوردگی‌های گلویی. چین‌خوردگی داخلی در ناحیه گلویی لایه داخلی مجاز نمی‌باشد. جمع‌شدگی‌های هموار ماده در گلویی، که دارای چین‌خوردگی‌های با انتهای تیز نباشند، مجاز است.

ت - حداقل ضخامت دیواره؛

ث - ظرفیت آبی؛

ج - انطباق رزوه.

۹-۱-۲ اگر سیلندرهای تکمیل شده تحت آزمون فشار تائید هیدرولیک قرار می‌گیرند، تمامی لایه‌های داخلی (اگر عملیات حرارتی شده باشند) باید مطابق با استاندارد ISO 6506-1 و یا استاندارد ISO 6508-1 بعد از عملیات حرارتی مورد آزمون سختی قرار گرفته و به حدود مشخص شده در بند ۷-۲-۲ برسند.

اگر یک سیلندر تکمیل شده تحت آزمون انبساط حجمی هیدرولیکی قرار گیرد، ۵٪ لایه‌های داخلی مطابق با استاندارد ISO 6606-1 و یا استاندارد ISO 6508-1 باید مورد آزمون سختی قرار گرفته و به حدود مشخص شده در بند ۲-۲-۷ برسند.

۳-۱-۹ برای لایه‌های داخلی عملیات حرارتی شده، یک لایه داخلی از هر بهر تولید لایه‌های داخلی برای تأیید اینکه خواص مکانیکی، حداقل الزامات طراحی مطابق با استاندارد مربوطه برای ماده لایه داخلی را برآورده می‌کنند، باید مورد آزمون قرار گیرد (به بند ۲ رجوع شود). برای سیلندرهایی با ظرفیت آبی بالای ۱۰ لیتر یک نمونه به عنوان نماینده می‌تواند برای عملیات حرارتی جایگزین شود.

۴-۱-۹ برای لایه‌های داخلی عملیات حرارتی نشده، یک لایه داخلی از هر بهر تولید لایه‌های داخلی برای تأیید خواص مکانیکی مطابق بند ۳-۵-۸ مورد آزمون قرار گرفته تا تأیید نماید که خواص مکانیکی، حداقل الزامات طراحی را برآورده می‌کنند.

۵-۱-۹ سابقه‌ای از آزمون‌های انجام شده باید توسط سازنده سیلندر باید نگهداری شود. نمونه‌هایی مناسب از گواهی آزمون در پیوست ب آورده شده است.

۶-۱-۹ در صورت عدم برآورده شدن الزامات آزمون‌ها، بررسی علت عدم موفقیت و انجام آزمون‌های مجدد مطابق بند ۲-۹ باید انجام شود.

۲-۹ شکست آزمون‌های بهر تولید لایه داخلی

۹-۲-۱ اگر هر کدام نتایج آزمون رضایت‌بخش نباشد و اگر بازرس متقاعد شود که این امر به علت خطا در انجام آزمون بوده است، یک آزمون مجدد با همان لایه داخلی مجاز می‌باشد یا در صورتی که امکان‌پذیر نباشد به یکی از روش‌های زیر الف یا ب اقدام شود.

الف - آزمون مورد سوال باید بر روی یک لایه داخلی یا حلقه آزمون از همان بهر تولید تکرار شود و اگر نتایج رضایت‌بخش باشد، بهر تولید باید پذیرفته شود.

ب - هرگاه مشخص شود که عملیات حرارتی ناکافی بوده است، لایه‌های داخلی باید دوباره عملیات حرارتی شوند و مطابق بندهای ۲-۱-۹ و ۳-۱-۹ مجدداً مورد آزمون قرار گیرند. اگر نتایج رضایت‌بخش باشد، بهر تولید باید پذیرفته شود. این عملیات حرارتی مجدد را می‌توان فقط یک بار انجام داد.

۲-۲-۹ هرگاه نتایج ثبت شده از کوره عملیات حرارتی نشان دهد که زمان پیرسختی مصنوعی ناکافی بوده است، باید زمان قرار گرفتن در دمای پیرسختی بیشتر شود.

