



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۲۸۴

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

19284

1st.Edition

2015

پلاستیک‌ها-لوله‌های تقویت شده با الیاف
شیشه (GRP)- تعیین سفتی آسودگی
حلقوی ویژه بلند مدت تحت شرایط مرطوب
و محاسبه ضریب آسودگی مرطوب

**Glass-reinforced thermosetting plastics
(GRP) pipes — Determination of the
long-term specific ring relaxation stiffness
under wet conditions and calculation of
the wet relaxation factor**

ICS: 23.040.20

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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" پلاستیک‌ها-لوله‌های تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین سفتی آسودگی حلقوی ویژه

بلند مدت تحت شرایط مرطوب و محاسبه ضریب آسودگی مرطوب "

رئیس:

عصائی، سید حسن
(دکترای مهندسی هوافضا)

سمت و/یا نمایندگی

دانشگاه صنعتی شیراز

دبیر:

مصلائی، مهرداد
(کارشناس ارشد شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد فارس

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد امارات
متحدہ عربی

آزادی، بهراد
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس تحقیق و توسعه شرکت
فرا تک نوین پارسه

توکلی فرد، سید علی
(کارشناس مکانیک)

سرپرست بخش مکانیک فرا تک نوین
پارسه

جاهدی، محمد امین
(کارشناس ارشد مدیریت)

مدیر عامل شرکت سماء پلاست
پرشین

دیداری، کورش
(کارشناس شیمی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت سپید
پارس

زارع، مسعود
(کارشناس ارشد شیمی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت فراسان

سبوحی، مریم
(کارشناس ارشد پلیمر)

مدیر کنترل کیفیت شرکت فراپاکس

ستایش، امیر
(کارشناس ارشد شیمی)

مدیر عامل شرکت فراپاکس

ظهیر امامی، علیرضا
(دکترای مدیریت استراتژیک)

کارشناس تحقیق و توسعه شرکت
فرا تک نوین پارسه

عطاپور، سارا
(کارشناس ارشد شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه

عنوان

ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	هدف و دامنه کاربرد ۱
۱	مراجع الزامی ۲
۱	اصطلاحات و تعاریف ۳
۴	اصول کلی ۴
۴	دستگاه ۵
۶	آزمونه ۶
۷	تعداد آزمونه ۷
۷	تعیین ابعاد آزمونه ۸
۷	تثبیت آزمونه ۹
۷	روش کار ۱۰
۸	محاسبات ۱۱
۹	گزارش آزمون ۱۲
۱۱	پیوست الف (اطلاعاتی)

پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک‌ها-لوله‌های تقویت شده با الیاف شیشه (GRP)- تعیین سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت تحت شرایط مرطوب و محاسبه ضریب آسودگی مرطوب" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در یک هزار و سیصد و هجدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۳/۱۱/۲۶ 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 ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

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

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

ISO 14828:2003, Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes -- Determination of the long-term specific ring relaxation stiffness under wet conditions and calculation of the wet relaxation factor

پلاستیک‌ها - لوله‌های تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت تحت شرایط مرطوب و محاسبه ضریب آسودگی مرطوب

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد مشخص کردن روشی برای تعیین سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت و محاسبه ضریب آسودگی مرطوب برای لوله‌های پلاستیکی تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) می‌باشد.

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:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۸۶، سامانه‌های لوله‌کشی پلاستیکی - لوله‌های پلاستیکی تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین سفتی حلقوی ویژه اولیه

2-2 ISO 10928, Plastics piping systems — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings — Methods for regression analysis and their use

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

نیروی فشاری عمودی

F

نیروی عمودی، بر حسب نیوتن، اعمال شده بر روی لوله افقی برای ایجاد تغییر شکل عمودی

۲-۳

سفتی حلقوی ویژه

S

مشخصه فیزیکی لوله بر حسب نیوتن بر متر مربع که از مقاومت در برابر تغییر شکل حلقوی بر حسب متر تحت بار خارجی اندازه‌گیری می‌شود و به وسیله معادله زیر معین می‌شود:

$$S = \frac{E \times I}{d_m^3}$$

که در آن:

E مدول ظاهری الاستیسیته، بر حسب نیوتن در متر مربع، تعیین شده بر اساس استاندارد ملی شماره ۱۹۲۸۶؛

I ممان دوم سطح در جهت طولی بر متر طول، بر حسب متر به توان چهارم در هر متر (m^4/m)، یعنی

$$I = \frac{e^3}{12}$$

که در آن:

e ضخامت دیواره لوله، بر حسب متر؛
 d_m میانگین قطر لوله، بر حسب متر (مطابق بند ۳-۳).

