

1 دامنه کاربرد

این بخش از ISO 1167 یک روش آزمون عمومی را برای تعیین مقاومت لوله‌ها، اتصالات و سیستم‌های لوله‌کشی ترموپلاستیک، انتقال سیالات، در برابر فشار هیدروستاتیکی داخلی در دمای معین مشخص می‌کند.

این روش، آزمون‌های آب در آب، آب در هوا و آب در مایع را پوشش می‌دهد.

4 اصل روش

پس از آماده‌سازی، قطعات آزمون به مدت مشخص یا تا زمان شکست یک یا چند قطعه آزمون، تحت فشار هیدروستاتیکی داخلی ثابت و مشخص قرار می‌گیرند.

در طول آزمون، قطعات آزمون در محیطی با دمای ثابت و مشخص نگهداری می‌شوند؛ این محیط می‌تواند آب («آزمون آب در آب»)، مایع دیگری («آزمون آب در مایع») یا هوا («آزمون آب در هوا») باشد.

پارامترهای آزمون زیر باید توسط استاندارد یا مشخصاتی که به این بخش از ISO 1167 ارجاع می‌دهد، تعیین شوند:

(a) نوع کلاهک انتهایی مورد استفاده (به 5.1 و 4.1، ISO 1167-2:2006 مراجعه شود)؛

(b) دمای آزمون؛

(c) برای اهداف ارزیابی، SDR یا سری S یا اندازه لوله یا اتصالی که باید استفاده شود؛

(d) تعداد قطعات آزمون؛

(e) فشار آزمون، p ، یا تنش محیطی (حلقوی)، σ ، که باید توسط فشار آزمون ایجاد شود؛

(f) نوع آزمون، یعنی «آب در آب»، «آب در مایع» یا «آب در هوا»؛

(g) مدت آزمون تحت فشار و معیارهای شکست؛

(h) الزامات یا الگوهای الزامات، در صورت وجود، که شروع آزمون‌های اضافی را تعیین می‌کنند.

5 دستگاه

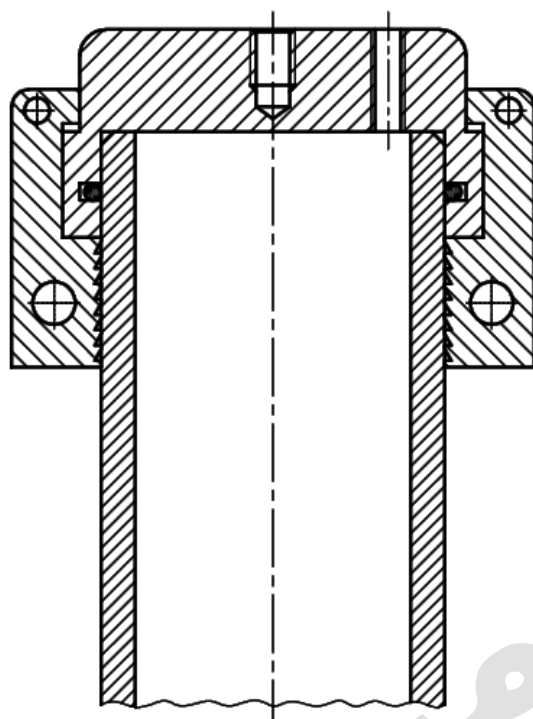
5.1 کلاهک‌های انتهایی که به دو انتهای قطعه آزمون متصل می‌شوند. کلاهک‌های انتهایی باید با استفاده از سیستم یا روش مناسب، امکان آب‌بندی و اتصال به تجهیزات اعمال فشار و همچنین تخلیه هوا پیش از آزمون را فراهم کنند.

کلاهک‌های انتهایی باید یکی از انواع زیر باشند.