۳-۲-۹ اگر نتایج حاصل از آزمون مجدد یا تکرار عملیات حرارتی رضایت‌بخش نباشند لایه‌های داخلی بهر تولید باید معدوم شوند.

۳-۹ مواد لایه پیچشی

۱-۳-۹ گواهی تأمین‌کننده در مورد خواص مواد باید به عنوان تأیید انطباق به کار برده شود. استحکام الیاف نباید کمتر از مقدار مشخص شده در مستندات ذکر شده در بند ۳-۲-۷ باشد.

۹-۳-۲ اگر گواهی موجود نباشد، هر بهر از مواد رشته‌ای باید مطابق با استاندارد ISO 13341 برای الیاف شیشه، استاندارد ASTM D7267 برای الیاف آرامید و استاندارد ISO 10618 برای الیاف کربن یا یک استاندارد معادل مناسب دیگری، تحت آزمون دسته رشته آغشته قرار گیرند. استحکام الیاف نباید از مقدار مشخص شده در مستندات ذکر شده در بند ۷-۲-۳ کمتر باشد.

۹-۳-۳ هر بهر سیم فولادی باید تحت آزمون کشش مطابق با استاندارد ISO 6892-1 یا دیگر استانداردهای معادل شناخته شده و مورد تأیید بازرسی قرار گیرند. استحکام سیم نباید کمتر از مقدار مشخص شده در مستندات ذکر شده در بند ۷-۲-۳ باشد.

۹-۴ سیلندر کامپوزیتی

۹-۴-۱ بازرسی باید گواهی نماید که طراحی، ساخت، بازرسی و آزمون مطابق این استاندارد انجام شده است. یک نمونه فرم گواهی تأیید در پیوست ب آورده شده است.

۹-۴-۲ هر بهر تولید از سیلندره‌ای کامپوزیتی به منظور اطمینان از انطباق با استاندارد طراحی باید مورد آزمایش و بررسی قرار گیرند. بازرسی‌هایی که باید مطابق با رویه‌های تضمین کیفیت سازنده انجام شوند عبارتند از:

الف - بازرسی چشمی از پرداخت نهایی سطح داخلی و خارجی؛

ب - ابعاد؛

پ - نشانه‌گذاری‌ها؛

ت - ظرفیت آبی؛

ث - وزن؛

ج - تمیزی ظاهری؛

چ - کشش الیاف (اگر عملی باشد).

۹-۴-۳ سطوح داخلی و خارجی سیلندر تکمیل شده باید عاری از عیوب و باقیمانده‌های فرآیند تولید باشد که بر روی ایمنی کار سیلندرها اثر منفی خواهند گذاشت.

یادآوری - به استانداردهای ISO 9809-1, ISO 9809-2, ISO 9809-3 و ISO 7866 برای راهنمایی در مورد عیوب احتمالی در لایه‌های داخلی فلزی مراجعه کنید.

۹-۴-۴ هر سیلندر تکمیل شده باید تحت آزمون تأیید هیدرولیک (مطابق بند ۸-۵-۱) یا آزمون انبساط حجمی (مطابق با بند ۸-۵-۲) در فشار آزمون طراحی که در مستندات بند ۷-۴-۲ درج شده است و همان‌طوری که در رویه‌های تضمین کیفیت سازنده مشخص شده است، قرار گیرد.

۹-۴-۵ یک آزمون چرخه فشار باید بر روی یک سیلندر تکمیل شده از هر پنج بهر تولیدی (با حداکثر ۱۰۰۰ سیلندر که به‌صورت متوالی تولید شده‌اند) انجام شود. سیلندر مورد آزمون باید به‌صورت تصادفی از پنج بهر تولیدی انتخاب شود. اگر سیلندر در آزمون مردود شود، تا بررسی‌های انجام گرفته مطابق بند ۹-۵ تمام نشده باشد هیچ یک از پنج بهر تولیدی نباید ترخیص شوند.