۳-۳

میانگین قطر

d_m

قطر، بر حسب متر، متناظر با میانه سطح مقطع دیواره لوله و معین شده به وسیله معادلات زیر:

$$d_m = d_i + e$$

$$d_m = d_e - e$$

که در آن:

d_i قطر داخلی، بر حسب متر؛

d_e قطر خارجی، بر حسب متر؛

e ضخامت دیواره لوله، بر حسب متر.

۴-۳

سفتی حلقوی ویژه اولیه

S_0

مقدار S ، بر حسب نیوتن بر متر مربع، تعیین شده به وسیله آزمون استاندارد ملی شماره ۱۹۲۸۶

۵-۳

سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت در موقعیت ۱

$S_{x, 1, relax, wet}$

مقدار S ، بر حسب نیوتن بر متر مربع، در موقعیت مرجع، موقعیت ۱ (مطابق ۱۰-۲)، در x سال، تعیین شده به

وسیله برون‌یابی اندازه‌گیری‌های سفتی بلند مدت در نیروی ثابت تحت شرایط مرطوب (مطابق بندهای ۳-۲ و

۱۰-۲)

۶-۳

سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت محاسبه شده تحت شرایط مرطوب

$S_{x, relax, wet}$

مقدار S محاسبه شده، بر حسب نیوتن بر متر مربع، در x سال، معین شده معادله (۵):

$$S_{x, relax, wet} = S_0 \times \alpha_{x, relax, wet} \quad (5)$$

که در آن:

x زمان طی شده، بر حسب سال، مشخص شده در استاندارد مرجع؛

$\alpha_{x, relax, wet}$ ضریب آسودگی مرطوب (مطابق بند ۳-۷)؛

S_0 سفتی حلقوی ویژه اولیه، بر حسب نیوتن بر متر مربع.

۷-۳

ضریب آسودگی مرطوب

$\alpha_{x, relax, wet}$

نسبت سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت به سفتی حلقوی ویژه اولیه، در دو موقعیت مرجع، موقعیت ۱ (مطابق بند ۱۰-۲) و معین شده با معادله (۶):

$$\alpha_{x, relax, wet} = \frac{S_{x, 1, relax, wet}}{S_{0, 1}} \quad (۶)$$

که در آن:

$S_{0, 1}$ سفتی حلقوی ویژه اولیه در موقعیت ۱، بر حسب نیوتن بر متر مربع، تعیین شده مطابق استاندارد ملی شماره ۱۹۲۸۶؛
 $S_{x, 1, relax, wet}$ سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت در موقعیت ۱، بر حسب نیوتن بر متر مربع.

۸-۳

تغییر شکل عمودی

y

تغییرات عمودی در قطر لوله در موقعیت افقی، بر حسب متر، در پاسخ به نیروی فشاری عمودی (بند ۳-۱)

۹-۳

نیروی اعمال شده بلند مدت

$F_{x, 1, wet}$

مقدار نیرو F ، بر حسب نیوتن، در موقعیت مرجع، موقعیت ۱ (مطابق بند ۱۰-۲)، در x سال تعیین شده از برون‌یابی اندازه‌گیری نیروی اعمال شده بلند مدت در تغییر شکل ثابت تحت شرایط مرطوب (مطابق بند ۳-۱ و ۱۰-۲)

۱۰-۳

ضریب تغییر شکل

f

ضریب بدون بعد که از تئوری مرتبه دوم عمومی به کار رفته در تعاریف در نظر گرفته می‌شود و به وسیله معادله (۷) معین می‌شود:

$$f = [1860 + (2500 \times y_1/d_m)] \times 10^{-5} \quad (۷)$$

y_1 تغییر شکل عمودی بلند مدت در موقعیت ۱، بر حسب متر؛
 d_m قطر متوسط (مطابق ۳-۳) لوله، بر حسب متر.

