ISIRI
10730
1st. edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۱۰۷۳۰
چاپ اول

پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP") قابل کاربرد در شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

Plastics- "Fiberglass" (glass reinforced thermosetting resin "GRP") non-pressure pipes applicable in gravity sewerage systems-Specifications and test methods

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
تهران - خیابان ولیعصر، ضلع جنوبی میدان ونک، پلاک ۱۲۹۴، صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵
تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و۸۸۸۸۷۱۰۳
کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵
تلفن: ۸- ۲۸۰۶۰۳۱(۰۲۶۱)
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)
پیام نگار: standard@isiri.org.ir
وب‌گاه : www.isiri.org
بخش فروش، تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹ (۰۲۶۱) ، دورنگار: ۲۸۱۸۷۸۷ (۰۲۶۱)
بها: ۵۳۷۵ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran
P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran
Tel: +98 (21) 88879461-5
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran
P.O. Box: 31585-163
Tel: +98 (261) 2806031-8
Fax: +98 (261) 2808114
Email: standard @ isiri.org.ir
Website: www.isiri.org
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787
Price:5375 Rls.

به‌نام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و 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 می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 کشو ر و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سا زمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها 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 مؤسسه است.

---

* موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1 - International organization for Standardization
2 - International Electro technical Commission
3 - International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP")
قابل کاربرد در شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:	سمت و/ یا نمایندگی
غفاریان ، سیدرضا (دکترای مهندسی پلیمر)	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دبیر:	
مقامی ، محمدتقی (فوق لیسانس شیمی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسفنده ، مسعود (دکترای مهندسی پلیمر)	عضو هیات علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی
ایمان‌زاده ، سایه (فوق لیسانس مهندسی آب و فاضلاب)	مدیر دفتر فنی استانداردهای شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
تابان ، محمدرضا (فوق لیسانس مهندسی عمران)	مدیر فنی شرکت مشاور تهران بوستن
خداپرست ، پیام (فوق لیسانس مهندسی پلیمر)	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
خستو، حمیدرضا (فوق لیسانس مهندسی محیط زیست- آب و فاضلاب)	کارشناس مرکز تحقیقات و خودکفایی صنعتی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
خسروشاهی ، محمدرضا (فوق لیسانس مهندسی پلیمر)	دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سلیمی ، محمدرضا (فوق لیسانس عمران مهندسی محیط زیست)	مدیر بخش تخصصی امور فاضلاب و محیط زیست شرکت مهندسی مشاور طوس آب
شجاعی ، اکبر (دکترای مهندسی پلیمر)	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف
شمقدری ، مصطفی (لیسانس مهندسی پلیمر)	مسئول واحد تحقیق و توسعه شرکت آریاکاوان اطلس
عصایی ، سید حسن (دکترای مهندسی مکانیک)	مدیر مهندسی فروش شرکت فراسان
غلمانی ، سید وحید (لیسانس مهندسی عمران)	مدیر دفتر فنی طرح فاضلاب شرکت آب و فاضلاب استان یزد
هوشمند، سعید (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	مدیر بازرگانی شرکت مشهد صدرا

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با موسسه استاندارد	ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	د
پیش‌گفتار	ط
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۳
۴ طبقه‌بندی	۳
۴-۱ کلیات	۳
۴-۲ الزامات نشانه‌گذاری	۳
۵ مواد و ساخت	۷
۵-۱ کلیات	۷
۵-۲ اجزا تشکیل‌دهنده دیواره لوله	۷
۵-۲-۱ رزین	۷
۵-۲-۲ تقویت‌کننده	۷
۵-۲-۳ پرکننده دانه‌ریز	۷
۵-۲-۴ لایه درونی (آستری) گرمانرم	۷
۵-۳ ساختار لوله	۸
۵-۳-۱ لایه درونی (آستری)	۸
۵-۳-۲ لایه ساختاری	۸
۵-۳-۳ لایه بیرونی	۸
۵-۴ اتصال‌ها	۸
۵-۴-۱ اتصال مهارنشده	۸
۵-۴-۲ اتصال مهارشده	۸
۵-۴-۳ واشرهای لاستیکی	۹
۵-۴-۴ چسب‌ها	۱۰
۶ الزامات فنی	۱۳
۶-۱ الزامات فنی آزمون‌های تولید	۱۳
۶-۱-۱ کیفیت ساخت	۱۳
۶-۱-۲ ابعاد	۱۳

ادامه فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۶-۱-۳ سفتی	۲۰
۶-۲ الزامات فنی آزمون‌های صلاحیت‌سنجی	۲۳
۶-۲-۱ الزامات شیمیایی بلندمدت	۲۳
۶-۲-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی	۲۳
۶-۲-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت	۲۴
۶-۲-۴ مقاومت تیر	۲۴
۶-۲-۵ آب‌بندی اتصال	۲۴
۶-۳ الزامات فنی آزمون‌های کنترل	۲۷
۶-۳-۱ الزامات شیمیایی بلندمدت	۲۷
۶-۳-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی	۲۷
۶-۳-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت	۲۷
۷ نمونه‌برداری	۲۸
۷-۱ آزمون‌های تولید	۲۸
۷-۲ آزمون‌های صلاحیت‌سنجی	۲۸
۷-۳ آزمون‌های کنترل	۲۸
۷-۳-۱ کنترل آزمون شیمیایی	۲۸
۷-۳-۲ کنترل سایر آزمون‌های بلندمدت	۲۸
۷-۴ آزمون‌های خاص	۲۸
۸ روش‌های آزمون	۲۹
۸-۱ روش آزمون‌های تولید	۲۹
۸-۱-۱ ابعاد	۲۹
۸-۱-۲ سفتی	۲۹
۸-۲ روش آزمون‌های صلاحیت‌سنجی	۳۱
۸-۲-۱ آزمون‌های شیمیایی	۳۱
۸-۲-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی	۳۱
۸-۲-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت	۳۱
۸-۲-۴ مقاومت تیر	۳۲
۸-۲-۵ مقاومت کششی طولی اولیه	۳۲
۸-۲-۶ مقاومت فشاری طولی اولیه	۳۲