سیلندر باید تحت یک آزمون چرخه فشار هیدرولیک در فشار آزمون، p_h ، برای کاربری‌های غیرخاص یا در حداکثر فشار گاز ایجاد شده در دمای 65°C ، $p_{\max}$ ، برای کاربری یک گاز خاص، قرار گیرد. رویه باید مطابق بند ۵-۵-۸ باشد به‌جز این‌که آزمون می‌تواند، متناسب با طراحی، بعد از ۱۲۰۰۰ چرخه هیدرولیک تا فشار آزمون یا ۲۴۰۰۰ چرخه تا حداکثر فشار ایجاد شده یا بعد از N یا N_d چرخه متوقف شود، جایی که:

$N = t \times 250$ چرخه تا فشار آزمون به ازای هر سال از عمر طراحی یا

$N_d = t \times 500$ چرخه تا حداکثر فشار ایجاد شده به ازای هر سال از عمر طراحی

جایی که t تعداد سال‌های عمر طراحی می‌باشد.

سیلندرهایی با فشار آزمون ۶۰ بار و بیشتر باید N چرخه تحت فشار تا فشار آزمون، p_h ، (تا حداکثر ۱۲۰۰۰ چرخه) یا N_d چرخه فشار تا حداکثر فشار ایجاد شده، $p_{\max}$ (تا حداکثر ۲۴۰۰۰ چرخه) را بدون ترکیدگی یا نشتی را تحمل کنند. سیلندرهایی با فشار آزمون کمتر از ۶۰ بار باید ۱۲۰۰۰ چرخه فشار تا فشار آزمون، p_h ، را بدون ترکیدگی یا نشتی تحمل نمایند.

۹-۴-۶ یک سیلندر از هر بهر تولید سیلندرهای تکمیل شده باید مطابق بند ۵-۵-۴ تحت آزمون ترکیدن قرار گیرد.

یادآوری - سیلندر استفاده شده در آزمون چرخه فشار (به بند ۹-۴-۵ رجوع شود) را می‌توان برای این آزمون استفاده کرد. فشار ترکیدن، p_b ، باید مطابق معیارهای آزمون ترکیدن سیلندر که در بند ۵-۵-۴ برای الیاف مربوطه مشخص شده است، باشد.

۹-۵ رد شدن سیلندر حین آزمون تأیید نوع یا بهر تولید

۹-۵-۱ در صورت عدم برآورده شدن الزامات آزمون چه حین انجام تولید (آزمون بهر تولید) و چه هنگامی که آزمون‌های تأیید نوع طراحی نتایج رضایت‌بخشی را ارائه نمی‌دهند، بررسی علت شکست و آزمون مجدد باید انجام شود.

۹-۵-۲ در صورت وجود مدرکی از یک خطا در انجام آزمون یا وجود خطاهای اندازه‌گیری، در صورت امکان آزمون نباید مجدداً بر روی همان سیلندر انجام شود. اگر این امر ممکن نباشد، یک آزمون دوم باید بر روی یک سیلندر که به‌صورت تصادفی از بهر تولید انتخاب شده است، انجام شود. اگر نتایج این آزمون رضایت‌بخش باشد، آزمون اول باید نادیده گرفته شود.

۹-۵-۳ اگر آزمون به روش رضایت‌بخشی انجام شده باشد باید:

الف - علت شکست باید شناسایی شده و رویه مشروح در بندهای ۹-۵-۴ یا ۹-۵-۵ دنبال شود، یا

ب - بهر تولید باید مردود اعلام شده و معدوم شود.

۹-۵-۴ اگر علت مردودی مشخص شود، سیلندرهای معیوب می‌توانند با یک روش تأیید شده احیاء شوند یا در غیر این صورت باید مردود اعلام گردند. تمام سیلندرهای بهر تولید مرتبط با سیلندر رد شده باید مورد آزمون قرار بگیرند و سیلندرهای قبول شده و رد شده باید به‌صورت دو بهر تولید جداسازی شوند. آزمون ناموفق باید با تعداد سیلندر الزام شده در بندهای ۸-۵-۴ یا ۸-۵-۵ (در صورت امکان) برای هر دو بهر تولید تکرار شود.