۱۱-۳

کرنش محاسبه شده

$\epsilon_{calc, 1}$

کرنش بر روی سطح داخلی در تاج و کف لوله در موقعیت مرجع، موقعیت ۱، بر حسب درصد معین شده در معادله (۸):

$$\epsilon_{calc, 1} = \frac{4.28 \times \frac{e}{d_m} \times \frac{y_1}{d_m} \times 100}{\left(1 + \frac{y_1}{2 \times d_m}\right)^2} \quad (۸)$$

که در آن:

y_1 تغییر شکل عمودی در موقعیت ۱، بر حسب متر؛
 d_m قطر متوسط (مطابق ۳-۳) لوله، بر حسب متر؛
 e ضخامت دیواره لوله، بر حسب متر.

۴ اصول کلی

در سراسر یک طول برش داده شده از لوله نگه‌داشته شده به صورت افقی بار فشاری را به صورت قطری اعمال می‌شود تا سطح مشخص شده کرنش محاسبه شده با استفاده از معادله ۸ به دست آید. سطوح اعمال نیرو می‌تواند صفحات تحمل کننده یا تیرهای حایل^۱ باشد.

لوله در آب برای یک دوره زمانی مشخص در دمای معین غوطه‌ور می‌شود به صورتی که در طی آن نیرو ثابت بماند و تغییر شکل عمودی است در فواصل زمانی اندازه‌گیری شود. سفتی آسودگی حلقوی بلند مدت به وسیله برون‌یابی تخمین زده می‌شود.

ضریب آسودگی مرطوب از سفتی آسودگی حلقوی بلند مدت و سفتی حلقوی ویژه اولیه به دست آمده از همان آزمون تعیین می‌شود. ضریب آسودگی مرطوب اظهار شده از متوسط نتایج دو آزمون به دست می‌آید. یادآوری - فرض بر این است که مقادیر عوامل آزمون زیر توسط استاندارد ملی که این استاندارد ملی را مرجع قرار داده تنظیم می‌شود:

- (الف) روش اندازه‌گیری سفتی حلقوی ویژه اولیه، به عنوان مثال روش الف و ب استاندارد استاندارد ملی شماره ۱۹۲۸۶ (مطابق ۳-۴)؛
- (ب) زمانی که مقادیر برون‌یابی می‌شود (مطابق بندهای ۳-۶ و ۱۱-۱)؛
- (پ) دمای آزمون (مطابق بندهای ۵-۳ و ۱۰-۱)؛
- (ت) طول آزمون (مطابق بند ۶)؛
- (ث) در صورت کاربرد، شرایط محیطی، یعنی دما، رطوبت و مدت زمان (مطابق بند ۹)؛
- (ج) محدوده‌های زمانی برای نگه‌داری آزمون تحت بار (مطابق بند ۱۰-۶)؛
- (چ) سطح کرنشی که در آن آزمون انجام می‌شود.

۵ دستگاه

۱-۵ وسیله اعمال کننده بار فشاری

وسيله باید شامل یک سامانه که قادر به اعمال نیروی بدون شوک باشد که از طریق دو سطح اعمال نیرو موازی مطابق با بند ۵-۲ بتواند یک آزمون تهیه شده از لوله قرار گرفته به صورت افقی را مطابق با بند ۶ و غوطه‌ور در آب را به صورت عمودی فشرده و تحت نیروی ثابت در مدت آزمون مطابق با بند ۱۰-۶ نگهداری کند. تجهیزات باید قادر باشند نیروی اعمال شده را با دقت $\pm 1\%$ تعیین کنند. اطمینان حاصل شود که نیروی اعمال شده توسط اثرات شناوری یا اصطکاک تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

۲-۵ سطح اعمال نیرو

روش استفاده از هر کدام از صفحه تحمل کننده یا تیرهای حایل برای اعمال بار بر روی آزمون را مجاز می‌داند، در صورت استفاده هر کدام در گزارش آزمون باید ذکر شود. باید از تنظیمات بارگذاری یکسان (صفحات، تیرها، یا صفحه و تیر) برای تعیین هر دو سفتی اولیه و بلند مدت استفاده شود.