ادامه فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

۸-۳ روش آزمون‌های کنترل ۳۳
۸-۳-۱ آزمون‌های شیمیایی ۳۳
۸-۳-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی ۳۳
۸-۳-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت ۳۳
۹ بازرسی ۳۳
۹-۱ بازرسی توسط بازرس ۳۳
۹-۲ خبردهی از آغاز تولید ۳۳
۹-۳ محدودیت‌های بازرسی ۳۴
۹-۴ میزان دسترسی در بازرسی از محل تولید ۳۴
۹-۵ ابزار بازرسی ۳۴
۹-۶ اسناد کنترل کیفی ۳۴
۹-۷ شرایط رد یا آزمون مجدد ۳۴
۱۰ اقرارنامه ۳۴
۱۱ بسته‌بندی ۳۴
۱۲ نشانه‌گذاری ۳۴
پیوست الف (الزامی) الزامات عملکرد لوله در برابر تشدید خوردگی ناشی از کرنش (خوردگی کرنشی) ۳۶
پیوست ب (اطلاعاتی) نصب ۳۸
پیوست پ (اطلاعاتی) روش توصیه‌شده برای تعیین درصد الیاف شیشه ۳۸
پیوست ت (اطلاعاتی) مثال‌ها ۳۹

پیش گفتار

استاندارد"پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه"(رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP") قابل کاربرد در شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون" که پیش نویس آن درکمیسیون های مربوط توسط شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور تهیه و تدوین شده و در پانصدوچهل وسومین اجلاس کمیتهٔ ملی استانداردشیمیایی وپلیمر مورخ۱۳۸۷/۳/۲۸مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

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

منابع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

1- ASTM D3262: 2006, Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Sewer Pipe.
2- AWWA-C950: 2007, Fiberglass Pressure Pipe
3- ISO 10467: 2004, Plastics piping systems for pressure and non-pressure drainage and Sewerage - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin

پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP"[1])
قابل کاربرد در شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های لوله‌های الیاف شیشه ساخته‌شده با ماشین از قطر ۲۰۰ میلی‌متر تا ۴۰۰۰ میلی‌متر است که در سامانه‌های جریان ثقلی به منظور انتقال فاضلاب شهری، آب‌های سطحی و برخی از فاضلاب‌های صنعتی به کار گرفته می‌شوند. هدف این استاندارد فراهم کردن حداقل الزامات از جمله الزامات طراحی، ساخت و آزمون برای لوله الیاف شیشه قابل کاربرد در شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی است.

این استاندارد برای لوله‌های الیاف شیشه شامل لوله‌های ساخته‌شده از رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و لوله‌های ساخته‌شده از رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده کاربرد دارد و می‌تواند به عنوان مرجع ویژگی‌های خرید و همچنین راهنمای ساخت لوله الیاف شیشه مورد اشاره در نظر گرفته شود. این استاندارد غالباً برای لوله‌هایی مناسب است که در زیر زمین دفن می‌گردند؛ هرچند ممکن است در کاربردهایی با روش نصب متفاوت مانند لوله‌رانی بدون حفر ترانشه[2]، آسترگذاری داخل تونل[3] و آسترگذاری لغزشی[4] جهت نوسازی خطوط لوله موجود و غیره نیز استفاده شوند.

یادآوری ۱- برای اهداف این استاندارد، کلمه "رزین" شامل پلیمرهای طبیعی نمی‌شود.

یادآوری ۲- این استاندارد شامل جمع‌آوری آب‌های سطحی نیز می‌شود.

یادآوری ۳- مباحث مربوط به ایمنی و بهداشت در روش‌های آزمون مندرج در بند ۸ این استاندارد، به عهده کاربر است.

یادآوری ۴- درصورت استفاده از لوله‌های مذکور در روش‌های لوله‌رانی بدون حفر ترانشه، آسترگذاری داخلی تونل و آسترگذاری لغزشی جهت نوسازی خطوط لوله موجود، باید به استانداردهای مربوط مراجعه شود.

۲ مراجع الزامی

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

1- Glass Reinforced Plastic
2 - Pipe Jacking
3 - Tunnel Lining
4 - Slip Lining

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای 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 تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن ها مورد نظر است.
استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶۱۰: سال ۱۳۸۷، پلاستیک‌ها- لوله‌های پلاستیکی گرمانرم صاف برای انتقال سیالات- ابعاد و رواداری‌ها
۲-۲- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۲۹ : سال ۱۳۸۷، پلاستیک‌ها- لوله‌های"الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP") قابل کاربرد در تاسیسات آبرسانی تحت فشار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
2-3- ASTM C33: 2003, Standard Specification for Concrete Aggregates
2-4- ASTM D638: 2003, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
2-5- ASTM D695: 2002, Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics
2-6- ASTM D790: 2003, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials
2-7- ASTM D2412: 2002, Standard Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading
2-8- ASTM D2584: 2002, Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins
2-9- ASTM D3039/D3039M: 2000, Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials
2-10- ASTM D3567: 1997, Standard Practice for Determining Dimensions of “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings
2-11- ASTM D3681-Standard Test Method for Chemical Resistance of “Fiberglass” (Glass–Fiber–Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe in a Deflected Condition
2-12- ASTM D3839-2002 : Standard Guide for Underground Installation of “Fiberglass” (Glass-FiberReinforced Thermosetting-Resin) Pipe
2-13- ASTM D3892-1993 : Standard Practice for Packaging/Packing of Plastics
2-14- ASTM D4161-2001 : Standard Specification for “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe Joints Using Flexible Elastomeric Seals
2-15- ASTM D5365-2006 : Standard Test Method for Long-Term Ring-Bending Strain of Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe
2-16- ASTM F477-2007 : Standard Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe
2-17- AWWA-M45: 2005, Fiberglass Pipe Design Manual
2-18- ISO 75-2: 2004, Plastics - Determination of temperature of deflection under load - Part 2: Plastics and ebonite.
2-19- ISO 161-1: 1996, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal outside diameters and nominal pressures - Part 1: Metric series
2-20- ISO 1172-1996 : Textile-glass-reinforced plastics - Prepregs, moulding compounds and laminates - Determination of the textile-glass and mineral-filler content - Calcination methods
2-21- ISO 2531: 1998, Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas
2-22- ISO 4200: 1991, Plain end steel tubes, welded and seamless - General tables of dimensions and masses per unit length