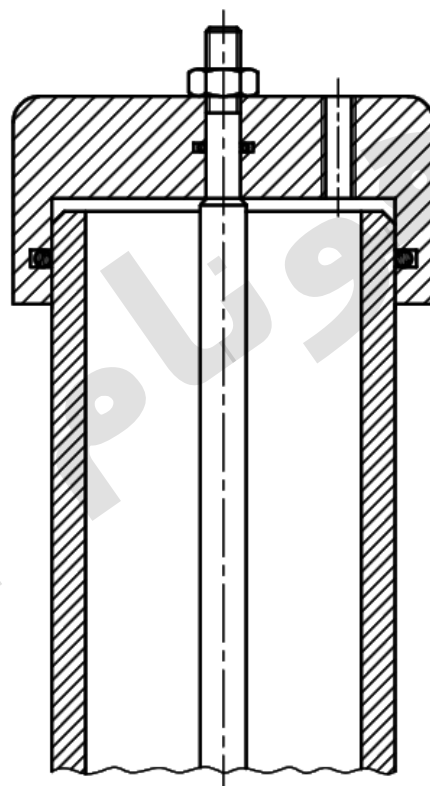
نوع A: اتصالاتی که به صورت صلب به قطعه آزمون متصل هستند، اما به یکدیگر متصل نیستند و بنابراین نیروی محوری هیدروستاتیکی را به قطعه آزمون منتقل می‌کنند؛ برای مثال، مطابق شکل 1 یا معادل آن. این کلاهک‌ها می‌توانند شامل صفحات فلنج‌داری در دو انتهای یک لوله با قطر بزرگ باشند و در صورتی که فلنج‌ها، کلاهک‌ها، دریوش‌ها یا صفحات از ماده‌ای سازگار با قطعات آزمون ساخته شده باشند، می‌توانند به صورت اختیاری جوش حرارتی یا فیوژن شوند.

نوع B: بوشن‌هایی فلزی که با اتصالات آب‌بندی‌کننده روی سطح خارجی قطعه آزمون نصب شده و به یکدیگر متصل می‌شوند؛ بنابراین نیروی محوری هیدروستاتیکی را به قطعه آزمون منتقل نمی‌کنند. این بوشن‌ها می‌توانند شامل یک یا چند میله فلزی باشند؛ به شکل 1 مراجعه شود. میله‌ها باید حرکت طولی کافی را در دو انتهای قطعات آزمون فراهم کنند تا از کمانش ناشی از انبساط حرارتی جلوگیری شود. در صورت استفاده از میله‌های خارجی، باید از تماس سطح خارجی قطعه آزمون با یک یا چند میله در طول آزمون جلوگیری شود. در غیر این صورت، آزمون معتبر نخواهد بود.

به جز گیره‌های دنداندار، هر لبه تیزی که با سطح خارجی لوله تماس پیدا می‌کند باید گرد شود.
ماده تشکیل‌دهنده کلاهک انتهایی ممکن است اثر نامطلوبی بر قطعه آزمون داشته باشد؛ بنابراین، تا حد امکان باید از چنین موادی اجتناب شود.
برای آزمون اجزا، کلاهک‌های انتهایی باید با تجهیزات فشاربندی شده مطابق ISO 1167-3 جایگزین شوند.
برای تعیین استحکام هیدروستاتیکی بلندمدت مواد مطابق ISO 9080، باید از کلاهک‌های انتهایی نوع A استفاده شود.
یادداشت: پذیرفته شده است که زمان شکست می‌تواند به نوع کلاهک‌های انتهایی مورد استفاده وابسته باشد.



a) Type A



b) Type B

Figure 1 — Examples of end caps for internal pressure testing

5.2 مخزن، پر شده از آب یا مایع دیگر، که مطابق استاندارد مرجع در دمای ثابت و با تolerانس $\pm 1^\circ\text{C}$ نگهداری می‌شود، یا **آون** که دمای آن باید در مقدار تعیین شده و با تolerانس $-1\ldots+2^\circ\text{C}$ حفظ شود.

هنگامی که محیطی غیر از آب استفاده می‌شود، باید اقدامات احتیاطی لازم، به ویژه اقدامات مربوط به ایمنی و هرگونه برهم‌کنش بین مایع و ماده یا مواد قطعه آزمون، انجام شود.