۱-۲-۵ تنظیمات کلی

1 - Beam bars

سطوح باید از یک جفت صفحه (مطابق بند ۲-۲-۵) یا یک جفت تیر حایل (مطابق بند ۳-۲-۵) یا ترکیبی از یک صفحه و یک تیر تهیه شود، به صورتی که محور اصلی عمودی آنها در مرکز جهت اعمال نیروی F توسط وسیله اعمال بار فشاری که در شکل ۱ نشان داده شده باشد. سطوح در تماس با آزمون باید صاف، پاک و موازی باشند

۲-۲-۵ صفحات

صفحات باید دارای حداقل عرض ۱۰۰ mm و طولی حداقل برابر با اندازه طول آزمون باشند (مطابق بند ۶). آنها باید به حد کافی مقاوم بوده تا در مدت آزمون به طور قابل مشاهده خم نشده یا به صورت دیگر تغییر شکل ندهند.

۳-۲-۵ تیرهای حایل

هر تیر حایل باید به اندازه کافی سفت باشد تا در مدت آزمون به طور قابل مشاهده خم نشده یا به صورت دیگر تغییر شکل ندهند. هر تیر حایل باید طولی حداقل برابر با طول آزمون (مطابق بند ۶) و دارای سطح صاف و بدون لبه‌های تیز (مطابق شکل ۱) باشد. عرض سطح صاف باید ۱۵ mm تا ۵۵ mm باشد. تیر حایل باید طوری ساخته و نگهداشته شود که هیچ سطح دیگری از ساختار تیر حایل در طول آزمون در تماس با آزمون نباشد.

۳-۵ ظرف آب

یک ظرف به اندازه کافی بزرگ مورد نیاز است که مطابق با بند ۶ آزمون بتواند تحت نیروی فشاری (مطابق با بند ۱۰-۵) در آب غوطه‌ور شود و در آن آب لوله‌کشی با pH برابر با 2 ± 7 در دمای مشخص نگهداری شود (مطابق بند ۱۰-۱).

سطح آب باید برای جلوگیری از تأثیر قابل توجه بر مقدار نیروی عمودی اعمال شده به آزمون به اندازه کافی ثابت نگه‌داشته شود.

۴-۵ وسایل اندازه‌گیری

وسیله اندازه‌گیری مورد نیاز است که بتواند موارد زیر را تعیین کند:

الف) ابعاد مورد نیاز (طول، قطر، ضخامت دیواره) با دقت ذکر شده در بند ۸ (در صورت کاربرد)؛

ب) تغییر نیروی اعمال شده بر روی آزمون در جهت عمودی در طول آزمون به دقت $\pm 1\%$ از مقدار اولیه؛

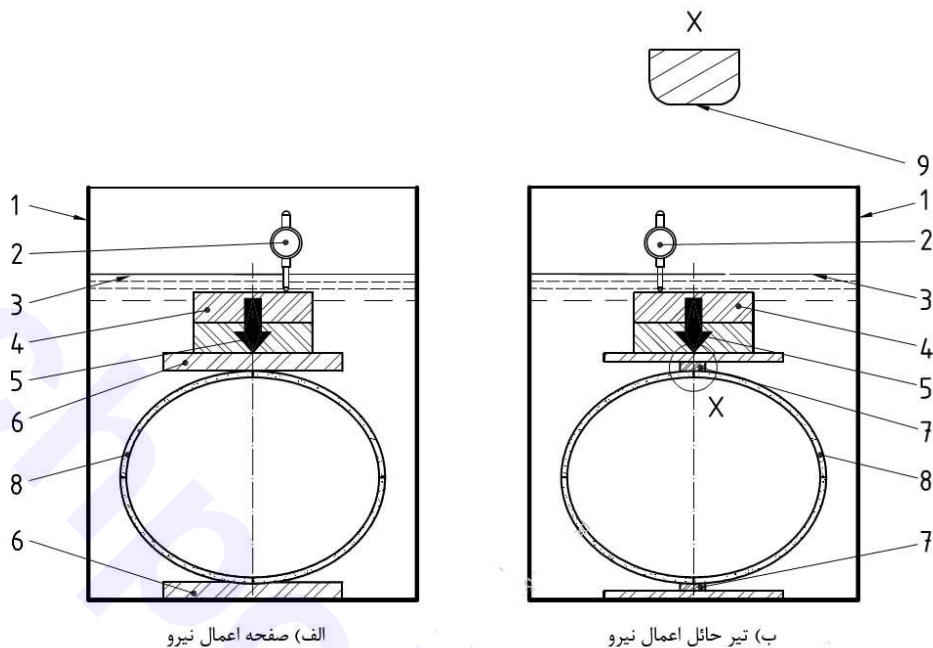
پ) تغییر شکل آزمون در جهت عمودی در طول آزمون به دقت $\pm 1\%$ از مقدار اولیه.