2-23- ISO 7685-1998 : Plastics piping systems - Glassreinforced thermosetting plastics (GRP) - Determination of Initial Specific Ring Stiffness
2-24- ISO 10468: 2003, Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the long-term specific ring creep stiffness under wet conditions and calculation of the wet creep factor
2-25- ISO 14828-2003 : Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the longterm specific ring relaxation stiffness under wet conditions and calculation of the wet relaxation factor

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۲۹ : سال ۱۳۸۷، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱

خوردگی کرنشی (ε_{SCV})[1]

تخریب دیواره لوله در یک دوره زمانی مشخص در اثر قرار گرفتن سطح داخلی آن در معرض محیط خورنده در حالی که تحت تغییرشکل‌حلقوی است.

۴ طبقه‌بندی

۴-۱ کلیات

در این استاندارد، لوله‌ها با توجه به مواد به کار رفته در دیواره اصلی (نوع)، مواد به کار رفته در لایه درونی (آستری)، مواد به کار رفته در لایه بیرونی، قطر اسمی (DN)، طول اسمی (LN)، سفتی اسمی (SN) و نوع کاربرد طبقه‌بندی می‌شوند. جدول ۱ فهرست انواع، لایه‌های درونی (آستری‌ها)، لایه‌های بیرونی، قطرهای اسمی، طول‌های اسمی، سفتی‌های اسمی و کاربردهای لوله‌های الیاف شیشه تحت پوشش این استاندارد را ارائه می‌کند.

یادآوری ۱- ردیف‌های جدول ۱ کاملاً مستقل از یکدیگر هستند.

یادآوری ۲- این امکان وجود دارد که تمام ترکیبات ممکن از لایه درونی، لایه بیرونی، نوع، قطر اسمی، طول اسمی و سفتی اسمی در بازار در دسترس نباشند. نوع، لایه درونی، لایه بیرونی، قطر اسمی، طول اسمی و سفتی اسمی مناسب برای لوله مورد استفاده در شرایط نصب و بهره‌برداری از پروژه، باید توسط خریدار یا با مشورت با تولیدکننده تعیین گردد.

یادآوری ۳- در صورت توافق بین خریدار و تولیدکننده، ساخت لوله‌هایی با قطر اسمی، طول اسمی یا سفتی اسمی متفاوت با موارد مندرج در جدول ۱، مجاز است.

۴-۲ الزامات نشانه‌گذاری

شناسه روی لوله باید شامل موارد زیر باشد:

---

1 - Starin Corrosion

الف- شماره این استاندارد ملی

ب- عبارت "Type : X" که X عددی یک‌رقمی متناظر با نوع لوله مندرج در جدول ۱ است.

پ- عبارت "I-Layer : X" که X عددی یک‌رقمی متناظر با جنس لایه درونی مندرج در جدول ۱ است.

ت- عبارت "O-Layer : X" که X عددی یک‌رقمی متناظر با جنس لایه بیرونی مندرج در جدول ۱ است.

ث- عبارت "DN : X mm" که X قطر اسمی مندرج در جدول ۱ یا قطر توافق‌شده برحسب میلی‌متر است.

ج- عبارت "LN : X m" که X طول اسمی مندرج در جدول ۱ یا طول توافق‌شده برحسب متر است.

چ- عبارت "SN : X Pa" که X سفتی اسمی مندرج در جدول ۱ یا سفتی توافق‌شده برحسب پاسکال است.

ح- عبارت "Pipe No. : X " که X عددی یک یا چندرقمی متناظر با شماره لوله است.

خ- عبارت "Service : X"، که X عبارت متناظر با کاربرد لوله مندرج در جدول ۱ است.

د- عبارت "Prod. Date : Y/M/D" که D، M و Y به ترتیب اعدادی یک یا دورقمی، یک یا دورقمی و چهاررقمی متناظر با روز، ماه و سال (هجری شمسی) ساخت لوله هستند.

ذ- عبارت "Manufacturer : X" که X نام یا نشان تجاری تولیدکننده است.

یادآوری ۴- مثال‌هایی از نشانه‌گذاری به صورت شکل ۱ هستند:

مثال (الف)- این شناسه، نشان‌دهنده لوله‌ای از نوع رزین پلی‌استر دارای پرکننده دانه‌ریز و تقویت‌شده با الیاف شیشه، دارای آستری گرماسخت تقویت‌شده و لایه بیرونی از جنس رزین پلی‌استر ماسه‌دار تقویت‌نشده، با قطر اسمی ۶۰۰ میلی‌متر، طول اسمی ۱۲ متر، دارای حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه ۲۵۰۰ پاسکال برای مصارف فاضلاب بهداشتی ثقلی است که در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۳ توسط شرکت X با شماره ۱۹۲۲ تولید شده است،

مثال (ب)- این شناسه، نشان‌دهنده لوله‌ای از نوع رزین اپوکسی تقویت‌شده با الیاف شیشه، دارای آستری گرماسخت تقویت‌نشده، بدون لایه بیرونی، با قطر اسمی ۱۰۰۰ میلی‌متر، طول اسمی ۹ متر، دارای حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه ۵۰۰۰ پاسکال برای مصارف فاضلاب صنعتی ثقلی است که در تاریخ ۱۳۸۰/۱۱/۲۱ با شماره ۳۶۰ توسط شرکت X تولید شده است.