هنگامی که از محیط‌هایی غیر از آب استفاده می‌شود، آزمون‌هایی که با هدف مقایسه انجام می‌شوند باید در یک محیط یکسان اجرا شوند.

از آنجا که نتایج به شدت تحت تأثیر دما قرار دارند، تolerانس دما باید تا حد امکان و در محدوده‌های تعیین شده کوچک نگه داشته شود؛ برای مثال، با استفاده از گردش اجباری سیال.

در آزمون در هوا، دمای سطح لوله باید علاوه بر دمای هوا کنترل شود.

باید از آب آشامیدنی استفاده شود و لازم است از آلوده شدن آب به هر ماده‌ای که احتمال دارد بر نتایج اثر بگذارد، مانند شوینده‌ها و روان‌کننده‌ها، جلوگیری شود.

5.3 تکیه‌گاه یا آویزها که امکان قرار دادن قطعات آزمون در مخزن یا آون (5.2) را به گونه‌ای فراهم می‌کنند که تا حد امکان از تماس قطعات با یکدیگر یا با دیواره‌های جانبی مخزن/آون جلوگیری شود تا بر نتایج آزمون اثر نگذارد.

5.4 تجهیزات اعمال فشار که قادر باشند فشار مورد نیاز را مطابق بند 9 به صورت تدریجی و یکنواخت اعمال کنند و سپس این فشار نشان داده شده (یا اندازه‌گیری شده) را در طول آزمون با تolerانس $-1\ldots+2\%$ حفظ نمایند.

از آنجا که نتایج به شدت تحت تأثیر فشار قرار دارند، تolerانس فشار باید تا حد امکان و در محدوده‌های تعیین شده کوچک نگه داشته شود.

ترجیحاً فشار باید به صورت مستقل به هر قطعه آزمون اعمال شود. با این حال، استفاده از تجهیزاتی که امکان اعمال همزمان فشار به چند قطعه آزمون را فراهم می‌کنند نیز مجاز است، مشروط بر اینکه هنگام وقوع شکست، خطر تداخل وجود نداشته باشد.

برای مثال، می‌توان از شیر جداساز یا آزمونی مبتنی بر نخستین شکست در یک دسته استفاده کرد.

برای حفظ فشار در محدوده تolerانس تعیین‌شده، باید سیستمی به کار گرفته شود که فشار را به‌طور خودکار در این محدوده کنترل کند؛ برای مثال، در اثر انبساط قطعه آزمون.

5.5 تجهیزات اندازه‌گیری فشار که قادر به بررسی انطباق با فشار آزمون تعیین‌شده باشند. محدوده گنج باید به‌گونه‌ای باشد که تنظیم فشار مورد نیاز در محدوده کالیبره‌شده تجهیز مورد استفاده قرار گیرد (به بند 7 مراجعه شود).

تجهیزات اندازه‌گیری فشار نباید سیال آزمون را آلوده کنند.

در صورت بروز اختلاف، سطح مرجع تجهیز فشار باید برابر با سطح آب در مخزن باشد. برای کالیبراسیون دستگاه باید از گنج‌های مرجع استفاده شود.

توصیه می‌شود از تجهیزاتی استفاده شود که در صورت شکست یا نشتی، قادر به متوقف کردن زمان سنج (5.8) و بستن مدار فشار مربوط به قطعه آزمون باشند.

5.6 تجهیزات اندازه‌گیری ابعاد مطابق ISO 3126.

5.7 تجهیزات اندازه‌گیری دما که قادر به بررسی انطباق با دمای آزمون تعیین‌شده باشند (به 5.2 مراجعه شود).

5.8 زمان سنج که قادر به ثبت مدت اعمال فشار تا لحظه شکست یا نشتی، با دقتی برابر با 0,5 % زمان آزمون مورد انتظار، باشد.