یادآوری - در هنگام انتخاب وسیله برای اندازه‌گیری تغییر نیروی اعمال شده در روی آزمون، باید محیط به طور بالقوه خورنده مورد استفاده در دستگاه در نظر گرفته شود.

۶ آزمون

آزمون باید یک حلقه کامل باشد. طول آزمون (L) برحسب متر، باید در استاندارد مرجع مشخص شده باشد (با انحراف مجاز $\pm 5\%$). در صورت مشخص نشدن در استاندارد مرجع، طول آزمون باید 300 ± 15 mm باشد. انتهاها باید صاف بوده و عمود بر محور لوله برش داده شود و ممکن است آب‌بندی شوند.

خطوط مستقیم باید در داخل و خارج در امتداد طول آزمون در فواصل 60° محیط اطراف کشیده شوند، به عنوان خطوط مرجع استفاده شوند.



شرح

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| ۱- ظرف آب | ۶- صفحه تحمل کننده بار |
| ۲- وسیله اندازه گیری تغییر شکل | ۷- تیر حایل |
| ۳- سطح آب | ۸- آزمون |
| ۴- بار وزنی | ۹- سطح صاف |
| ۵- جهت نیروی فشاری، F | |

یادآوری - مجاز است در طول مدت آزمون وسیله اندازه گیری تغییر شکل، بار وزنی، صفحه تحمل کننده و تیر حایل بالای آزمون بالاتر از سطح آبی باشد که آزمون به طور کامل در آن غوطه ور شده است.

شکل ۱- تنظیمات نوعی آزمون

۷ تعداد آزمونها

دو آزمون باید استفاده شود (مطابق بند ۱۱-۳).

۸ تعیین ابعاد آزمون

۱-۸ طول

طول هر آزمون در امتداد هر خط مرجع با دقت $\pm 1,0\%$ برای تعیین انطباق با بند ۶ اندازه گیری می شود. در صورت نیاز اضافه آن بریده یا جایگزینی آزمون در صورت عدم مطابقت انجام شود. متوسط طول (L) بر حسب متر، برای آزمون از شش مقدار اندازه گیری محاسبه می شود.

۲-۸ ضخامت دیواره

اندازه‌گیری ضخامت دیواره هر آزمون با دقت ± 0.2 mm در هر انتهای خط مرجع انجام می‌شود. متوسط ضخامت دیواره e ، بر حسب متر، از ۱۲ مقدار اندازه‌گیری شده محاسبه می‌شود.

۳-۸ متوسط قطر

اندازه‌گیری قطر با دقت ± 0.5 mm برای هر یک از موارد زیر انجام می‌شود:

الف) قطر داخلی آزمون، d_i بین هر جفت از خطوط مرجع مقابل در میانه طول اندازه‌گیری می‌شود، به عنوان مثال با استفاده از یک جفت کالیپر، پس از آن محاسبه میانگین قطر داخلی، بر حسب متر، از شش مقادیر اندازه‌گیری انجام می‌شود.

ب) قطر خارجی آزمون، d_e بر حسب متر با استفاده از نوار فولادی دورسنج^۱ اندازه‌گیری می‌شود. با استفاده از معادله (۳) یا معادله (۴) متوسط قطر d_m آزمون (مطابق بند ۳-۳)، با استفاده از مقادیر به دست آمده ضخامت دیواره، e ، در بند ۲-۸ و همچنین متوسط قطر داخلی یا خارجی محاسبه می‌شود.

۹ تثبیت آزمون‌ها

در صورت نیاز، تثبیت آزمون‌ها مطابق استاندارد مرجع انجام می‌شود.