ISIRI xxxx
Type : 1
I-Layer : 1
O-Layer : 3
DN : 600 mm
LN : 12 m
SN : 2500 Pa
Pipe No. : 1922
Service : SS
Prod. Date: 1386/7/3
Manufatcurer : X

ISIRI xxxx
Type : 4
I-Layer : 2
O-Layer : 6
DN : 1000 mm
LN : 9 m
SN : 5000 Pa
Pipe No. : 360
Service : IS
Prod. Date : 1380/11/21
Manufacturer : X

شکل ۱- مثال‌هایی از شناسه نشانه‌گذاری لوله‌های الیاف شیشه، مثال الف (چپ)، مثال ب (راست)

جدول ۱- الزامات کلی نشانه‌گذاری لوله الیاف شیشه (ثقلی)

ردیف	ویژگی	مشخصات[1]										
۱	نوع[2]	۱ رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده			۲ رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه			۳ رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده			۴ رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه	
۲	لایه درونی (آستری)	۱ رزین گرماسخت تقویت‌شده			۲ رزین گرماسخت تقویت‌نشده			۳ رزین گرمانرم			۴ بدون آستری	
۳	لایه بیرونی	۱ رزین پلی‌استر تقویت‌شده		۲ رزین پلی‌استر تقویت‌نشده		۳ رزین پلی‌استر ماسه‌دار تقویت‌نشده		۴ رزین اپوکسی تقویت‌شده		۵ رزین اپوکسی تقویت‌نشده		۶ بدون لایه بیرونی
۴	قطر اسمی (DN)	جدول‌های ۲ تا ۷ را ببینید.										
۵	طول اسمی (LN)	۳		۴		۵		۶		۹	۱۰	۱۲	۱۸
۶	سفتی اسمی[3و4] (SN)	(۵۰۰)	۶۳۰	(۱۰۰۰)		۱۲۵۰		(۲۰۰۰)		۲۵۰۰	(۴۰۰۰)	(۸۰۰۰)	۱۰۰۰۰
۷	کاربرد[5]	SS برای مصارف فاضلاب بهداشتی								IS برای مصارف فاضلاب صنعتی			

۱- این جدول، به منظور شناسایی مشخصات و ویژگی‌های مواد مورد استفاده در لوله به کار می‌رود. اما به دلیل احتمال ناآشنایی کاربر با محصولات تجاری و انتخاب ترکیب‌های غیر قابل حصول از ویژگی‌ها، ممکن است جدول مذکور به درستی مورد استفاده قرار نگیرد. در این رابطه مشاوره با تولیدکننده توصیه می‌گردد.

۲- برای اهداف این استاندارد، پلی استر شامل رزین‌های وینیل استر نیز می‌باشد. در صورت استفاده از رزین‌های وینیل‌استر، در نشانه‌گذاری از عبارت VE در کنار عدد "یک" استفاده شود.

۳- مقدارهای ذکر شده در داخل پرانتز در ردیف ۶ این جدول، مقدارهای غیرترجیحی هستند.

۴- لوله‌های با سفتی اسمی کمتر از ۱۰۰۰ پاسکال برای نصب در زیر زمین مناسب نیستند؛ در صورت لزوم نصب این لوله‌ها در زیر زمین، باید تمهیدات خاصی اتخاذ گردد.
همچنین رده سفتی‌های لوله متناظر با سفتی‌های اسمی مندرج در ردیف ۷ به ترتیب حدود ۲۵، ۳۱/۵، ۵۰، ۶۲/۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۲۰۰، ۲۵۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوپاسکال هستند.

۵- حروف مندرج در ردیف ۷ این جدول، به ترتیب برگرفته از کلمات زیر است: SS = Sanitary Sewage ، IS = Industrial Sewage

۵ مواد و ساخت

۵-۱ کلیات

هنگامی که رزین‌ها، تقویت‌کننده‌ها، رنگ‌دهنده‌ها، پرکننده‌ها و سایر مواد با هم ترکیب می‌شوند، باید لوله‌ای ساخته شود که الزامات عملکردی این استاندارد را برآورده سازند.

۵-۲ اجزا تشکیل‌دهنده دیواره لوله

اجزا تشکیل‌دهنده دیواره لوله شامل رزین گرماسخت، الیاف شیشه تقویت‌کننده و در صورت استفاده، پرکننده دانه‌ریز است.

۵-۲-۱ رزین

رزین مورد استفاده در دیواره ساختاری لوله باید از نوع رزین گرماسخت پلی‌استر، وینیل استر یا اپوکسی باشد؛ به گونه‌ای که دمای تغییرشکل‌گرمایی آن، مطابق با روش A استاندارد ISO 75-2، حداقل ۷۰ درجه سلسیوس باشد.

۵-۲-۲ تقویت‌کننده

الیاف شیشه مورد استفاده در ساخت لوله باید یکی از انواع تجاری زیر باشد:

الف- نوع E، تشکیل‌شده از اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و کلسیم (شیشه آلومینو-کلسوسیلیکات) یا اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و بور (شیشه آلومینو-بوروسیلیکات).

ب- نوع C، تشکیل‌شده از اکسیدهای سیلیسیم، سدیم، پتاسیم، کلسیم و بور (شیشه فلز قلیایی کلسیم دارای مقدار زیادی از تری اکسید بور) که در کاربردهایی به کار گرفته می‌شوند که نیازمند مقاومت شیمیایی بالایی هستند.

پ- نوع ECR، تشکیل شده از اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و کلسیم (بدون اکسید بور) که در کاربردهایی به کار گرفته می‌شوند که نیازمند مقاومت شیمیایی بالایی هستند.

یادآوری ۱- در هر سه نوع الیاف شیشه بالا، مقدار اندکی از اکسیدهای سایر فلزات نیز وجود دارد.

الیاف تقویت‌کننده باید به صورت الیاف پیوسته یا خردشده و دارای سازگارکننده سطحی متناسب با رزین مورد استفاده باشند. الیاف می‌تواند به شکل‌های مختلفی از جمله الیاف خردشده، رشته‌ای، دسته‌رشته‌ای، نمدی یا پارچه‌ای باشند. همچنین ممکن است الیاف نمدی یا تقویت‌کننده سطحی موجود در سطح‌های بیرونی و درونی لوله از جنس الیاف آلی باشد.

۵-۲-۳ پرکننده دانه‌ریز

پرکننده دانه‌ریز باید از نوع ماسه سیلیسی مطابق با استاندارد ASTM C33:2003 باشد به استثنای آن که بند مربوط به الزامات درجه‌بندی اعمال نمی‌شود. همچنین حداکثر اندازه ذرات پرکننده دانه‌ریز نباید بیش از ۲۰ درصد ضخامت کل دیواره لوله یا ۲/۵ میلی‌متر باشد (هر کدام که کمتر است).