6 قطعات آزمون

6.1 آماده سازی قطعات آزمون

آماده سازی قطعات آزمون باید، حسب مورد، با ISO 1167-3، ISO 1167-2، یا ISO 1167-4 مطابقت داشته باشد. پارامترهای مربوط به قطعه آزمون، مانند شرایط آماده سازی و ابعاد، را در صورت نیاز اندازه گیری و ثبت کنید.

6.2 تعداد قطعات آزمون

حداقل سه قطعه آزمون آماده کنید، مگر اینکه در استاندارد یا مشخصات مرجع به گونه ای دیگر تعیین شده باشد.

7 محاسبه فشار آزمون

7.1 کلیات

برای آزمون ماده، فشار آزمون باید بر اساس یک تنش محیطی مشخص و با استفاده از ابعاد اندازه گیری شده قطعه آزمون محاسبه شود؛ به 7.2 مراجعه شود.

برای آزمون لوله، فشار آزمون باید بر اساس یک تنش محیطی مشخص و با استفاده از یکی از گزینه های زیر، که توسط استاندارد یا مشخصات مرجع تعیین می شود، محاسبه گردد:

(a) بر اساس ابعاد اندازه گیری شده قطعه آزمون؛ به 7.2 مراجعه شود؛

(b) بر اساس ابعاد اسمی قطعه آزمون؛ به 7.3 مراجعه شود.

برای آزمون اجزا، فشار آزمون باید مطابق استاندارد مرجع باشد.

برای آزمون مجموعه‌ها، فشار آزمون باید بر اساس یک تنش محیطی مشخص و بر مبنای SDR لوله یا لوله‌های استفاده‌شده برای قطعه آزمون، مطابق 7.4، محاسبه شود؛ مگر اینکه فشار آزمون در استاندارد یا مشخصات مرجع تعیین شده باشد.

7.2 محاسبات فشار بر اساس ابعاد اندازه‌گیری‌شده قطعه آزمون

فشار آزمون، p ، را بر حسب bar^2 ، با سه رقم معنادار و با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$p = 10\sigma \frac{2e_{\min}}{d_{\text{em}} - e_{\min}}$$

where

σ is the hoop stress to be induced by the applied pressure, in megapascals;

d_{em} is the mean outside diameter of the test piece, in millimetres;

$e_{\min}$ is the minimum wall thickness of the free length of the test piece, in millimetres.

NOTE The factor 10 results from the ratio between megapascals and bar.

7.3 محاسبات فشار بر اساس ابعاد اسمی قطعه آزمون

فشار آزمون، p ، را بر حسب bar^2 ، با سه رقم معنادار و با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$p = 10\sigma \frac{2e_n}{d_n - e_n}$$

where

σ is the hoop stress to be induced by the applied pressure, in megapascals;

d_n is the nominal outside diameter of the test piece, in millimetres;

e_n is the nominal wall thickness of the free length of the test piece, in millimetres.

NOTE The factor 10 results from the ratio between megapascals and bar.

7.4 محاسبات فشار بر اساس SDR لوله یا لوله‌های قطعه آزمون

فشار آزمون، p ، را بر حسب bar^2 ، با سه رقم معنادار و با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$P = \frac{2 (10 \sigma)}{[SDR] - 1}$$

where

σ is the hoop stress to be induced by the applied pressure, in megapascals;

[SDR] is the standard dimension ratio of the pipe(s) of the test piece.

NOTE The factor 10 results from the ratio between megapascals and bar.

8 کالیبراسیون و دقت دستگاه

سیستم‌های کنترل دما و فشار و تجهیزات اندازه‌گیری دما، فشار و زمان باید قادر باشند مقادیر را در محدوده‌های تعیین شده حفظ کنند و باید کالیبره شوند. دقت دستگاه باید به گونه‌ای باشد که الزامات مربوط به دما، فشار و زمان برآورده شوند.

9 آماده‌سازی

قطعات آزمون را آماده کنید، هرگونه آثار آلودگی، روغن، موم یا سایر آلاینده‌ها را از بین ببرید و کلاهک‌های انتهایی (5.1) تعیین شده برای آزمون را روی آنها نصب کنید.