۱۰ روش کار

۱-۱۰ برای هر آزمون روش کار زیر را در دمای مشخص شده در استاندارد مرجع انجام دهید.
۲-۱۰ سفتی حلقوی ویژه اولیه، S_0 ، آزمون مطابق با استاندارد ملی شماره ۱۹۲۸۶ تعیین و ثبت کنید. از مقدار S_0 اندازه‌گیری شده در یک جفت از خطوط مرجع برای تعیین "موقعیت ۱" استفاده کنید تا نیروی مورد نیاز برای فشرده‌سازی آزمون به تغییر شکل لازم در مدت ۳ min تخمین زده شود، مگر این که در استاندارد مرجع به صورت دیگری مشخص شده باشد، کرنش محاسبه شده (مطابق بنده ۳-۱۱) بین ۰.۱۳٪ و ۰.۱۷٪ است.
۳-۱۰ آزمون را در دستگاه در تماس با صفحه بالا و پایین یا تیرهای حایل و یک جفت از خطوط مرجع متقابل تعیین شده "موقعیت ۱" (مطابق با بند ۲-۱۰) به صورت عمودی هم‌تراز شده قرار دهید. اطمینان حاصل شود که تماس بین آزمون و هر صفحه یا تیر حایل تا حد امکان یکنواخت باشد و صفحه و / یا تیر حایل از پهلو کج نباشند. دستگاه را در ظرف آب قرار دهید.

۴-۱۰ ظرف را با آب به طوری که آزمون به طور کامل غوطه‌ور شود پر کنید.

۵-۱۰ وقتی آزمون به طور کامل در آب غوطه‌ور شد لازم است جرم صفحه یا تیر حایل بالایی در نظر گرفته شود، نیروی فشاری عمودی، F ، را اعمال کنید، نیروی عمودی را مطابق با بند ۲-۱۰ به صورتی تخمین زده شود که در کمتر از ۳ min به تغییر شکل مورد نیاز رسیده و نیروی واقعی اعمال شده و تغییر شکل به دست آمده را ثبت کنید.

۱۰-۶ در طول مدت آزمون نیرو را ثابت نگه‌دارید. اندازه‌گیری و ثبت را در کمتر از ۱ h بعد از اعمال نیرو شروع کرده و تا ۱۰۰۰۰ h ادامه در محدوده ۲٪ از مقدار اولیه ادامه دهید، نیروی اعمال شده بر آزمون را در فواصل لگاریتمی زمانی پس از بارگذاری اندازه‌گیری کنید. فواصل باید به طوری باشد که ده خوانش با فاصله برابر تقریبی برای هر دهه لگاریتم زمانی (زمان به حسب ساعت) گرفته شود.

یادآوری- در جدول الف-۱ پیوست الف مقادیر برابر لگاریتمی (زمان به حسب ساعت) افزایشی آمده است که ممکن است برای کاربر مفید باشد.

۱۱ محاسبات

۱-۱۱ برون‌یابی داده‌های تغییر شکل

اگر در استاندارد مرجع مشخص شده باشد با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از بند ۱۰-۶، نمودار لگاریتم تغییر شکل بر حسب تابعی از لگاریتم زمان رسم شود.

از تغییر شکل اندازه‌گیری شده و زمان متناظر بین ۱ h و تا ۱۰۰۰۰ h، برای هر آزمون، سفتی حلقوی ویژه تحت شرایط مرطوب، برای موقعیت ۱، با استفاده از معادله (۹) محاسبه می‌شود.

$$S_{x, 1, relax, wet} = \frac{f \times F_{x, 1, wet}}{L \times y_1} \quad (9)$$

که در آن:

$S_{x, 1, relax, wet}$ سفتی آسودگی حلقوی ویژه، بعد از x سال، بر حسب نیوتن بر متر مربع، در موقعیت ۱ تحت شرایط مرطوب؛
 f ضریب تغییر شکل، که مقدار آن از معادله (۷) معین می‌شود:

$$f = [1860 + (2500 \times y_1 / d_m)] \times 10^{-5} \quad (7)$$

$y_{x, 1, wet}$ تغییر شکل، بر حسب متر، به دست آمده به‌وسیله اعمال نیروی ثابت بعد از x سال در موقعیت ۱ تحت شرایط مرطوب، تعیین شده مطابق بند ۱۰-۶؛

L متوسط طول آزمون، بر حسب متر؛

F مقدار نیرو، بر حسب نیوتن، بعد از x سال، در موقعیت ۱ تحت شرایط مرطوب، تعیین شده در بند ۱۰-۶.
 برای هر آزمون، تجزیه و تحلیل سفتی در برابر داده‌های زمان مطابق با استاندارد ISO 10928 انجام می‌شود.