۵-۲-۴ لایه درونی (آستری) گرمانرم

در صورت استفاده از آستری گرمانرمی که برای اتصال به دیواره ساختاری لوله نیاز به یک چسب دارد، باید از سازگاری چسب با سایر مواد به کار رفته در ساختار لوله اطمینان حاصل کرد.

۵-۳ ساختار لوله

۵-۳-۱ لایه درونی (آستری)

در صورت وجود لایه درونی (آستری) در سطح داخلی لوله، باید الزامات این استاندارد برآورده شود. لایه درونی باید با استفاده از یکی از موارد زیر ساخته شده باشد:

الف- رزین گرماسخت دارای پرکننده و / یا تقویت‌کننده یا هیچ‌کدام از آن‌ها.

ب- رزین گرمانرم

۵-۳-۲ لایه ساختاری

لایه ساختاری لوله باید شامل الیاف شیشه تقویت‌کننده و رزین گرماسخت دارای پرکننده یا بدون پرکننده باشد.

۵-۳-۳ لایه بیرونی

در صورت وجود لایه بیرونی در سطح خارجی لوله، باید الزامات این استاندارد برآورده شود. لایه بیرونی باید از رزین گرماسخت دارای پرکننده و / یا تقویت‌کننده یا هیچ‌کدام از آنها، تشکیل شده باشد. در ساخت لایه بیرونی باید شرایط محیطی که لوله در آن استفاده می‌شود، از جمله شرایط سخت آب و هوایی و وضعیت زمین، مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، ممکن است لازم باشد از مواد افزودنی (مانند رنگدانه‌ها و کندکننده‌ها[1]) برای تقویت لایه بیرونی در مقابل عواملی مانند آتش، پرتو فرابنفش و غیره استفاده شود.

یادآوری ۲- برای لایه‌های درونی (آستری) و بیرونی شرط دمای تغییرشکل‌گرمایی مندرج در زیربند ۵-۲-۱ لازم نیست.

۵-۴ اتصال‌ها

اتصال‌های لوله‌ها باید به گونه‌ای باشند که در شرایط بهره‌برداری، آب‌بندی را تامین نمایند. بسته به شرایط طراحی و نحوه نصب لوله‌ها، اتصال می‌تواند به صورت مهارشده یا مهارنشده و انعطاف‌پذیر یا صلب باشد. شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب انواع اتصال انعطاف‌پذیر و صلب را نشان می‌دهند.

۵-۴-۱ اتصال مهارنشده

برخی از انواع اتصال‌های مهارنشده عبارتند از:

۵-۴-۱-۱ اتصال کوپلینگ واشردار یا نری- مادگی واشردار

اتصالی است که برای نگهداری واشر لاستیکی دارای یک یا چند شیار بر روی نری یا در داخل مادگی است. واشر لاستیکی تنها عامل ایجاد آب‌بندی در این نوع اتصال است.

۵-۴-۱-۲ اتصال کوپلینگ مکانیکی، با واشرهای لاستیکی

۵-۴-۱-۳ اتصال لب‌به‌لب، با لایه‌گذاری در محل اتصال

۵-۴-۱-۴ اتصال فلنجی، با حلقه متصل و یا آزاد

۵-۴-۲ اتصال مهارشده

برخی از انواع اتصال‌های مهارشده عبارتند از:

---

1 - Inhibitor

۵-۴-۲-۱ اتصال کوپلینگ ضامن‌دار یا نری- مادگی ضامن‌دار

اتصالی است که برای نگهداری ضامن پلاستیکی دارای یک یا چند شیار بر روی نری یا در داخل مادگی است. ضامن پلاستیکی برای محدود کردن جابه‌جایی اتصال به کار می‌رود.

۵-۴-۲-۲ اتصال لب‌به‌لب، با لایه‌گذاری در محل اتصال

۵-۴-۲-۳ اتصال نری- مادگی، با لایه‌گذاری در محل اتصال

۵-۴-۲-۴ اتصال نری-مادگی چسبی و کوپلینگ چسبی

چهار نوع اتصال چسبی از نظر این استاندارد مجاز می‌باشند، که عبارتند از:

۵-۴-۲-۴-۱ اتصال نری-مادگی مخروطی

اتصالی که از یک مادگی مخروطی در تماس با یک نری مخروطی و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

۵-۴-۲-۴-۲ اتصال نری-مادگی مستقیم

اتصالی که از یک مادگی مستقیم در تماس با یک نری مستقیم و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

۵-۴-۲-۴-۳ اتصال نری مستقیم و مادگی مخروطی

اتصالی که از یک مادگی مخروطی در تماس با یک نری مستقیم و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

۵-۴-۲-۴-۴ اتصال کوپلینگ

اتصالی که از دو لوله در تماس با یک کوپلینگ و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

۵-۴-۲-۵ اتصال فلنجی، با حلقه متصل و یا آزاد

۵-۴-۲-۶ اتصال کوپلینگ مکانیکی

اتصالی است که از یک کوپلینگ با درزگیر لاستیکی به همراه اجزا مهارکننده مکمل تشکیل شده است.

۵-۴-۲-۷ اتصال‌های رزوه‌شده

یادآوری ۳- انواع دیگر اتصال‌ها در صورت عرضه به بازار و برآورده کردن الزامات این استاندارد، می‌توانند به مجموعه بالا اضافه شوند.