برای سیلندرهای مردود شده حین آزمون تمامی بهر تولید، فقط سیلندرهای تعمیر شده نیاز به آزمون مجدد دارند. اگر یک یا چند آزمون حتی به صورت جزئی رضایت بخش نباشند، تمام سیلندرهای بهر(های) تولید که تحت این آزمون‌ها قرار گرفته‌اند باید مردود اعلام شوند.

۹-۵-۵ به عنوان راه حلی دیگر، علت رد شدن می‌تواند مورد بررسی قرار گرفته و اگر علت مشخص گردد، سیلندرهای معیوب در بهر تولید باید از بهر تولید خارج شده و آزمون ناموفق باید مجدداً با تعداد سیلندرهای الزام شده در بند ۸-۵-۴ یا ۸-۵-۵ (در صورت امکان) برای بهر تولید اولیه تکرار شود.

۹-۵-۶ اگر یک بهر تولید در سری آزمون‌های مجدد مردود شود، سیلندرهای بهر تولید باید معدوم شوند و برای نگهداری گاز تحت فشار غیرقابل استفاده قلمداد گردند.

۱۰ نشانه گذاری سیلندر

۱۰-۱ کلیات

هر سیلندر کامپوزیتی تکمیل شده که الزامات این استاندارد را برآورده می‌نماید، باید به صورت دائم و خوانا مطابق استانداردهای ISO 13769 و ISO 7225 نشانه گذاری شود، به جز اینکه وزن خالی باید وزن اسمی باشد. نشانه گذاری‌های حک شده باید در یک منطقه کم تنش باشند.

۱۰-۲ نشانه گذاری‌های تکمیلی

۱۰-۲-۱ اگر امکان پذیر باشد سیلندر باید با استفاده از یک برچسب متصل به سطح سیلندر، در رزین یا زیر لایه‌ای از الیاف شیشه چسبانده می‌شود، به صورت دائم و خوانا نشانه گذاری گردد. اطلاعات کاربردی‌ای که باید بر روی برچسب درج شود، به نوع استفاده از سیلندر بستگی دارد، ولی باید از میان موارد زیر انتخاب شود:

الف - **"هشدار- این سیلندر را فقط با << گاز یا گازهای نام برده شده >> پر کنید"** هرگاه یک سیلندر قرار است برای کاربری گاز اختصاصی مورد استفاده قرار گیرد.

ب - **"هشدار- این سیلندر بایک وسیله رهاسازی فشار << نامبرده شده >> تایید شده است"** هرگاه یک سیلندر با یک وسیله رهاسازی فشار (به بند ۸-۵-۸ رجوع کنید) مخصوص تایید شده است.

پ - **"حداکثر گشتاور << گشتاور توصیه شده سازنده >>"**، هرگاه گشتاور بستن شیر با مقادیر داده شده در ISO 13341 مطابقت ندارد یا این که نوع روزه سیلندر در ISO 13341 ذکر نشده است.

ت - مشخصات قطعاتی که به صورت دائمی به سیلندر متصل شده‌اند و بخشی از طراحی تایید شده (حلقه‌های گلوبی، پایه‌های محافظ و غیره) را تشکیل می‌دهند با دستورالعمل‌هایی که آن‌ها نباید در بازرسی‌های دوره‌ای جدا شوند.

ث - سایر نشانه گذاری‌های تکمیلی مانند تاریخ‌های آزمون مجدد، نام مشتری و غیره .

۱۰-۲-۲ همه برچسب‌ها باید به وضوح با حروفی که ارتفاع آن‌ها از ۳ میلی‌متر کمتر نیست، نشانه گذاری شده باشند.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

نمونه گواهی تأیید طراحی

گواهی تأیید طراحی - سیلندره‌های کامپوزیتی کمر پیچ

صادره توسط (مقام ذیصلاح مربوطه) بر اساس استاندارد ISO-11191-1، سیلندره‌های گاز - سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز قابل پرکردن مجدد - طراحی، ساخت و آزمون - بخش ۱: سیلندرها و تیوب‌های کامپوزیتی گاز تقویت شده با الیاف کمرپیچ تا ظرفیت ۴۵۰ لیتر.