۲-۱۱ محاسبه سفتی آسودگی ویژه اولیه تحت شرایط مرطوب برای موقعیت ۱

از نتایج حاصل از تحلیل بند ۱-۱۱ استفاده کنید، سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند تحت شرایط مرطوب برای موقعیت ۱، $S_{x, 1, relax, wet}$ ، برای x سال (مطابق بند ۳-۶) مشخص شده در استاندارد مرجع را محاسبه و گزارش کنید.

۳-۱۱ محاسبه ضریب آسودگی مرطوب

برای هر آزمون، ضریب آسودگی مرطوب، $\alpha_{x, relax, wet}$ ، را با استفاده از معادله (۶) محاسبه کنید.

$$\alpha_{x, 1, wet} = \frac{S_{x, relax, wet}}{S_{0, 1}} \quad (6)$$

که در آن:

$S_{x, 1, relax, wet}$ سفتی آسودگی حلقوی ویژه، بلند مدت، بر حسب نیوتن بر متر مربع، بعد از x سال، در موقعیت ۱، تحت شرایط مرطوب (مطابق بند ۱۱-۲)؛

SO, 1 سفتی حلقوی ویژه اولیه، بر حسب نیوتن بر متر مربع، در موقعیت ۱.
هنگامی که ضریب آسودگی مرطوب، $\alpha_{x, relax, wet}$ مطابق با این استاندارد تعیین شود ضریب آسودگی مرطوب
اظهار شده باید از مقدار متوسط دو آزمون تعیین شود.

۱۲ گزارش آزمون

- گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:
- (الف) اشاره به شماره این استاندارد و استاندارد مرجع؛
 - (ب) مشخصات کامل لوله آزمون شده؛
 - (پ) تعداد آزمون‌ها؛
 - (ت) ابعاد هر آزمون؛
 - (ث) موقعیتی در لوله که آزمون از آن نمونه برداری شده؛
 - (ج) سفتی حلقوی ویژه اولیه، S_0 ، سفتی حلقوی ویژه اولیه در موقعیت ۱، $S_{0,1}$ ، هر آزمون؛
 - (چ) نیروی فشاری عمودی اعمال شده، F ، تغییر شکل خمشی اولیه دست یافته شده و کرنش اولیه، هر دو در
3 min برای هر آزمون؛
 - (ح) در صورت کاربرد، جزئیات هر آماده‌سازی (مطابق بند ۹)؛
 - (خ) برای هر آزمون، چگونگی آب‌بندی انتهای بریده شده (مطابق بند ۶)؛
 - (د) جزئیات تجهیزات، از جمله تیر حایل اعمال نیرو و/یا صفحات مورد استفاده، در صورت استفاده از تیر حایل
عرض سطح صاف ذکر شود؛
 - (ذ) دما و pH آب آزمون؛
 - (ر) در صورتی که توسط استاندارد مرجع الزام باشد، برای هر آزمون نمودار (نیروی اندازه‌گیری شده) I_g نسبت
به (زمان بر حسب ساعت) I_g ؛
 - (ز) برای هر آزمون، سفتی آسودگی حلقوی ویژه بلند مدت محاسبه شده در موقعیت ۱، $S_{x, 1, relax, wet}$ ؛
 - (ژ) برای هر آزمون، ضریب آسودگی مرطوب، $\alpha_{x, 1, relax, wet}$ ؛
 - (س) ضریب آسودگی مرطوب اظهار شده محاسبه شده (مطابق بند ۱۱-۳)؛
 - (ش) شرحی از هر آزمون بعد از آزمون؛
 - (ص) هر گونه عواملی که ممکن است روی نتایج اثر گذارد، مانند هر حادثه و یا هر گونه جزئیات عملیاتی در این
استاندارد مشخص نشده؛
 - (ض) برای هر آزمون، تاریخ و مدت دوره آزمون، بر حسب ساعت.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

افزایش یکنواخت (زمان بر حسب ساعت) \lg

جدول الف-۱ فواصل زمانی را بر حسب دقیقه، ساعت یا روز، مطابق افزایش یکنواخت پی در پی ۰/۱ بر حسب (زمان بر حسب ساعت) \lg ارائه می‌دهد. این اطلاعات برای کمک به برنامه‌ریزی اندازه‌گیری تغییر شکل خمشی آزمون ارائه شده است.