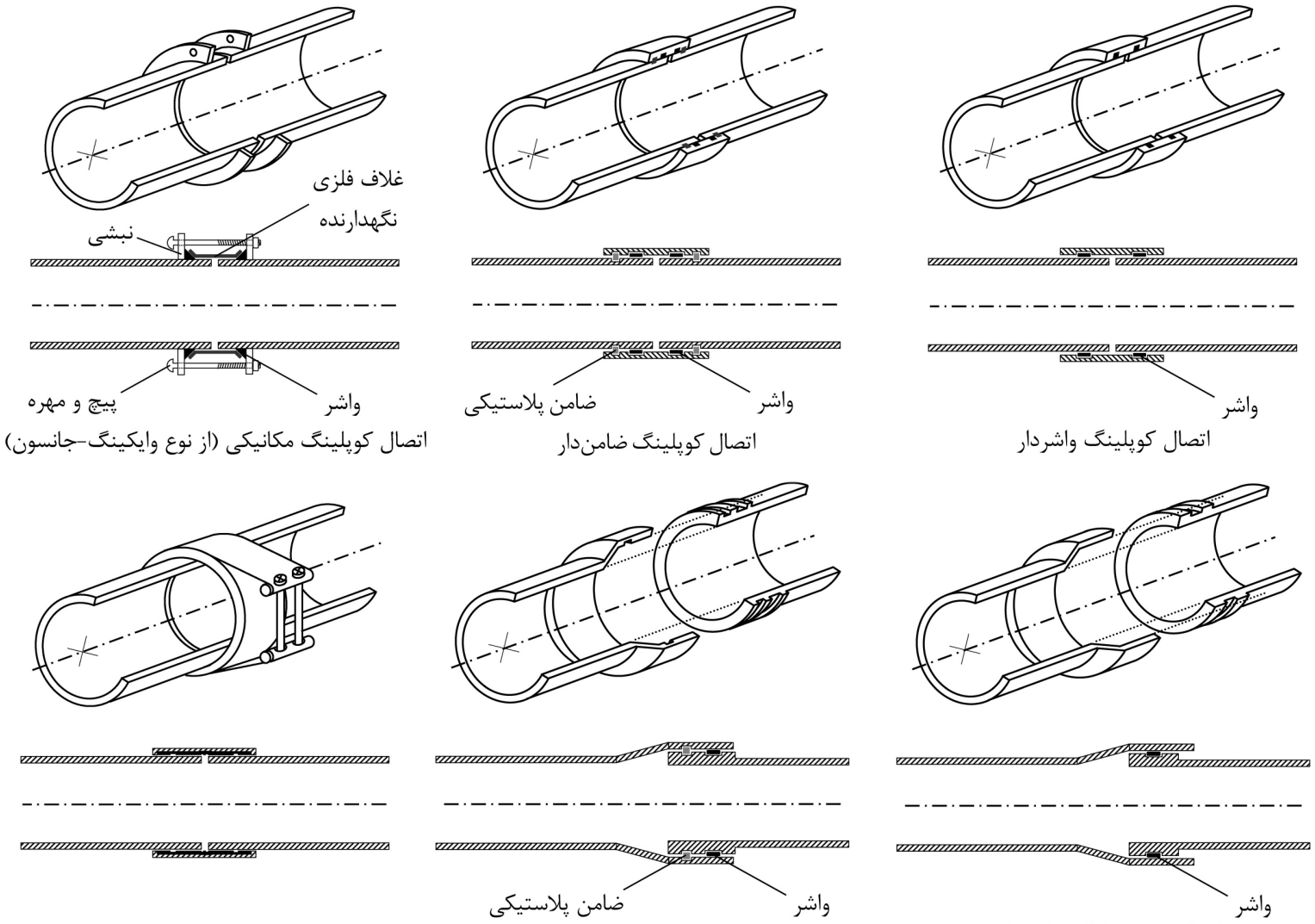
یادآوری ۴- عموماً اتصال‌های مهارشده بارهای واردشده ناشی از بهره‌برداری بر لوله را در مقایسه با اتصال‌های مهارنشده افزایش می‌دهند. به خریدار توصیه می‌گردد که تمام وضعیت‌هایی را که ممکن است در شرایط بهره‌برداری مورد نظر با آن مواجه شود، مورد توجه قرار دهد و در مورد مناسب بودن نوع و فشار اسمی یک لوله خاص که دارای سامانه‌های اتصال مهارشده است، با تولیدکننده مشورت کند.

۵-۴-۳ واشرهای لاستیکی

در صورت استفاده از واشرهای لاستیکی در سامانه لوله، باید الزامات استاندارد ASTM F477:2007 برآورده شود. ترکیب لاستیک برای قرار گرفتن در محیط‌های روغنی یا محیط‌های شیمیایی مهاجم، باید بر اساس توافق بین خریدار و تولیدکننده انتخاب شوند. واشرهای لاستیکی باید از موادی ساخته شوند که با اجزاء سامانه لوله تاثیرات مخرب متقابلی نداشته باشند. همچنین در صورت استفاده از روان‌کننده‌ها و چسب‌ها به همراه واشرهای لاستیکی، این مواد نیز باید با آنها اثر مخرب متقابلی نداشته باشند.

۵-۴-۴ چسب‌ها

چسب‌ها در اتصال‌های چسبی باید آن گونه که سازنده اتصال قید کرده است، باشند. سازنده اتصال باید اطمینان حاصل کند که چسب‌ها هیچ گونه اثر مخربی بر قطعاتی که به همراه آن استفاده می‌شوند، نداشته باشد و همچنین منجر به برآورده‌شدن الزامات قیدشده برای اتصالات در استانداردهای ASTM D4161:2005 و ISO 10639:2004 گردد.



اتصال کوپلینگ مکانیکی (از نوع وایکینگ-جانسون)