شماره تأییدیه: تاریخ:
 شرح سیلندر: (خانواده سیلندرهایی که تأیید نوع دریافت نموده‌اند)
 شماره نقشه سازنده:
 عمر طراحی: زیر آب: گشتاور ویژه: وسیله آزادسازی فشار:
 عملیات حرارتی لایه داخلی: جزئیات:

سیلندر تکمیل شده		لایه داخلی		ماده کامپوزیتی	
حجم	l	ماده		الیاف/سیم	
فشار آزمون	bar	حداقل ضخامت	mm	استحکام کششی الیاف / سیم	MPa
قطر	mm	حداقل استحکام تسلیم	MPa	مدول الیاف / سیم	GPa
طول	mm	حداقل استحکام کششی	MPa	اجزای زمینه	
رزوه		ازدیاد طول	%	استحکام برشی	MPa
فشار اتوفرتاژ	bar	حداقل فشار ترکیدن	bar	ضخامت	mm

گازهای سازگار:
 سازنده یا نمایندگی فروش: (نام و آدرس سازنده یا نمایندگی فروش آن)

 نوع نشان تأیید:
 جزئیات نتایج آزمایش طراحی برای تأیید طراحی که در گزارش آزمون تأیید نوع به تفصیل آمده است.

 تمامی اطلاعات می‌تواند کسب شود از (نام و آدرس نهاد تأییدکننده)
 تاریخ: مکان:
 امضاء:

پیوست ب
(اطلاعاتی)
گزارش‌های نمونه آزمون

گزارش نهاد تصدیق‌کننده:
تولید سیلندرهای کامپوزیتی گاز کمر پیچ طبق استاندارد

..... نهاد بازرسی تأییدشده:
..... نشان نهاد بازرسی تأیید شده:
..... شماره گواهی‌نامه:
..... محل: تاریخ:
..... سیلندرها تولید شده‌اند توسط:
..... نشان سازنده:
..... تولید شده برای
..... ارسال برای فروش به:
..... تعداد: اندازه کلی (mm): قطر خارجی تا طول
..... شماره سریال‌ها: تا شامل شماره‌های اول و آخر

استاندارد

..... شماره نقشه:
..... تاریخ آزمون فشار هیدرولیک:
..... فشار آزمون (بار):
..... ظرفیت آبی (لیتر):
..... گاز: فشار پرکردن (دائمی) (بار):
..... نسبت پرکردن (مایع شده) (بار):
..... وزن سیلندر (به کیلوگرم) : حداقل: حداکثر: بدون شیر
..... حداقل: حداکثر: با شیر

یادآوری - اعداد داخل پرانتز به بندهای این استاندارد اشاره دارد.

هر سیلندر با پیچش رشته‌های آغشته به رزین یا تقویت‌کننده سیم فولادی به دور یک لایه داخلی بدون درز ساخته شده است. (متناسب با روش تولید می‌توان این جمله را تغییر داد).

ماده لایه داخلی با نام..... تامین شده توسط..... و آنالیز ماده در محدوده مورد نظر بود.

هر لایه داخلی توسط یک فرآیند تأیید شده (۴-۴-۱)، عملیات حرارتی شده توسط یک روش مناسب و کنترل سختی شده، تولید شده است. نتایج آزمون‌های مکانیکی رضایت‌بخش بوده است (به بند ۹-۱-۳ رجوع شود). لایه پیچشی توسط پیچش تحت کشش کنترل‌شده اعمال شده است.

رشته	شیشه	کربن	آرامید	فولاد
با نام				
تامین شده توسط				
آغشته شده با رزین با نام				
تولید شده توسط				
مشخص شده با شماره بسته و بعد از پیچش مطابق استاندارد سازنده پخت شده است.				
استحکام دسته رشته‌ها تأیید شد و رضایت بخش بوده است.				
هر سیلندر تحت فشار اتوفرتاژ برای زمان تقریبی..... بوده است (در صورت لزوم)				
هر سیلندر تحت یک آزمون فشار تأیید (۸ - ۵ - ۱) یا آزمون انبساط حجمی هیدرولیک (۸-۵-۲) در فشار آزمون ذکر شده در بالا قرار گرفته است.				
نتایج آزمون‌های چرخه فشار و ترکیدن بهر تولید رضایت‌بخش بوده است.				
هر سیلندر مطابق الزامات این استاندارد (بند ۱۰) نشانه‌گذاری شده است.				
ما بدین وسیله گواهی می‌کنیم که هر کدام از سیلندرهاى فوق به‌طور کامل الزامات استاندارد ملی را برآورده می‌سازند.				
برای و از طرف سازنده				
برای و از طرف نهاد بازرسی تأییدشده				