الف-۱ زمان شامل افزایش برابر (زمان بر حسب ساعت) \lg

زمان			lg(زمان بر حسب ساعت)	زمان			lg(زمان بر حسب ساعت)
روز	ساعت	دقیقه		روز	ساعت	دقیقه	
۱۳/۱۸	۳۱۶	۱۸۹۷۴	۲,۵	۰,۰۴۲	۱	۶۰	۰,۰
۱۶,۵۹	۳۹۸	۲۳۸۸۶	۲,۶	۰,۰۵۲	۱,۳	۷۶	۰,۱
۲۰,۸۸	۵۰۱	۳۰۰۷۱	۲,۷	۰,۰۶۶	۱,۶	۹۵	۰,۲
۲۶,۲۹	۶۳۱	۳۷۸۵۷	۲,۸	۰,۰۸۳	۲,۰	۱۲۰	۰,۳
۳۳,۱۰	۷۹۴	۴۷۶۶۰	۲,۹	۰,۱۰۵	۲,۵	۱۵۱	۰,۴
۴۱,۷	۱۰۰۰	۶۰۰۰۰	۳,۰	۰,۱۳۲	۳,۲	۱۹۰	۰,۵
۵۲,۵	۱۲۵۹	۷۵۵۳۶	۳,۱	۰,۱۶۶	۴,۰	۲۳۹	۰,۶
۶۶,۰	۱۵۸۵	۹۵۰۹۴	۳,۲	۰,۲۰۹	۵,۰	۳۰۱	۰,۷
۸۳,۱	۱۹۹۵	۱۱۹۷۱۶	۳,۳	۰,۲۶۳	۶,۳	۳۷۹	۰,۸
۱۰۴,۷	۲۵۱۲	۱۵۰۷۱۳	۳,۴	۰,۳۳۱	۷,۹	۴۷۷	۰,۹
۱۳۱,۸	۳۱۶۲	۱۸۹۷۳۷	۳,۵	۰,۴۲	۱۰	۶۰۰	۱,۰
۱۶۵,۹	۳۹۸۱	۲۳۸۸۶۴	۳,۶	۰,۵۲	۱۳	۷۵۵	۱,۱
۲۰۸,۸	۵۰۱۲	۳۰۰۷۱۲	۳,۷	۰,۶۶	۱۶	۹۵۱	۱,۲
۲۶۲,۹	۶۳۱۰	۳۷۸۵۷۴	۳,۸	۰,۸۳	۲۰	۱۱۹۷	۱,۳
۳۳۱,۰	۷۹۴۳	۴۷۶۵۹۷	۳,۹	۱,۰۵	۲۵	۱۵۰۷	۱,۴
۴۱۶,۷	۱۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۴,۰	۱,۳۲	۳۲	۱۸۹۷	۱,۵
۵۲۴,۶	۱۲۵۸۹	۷۵۵۳۵۵	۴,۱	۱,۶۶	۴۰	۲۳۸۹	۱,۶
۶۶۰,۴	۱۵۸۴۹	۹۵۰۹۳۶	۴,۲	۲,۰۹	۵۰	۳۰۰۷	۱,۷
۸۳۱,۴	۱۹۹۵۳	۱۱۹۷۱۵۷	۴,۳	۲,۶۳	۶۳	۳۷۸۶	۱,۸
۱۰۴۶,۶	۲۵۱۱۹	۱۵۰۷۱۳۲	۴,۴	۳,۳۱	۷۹	۴۷۶۶	۱,۹
۱۳۱۷,۶	۳۱۶۲۳	۱۸۹۷۳۶۷	۴,۵	۴,۱۷	۱۰۰	۶۰۰۰	۲,۰
۱۶۵۸,۸	۳۹۸۱۱	۲۳۸۸۶۴۳	۴,۶	۵,۲۵	۱۲۶	۷۵۵۴	۲,۱
۲۰۸۸,۳	۵۰۱۱۹	۳۰۰۷۱۲۳	۴,۷	۶,۶۰	۱۵۸	۹۵۰۹	۲,۲
۲۶۲۹,۰	۶۳۰۹۶	۳۷۸۵۷۴۴	۴,۸	۸,۳۱	۲۰۰	۱۱۹۷۲	۲,۳
۳۳۰۹,۷	۷۹۴۳۳	۴۷۶۵۹۶۹	۴,۹	۱۰,۴۷	۲۵۱	۱۵۰۷۱	۲,۴