اتصال کوپلینگ ضامن‌دار

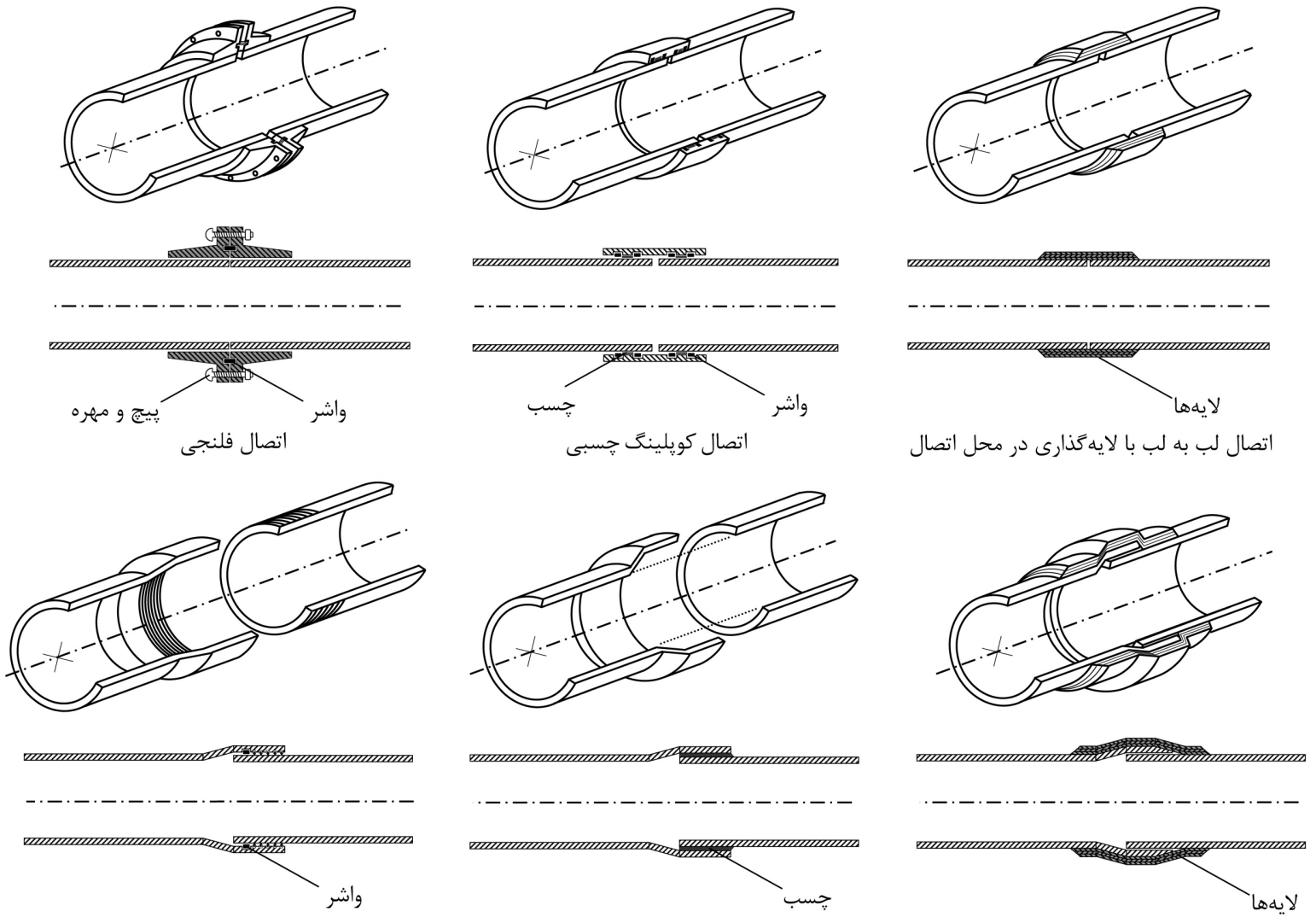
اتصال کوپلینگ واشردار

اتصال کوپلینگ مکانیکی (از نوع Straub)

اتصال نری- مادگی ضامن‌دار

اتصال نری- مادگی واشردار

شکل ۲- انواع اتصال انعطاف‌پذیر



شکل ۳- انواع اتصال صلب

۶ الزامات فنی

۶-۱ الزامات فنی آزمون‌های تولید

۶-۱-۱ کیفیت ساخت

۶-۱-۱-۱ نقص‌ها

هر لوله باید عاری از هرگونه نقص شامل فرورفتگی، جدایش‌لایه‌ای، حباب، سوراخ ریز، ترک، حفره، تاول، حضور اجسام خارجی و مناطق کم‌رزین باشد که به واسطه ماهیت، مقدار و گستردگی آن، روی استحکام و توانایی بهره‌برداری از لوله تاثیر منفی داشته باشد. لوله تا آنجایی که در تولید انبوه آن امکان‌پذیر باشد، باید در خواصی مانند رنگ، شفافیت، چگالی و سایر خواص فیزیکی یکنواخت باشد.

۶-۱-۱-۲ سطح داخلی

سطح داخلی هر لوله باید عاری از هر گونه برآمدگی، دندانه، نواره برجسته و دیگر عیب‌هایی باشد که منجر به اختلافی بیشتر از ۳/۲ میلی‌متر در قطر داخلی ناحیه تغییرشکل‌یافته نسبت به ناحیه سالم مجاور آن شود. الیاف شیشه تقویت‌کننده به هیچ وجه نباید از سطح داخلی دیواره لوله بیرون زده باشند.

۶-۱-۱-۳ محل قرارگیری واشر لاستیکی

سطوحی که بر روی آن واشر لاستیکی اتصال قرار می‌گیرد، باید عاری از هر گونه دندانه، خراشیدگی و سایر بی‌نظمی‌های سطحی تاثیرگذار روی یکپارچگی اتصال باشند.

۶-۱-۲ ابعاد

۶-۱-۲-۱ قطرها

در استانداردسازی قطرهای لوله‌های الیاف شیشه، به دلیل روش‌های ساخت مختلف (از جمله رشته‌پیچی، قالب‌گیری گریز از مرکز یا قالب‌گیری تماسی) با دشواری‌هایی مواجه می‌شویم. عموماً لوله‌های الیاف شیشه با تنظیم قطر داخلی (سری قطر داخلی) یا قطر خارجی (سری قطر خارجی) روی مقدار ثابتی تولید می‌شوند.

۶-۱-۲-۱-۱ قطر داخلی

قطر داخلی لوله‌های سری قطر داخلی باید با توجه به قطرهای اسمی نشان داده شده در جدول ۲ تهیه شوند. زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۱-۱ انجام شود، رواداری قطرهای اظهارشده باید مطابق با مقادیر جدول ۲ باشد.

در لوله‌های نری-مادگی، قطر داخلی فوق مربوط به ناحیه نری می‌باشد. ضمناً تولیدکننده باید مقدار و رواداری قطر داخلی مادگی لوله یا قطر داخلی کوپلینگ را به خریدار ارائه نماید. به علاوه، قطر داخلی مادگی یا کوپلینگ باید به اندازه‌ای بیشتر از قطر خارجی نری (در محل اتصال) باشد که فشردگی لازم در واشر لاستیکی ایجاد شود؛ به طوری که الزامات آب‌بندی مندرج در استانداردهای ASTM D4161:2005 و ISO 10639:2004 برآورده گردد.