در صورت لزوم، طول آزاد لوله‌های قطعه آزمون، l_0 ، را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

قطعات آزمون را با آب پر کنید؛ آب می‌تواند از پیش تا دمایی حداکثر برابر با دمای آزمون گرم شده باشد.

پس از پر کردن قطعات آزمون، آنها را در حمام آب غوطه‌ور کنید یا در آونی با دمای تعیین شده توسط استاندارد مرجع قرار دهید و مطابق جدول 1، برای مدت مشخص آماده‌سازی کنید. هنگام آماده‌سازی در دماهای

بیش از 100°C ، باید فشار کافی اعمال شود تا از جوشیدن جلوگیری شود.

Table 1 — Conditioning periods

Thickness $e_{\min}$ mm	Minimum conditioning period h
$e_{\min} < 3$	1
$3 \leq e_{\min} < 8$	3
$8 \leq e_{\min} < 16$	6
$16 \leq e_{\min} < 32$	10
$32 \leq e_{\min}$	16

یادداشت: پذیرفته شده است که دوره‌های آماده‌سازی طولانی‌تر از مقادیر مشخص‌شده در جدول 1 می‌توانند بر نتایج آزمون اثر بگذارند.

زمان واقعی آماده‌سازی را ثبت کنید.

قطعات آزمون نباید پیش از گذشت مدت‌زمان تعیین‌شده پس از ساخت آنها در استاندارد مرجع آزمون شوند. در غیر این صورت، باید حداقل مدت 24 h

پس از تولید رعایت شود.

10 روش آزمون

10.1 نوع آزمون، یعنی «آب در آب»، «آب در هوا» یا «آب در مایع»، را مطابق استاندارد یا مشخصات مرجع انتخاب کنید.

زمان لازم برای تحت فشار قرار دادن قطعه آزمون را به روش زیر اندازه‌گیری و ثبت کنید.

قطعات آزمون را به تجهیزات اعمال فشار (5.4) متصل کرده و هوا را تخلیه کنید. پس از آماده‌سازی، فشار آزمون محاسبه شده در بند 7 را به صورت تدریجی و یکنواخت، در کوتاه‌ترین زمان عملی بین 30 s و 1 h، و با توجه به ماده، اندازه قطعه آزمون و قابلیت تجهیزات اعمال فشار، اعمال کنید.

هنگامی که فشار آزمون حاصل شد، زمان را ثبت کنید یا در صورت نیاز زمان‌سنج را تنظیم مجدد نمایید تا مدت حفظ فشار تعیین شده در قطعه یا قطعات آزمون اندازه‌گیری شود.

10.2 قطعه آزمون را در محیط دارای کنترل حرارتی به صورت معلق نگه دارید. دمای ثابت را حفظ کنید (به استاندارد یا مشخصات مرجع مراجعه شود) و تیرانس‌های دمای مشخص شده در 5.2 را تا پایان آزمون مطابق 10.3 یا، حسب مورد، 10.4 رعایت و کنترل کنید.

10.3 آزمون یا با رسیدن به مدت تعیین شده پایان می‌یابد یا با وقوع شکست یا نشستی در قطعه آزمون؛ در حالت دوم، زمان تا شکست را ثبت کنید، مگر اینکه روش ارائه شده در 10.4 قابل اجرا باشد.

در صورت وقوع شکست، نوع آن، یعنی ترد، شکل‌پذیر یا سایر انواع، را ثبت کنید.

یادداشت: شکست زمانی «ترد» است که هیچ تغییر شکل تسلیم قابل مشاهده‌ای در ناحیه شکست رخ نداده باشد. اگر شکست با تغییر شکل تسلیم در ناحیه شکست همراه باشد و این تغییر شکل بدون بزرگ‌نمایی قابل مشاهده باشد، شکست از نوع «شکل‌پذیر» است. در برخی مواد، شکست ترد ممکن

است با تراوش در سطح لوله مشخص شود.