گزارش‌های نمونه آزمون (ادامه)

۱- آزمون‌های مکانیکی بر روی لایه‌های داخلی بدون درز

شناسه شماره بهر تولید	ابعاد نمونه آزمون mm	استحکام تسلیم 0.2% MPa	استحکام کششی MPa	ازدیاد طول %
--------------------------	-------------------------	---------------------------	---------------------	-----------------

برای و از طرف سازنده:

۲- گواهی آزمون انبساط حجمی هیدرولیک برای سیلندره‌های کامپوزیتی

شماره سفارش مشتری

آزمون شده با فشار و مطابق با

شماره سازنده:

شماره سیلندر	تاریخ آزمون	شماره ذوب لایه داخلی	انبساط کل ml	انبساط دائمی ml	نسبت انبساط دائمی به کل %	وزن سیلندر پر kg	وزن سیلندر خالی Kg	ظرفیت آبی l
-----------------	----------------	----------------------------	--------------------	-----------------------	---------------------------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------

اظهار شده بوسیله از طرف تاریخ

(برای سازنده)

گواهی شده بوسیله تاریخ

(نهاد بازرسی تأیید شده)

پیوست پ

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [1] ISO 7438, Metallic materials — Bend test¹
- [2] ISO 10156, Gases and gas mixtures — Determination of fire potential and oxidizing ability for theselection of cylinder valve outlets²
- [3] ISO 11114-2: Gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 2:Non-metallic materials³
- [4] ISO 11117, Gas cylinders — Valve protection caps and valve guards — Design, construction and tests⁴
- [5] ISO 11439, Gas cylinders — High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuelfor automotive vehicles
- [6] ISO 11623^[6], Transportable gas cylinders — Periodic inspection and testing of composite gas cylinders⁵
- [7] ISO 14130, Fibre-reinforced plastic composites — Determination of apparent interlaminar shearstrength by short-beam method
- [8] ASTM D2290, Standard test method for apparent hoop tensile strength of plastic or reinforced plasticpipe by split disk method
- [9] ASTM D 2291, Standard practice for fabrication of ring test specimens for glass–resin composites
- [10] ASTM D2344, Standard test method for short-beam strength of polymer matrix composite materialsand their laminates
- [11] EN 3-7, Portable fire extinguishers — Part 7: Characteristics, performance requirements and test methods
- [12] EN 144-1, Respiratory protective devices — Gas cylinder valves — Part 1: Thread connections forinsert connector
- [13] CGA Pamphlet C-6.2, Guidelines for visual inspection and re-qualification of fiber reinforced highpressure cylinders. Arlington, VA: Compressed Gas Association
- [14] CGA C14, Procedures for testing of DOT cylinder pressure relief device systems. Arlington, VA:Compressed Gas Association

۱ - استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۶ با منبع ISO 7438:2005 تدوین شده است.

۲ - استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۶۵۶ با منبع ISO 10156:2010+cor12010 تدوین شده است.

۳ - استاندارد ملی ایران به شماره ۲ - ۱۴۶۵۵ با منبع ISO 11114-2:2013 تدوین شده است.

۴ - استاندارد ملی ایران به شماره ۷۸۰۵ با منبع ISO 11117:1998 تدوین شده است.

۵ - استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۹۵۳ با منبع ISO 11623:2002 تدوین شده است.

[15] United nations. Recommendations on the transport of dangerous goods: Model regulations, 17th edition, 2 vols. New York, NY: United Nations, 2011. (ST/SG/AC.10/1/Rev.17).