در صورت خرابی تجهیزات، آزمون‌هایی که به مدت 500 h تا 1000 h در حال اجرا بوده‌اند، می‌توانند ادامه یابند؛ مشروط بر اینکه تجهیزات ظرف یک روز دوباره راه‌اندازی شوند. برای آزمون‌هایی که بیش از 1000 h در حال اجرا بوده‌اند، آزمون می‌تواند ادامه پیدا کند، مشروط بر اینکه تجهیزات ظرف سه روز دوباره راه‌اندازی شوند. مدت زمانی که تجهیزات قادر به عملکرد عادی نیستند نباید در زمان آزمون منظور شود. وقفه‌های آزمون باید در گزارش آزمون ثبت شوند.

10.4 اگر شکست در قطعه آزمون در فاصله‌ای کمتر از 0,1 l از یک کلاهی انتهایی رخ دهد، نتیجه را نادیده بگیرید و آزمون را با استفاده از قطعه آزمون دیگری تکرار کنید [0,1 طول آزاد لوله یا لوله‌های قطعه آزمون است؛ به ISO 1167-2 یا ISO 1167-4 مراجعه شود].

هنگام آزمون اجزا، اگر در خارج از خود جزء نشی وجود داشته باشد (خرابی آب‌بند یا ترکیدن لوله) یا هرگونه شکست مرتبط با شیارهای ایجادشده در دستگاه و نشان‌دهنده طراحی نامناسب شیار و/یا شرایط ماشین‌کاری نامناسب باشد، آزمون را، در صورت لزوم با استفاده از اجزای دیگر، تکرار کنید تا مجموعه برای حداقل مدت مورد نیاز آزمون، آب‌بندی خود را حفظ کند.

11 گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

(a) ارجاع به این بخش و سایر بخش‌های مرتبط ISO 1167؛

(b) شناسایی کامل نمونه؛

(c) نوع ماده یا مواد هر جزء از قطعه آزمون؛

(d) ابعاد اسمی هر جزء از قطعه آزمون؛

(e) ابعاد اندازه‌گیری‌شده، مانند حداقل ضخامت دیواره، هر جزء از قطعه آزمون و طول آزاد لوله یا لوله‌ها، حسب مورد؛

(f) شرایط آماده‌سازی قطعات آزمون، مانند شرایط فیوژن؛ برای قطعات آزمون قالب‌گیری‌شده به روش تزریق؛ جزئیات هرگونه آماده‌سازی ماده پیش از قالب‌گیری، دستگاه قالب‌گیری تزریقی مورد استفاده و شرایط قالب‌گیری، حسب مورد؛

(g) دمای آزمون و دقت اندازه‌گیری آن؛

(h) تنش اعمال‌شده و/یا فشار آزمون اعمال‌شده؛

(i) ماهیت محیط، یعنی هوا، آب یا مایع و، در مورد مایع، نوع مایع استفاده‌شده؛

(j) نوع کلاهک انتهایی (به 5.1 مراجعه شود) و، در مورد اجزا، نوع تجهیز فشاربندی‌شده؛

(k) تعداد قطعات آزمون‌شده؛

(l) زمان آماده‌سازی (به بند 9 مراجعه شود) و، در صورت نیاز، زمان لازم برای تحت فشار قرار دادن قطعه آزمون (به 10.1 مراجعه شود)؛

(m) مدت آزمون در فشار آزمون (به 10.1 و 10.3 مراجعه شود)؛

(n) در صورت وقوع شکست، نوع شکست؛

(o) مشاهدات انجام‌شده در طول آزمون و پس از آن؛

- (p) هر عاملی که می‌توانسته بر نتایج اثر بگذارد، مانند هرگونه حادثه، وقفه آزمون یا جزئیات عملیاتی که در این بخش از ISO 1167 مشخص نشده است؛
- (q) شناسایی واحد آزمون؛
- (r) تاریخ آزمون یا بازه زمانی بین تاریخ‌هایی که آزمون در آنها انجام شده است.