یادآوری ۱- قطرهای داخلی غیر از آنچه در جدول ۲ نشان داده شده بنا به توافق بین خریدار و فروشنده، مجاز می‌باشند.

۶-۱-۲-۱-۲ قطر خارجی

قطر خارجی لوله‌های سری قطر خارجی باید با توجه به قطرهای اسمی نشان داده شده در جدول‌های ۳ تا ۷ تهیه شوند. زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۱-۲ انجام شود، رواداری قطرهای اظهارشده باید مطابق با مقادیر جدول‌های ۳ تا ۷ باشد.

یادآوری ۲- قطر خارجی لوله‌ها در ناحیه نری باید در محدوده رواداری داده شده در جدول‌های ۳ تا ۷ بوده و سازنده باید حداکثر و حداقل مجاز قطر نری محصول خود را اظهار کند. بعضی از لوله‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که سرتاسر طول لوله محدوده رواداری را برآورده می‌نماید؛ در حالی که در مورد دیگر لوله‌ها فقط قسمت نری در محدوده رواداری قرار می‌گیرد؛ که در این مورد اگر چنین لوله‌هایی برش بخورند (کوتاه شوند)، انتهاهای جدید باید به منظور قرار گرفتن در محدوده رواداری، تنظیم (کالیبره) شوند.

یادآوری ۳- در صورتی که تولیدکننده لوله‌هایی با قطرهای متفاوت در دو انتها تولید کند، در این صورت باید مقادیر قطرهای هر دو انتها را اظهار کند. میزان رواداری این مقادیر ازجدول‌های ۲ تا ۷ تعیین می‌گردد.

۶-۱-۲-۲ طول‌ها

لوله‌ها باید با طول‌های اسمی ۳، ۴، ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۲ یا ۱۸ متر تهیه شوند. زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۲ انجام شود، طول کلی لوله در حالت تراز افقی باید در محدوده ۵۰± میلی‌متر طول اسمی باشد. به جز سفارش‌های با طول خاص، حداقل ۹۰ درصد از کل لوله‌های با قطر اسمی یکسان باید به اندازه طول اسمی معین شده توسط خریدار عرضه شوند. در ۱۰ درصد باقیمانده، در صورت عرضه لوله‌های با طول متفاوت، طول هر لوله نباید بیشتر از ۲۵ درصد نسبت به طول اسمی مغایرت داشته باشد. در مورد این لوله‌ها طول کلی لوله برحسب متر باید به طریق مناسبی بر روی آن درج شود؛ به طوری که الزامات بند ۱۲ را برآورده نماید.

۶-۱-۲-۳ ضخامت دیواره

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۳ انجام شود، میانگین ضخامت دیواره لوله نباید کمتر از ضخامت اسمی (اظهارشده توسط تولیدکننده) مندرج در برگ مشخصات فنی محصول تولیدشده در زمان خرید باشد. حداقل ضخامت دیواره در هر نقطه دلخواه، نباید کمتر از ۸۷/۵ درصد ضخامت اسمی دیواره باشد. ضخامت دیواره لوله در هر حال نباید کمتر از ۳ میلی‌متر باشد.

۶-۱-۲-۴ صافی سطح مقطع دو انتهای لوله

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۴ انجام شود، تمام نقاط روی سطح مقطع هر انتهای لوله نسبت به یک صفحه عمود بر محور طولی لوله، باید در محدوده ۶/۵± میلی‌متر یا ۰/۵± درصد قطر اسمی لوله (هر کدام که بیشتر باشد) قرار داشته باشد. به عبارت دیگر، نصف مقدار خوانده‌شده از دستگاه مدرج باید در محدوده رواداری گفته شده قرار گیرد.

جدول ۲- قطرهای داخلی لوله و رواداری آن‌ها

قطر اسمی (DN)[1] (میلی‌متر)	محدوده قطر داخلی (قطر اظهارشده) (میلی‌متر)		رواداری قطر اظهارشده (میلی‌متر)	قطر اسمی (DN)[1] (میلی‌متر)	محدوده قطر داخلی (قطر اظهارشده) (میلی‌متر)		رواداری قطر اظهارشده (میلی‌متر)
	حداقل	حداکثر			حداقل	حداکثر	
۲۵	۲۳/۵	۲۶/۵	±۱/۵	۱۴۰۰	۱۳۹۵	۱۴۲۰	±۵/۰
۴۰	۳۸	۴۲	±۱/۵	(۱۵۰۰)	۱۴۹۵	۱۵۲۰	±۵/۰
۵۰	۴۸	۵۲	±۱/۵	۱۶۰۰	۱۵۹۵	۱۶۲۰	±۵/۰
۶۵	۶۳	۶۷	±۱/۵	(۱۶۵۰)	۱۶۴۵	۱۶۷۰	±۵/۰
۷۵	۷۳	۷۷	±۱/۵	(۱۷۰۰)	۱۶۹۵	۱۷۲۰	±۵/۰
۸۰	۷۸	۸۲	±۱/۵	۱۸۰۰	۱۷۹۵	۱۸۲۰	±۵/۰
۱۰۰	۹۷	۱۰۳	±۱/۵	(۱۹۰۰)	۱۸۹۵	۱۹۲۰	±۵/۰
۱۲۵	۱۲۲	۱۲۸	±۱/۵	۲۰۰۰	۱۹۹۵	۲۰۲۰	±۵/۰
۱۵۰	۱۴۷	۱۵۳	±۱/۵	(۲۱۰۰)	۲۰۹۵	۲۱۲۰	±۵/۰
۲۰۰	۱۹۶	۲۰۴	±۱/۵	۲۲۰۰	۲۱۹۵	۲۲۲۰	±۶/۰
۲۵۰	۲۴۶	۲۵۵	±۱/۵	(۲۳۰۰)	۲۲۹۵	۲۳۲۰	±۶/۰
۳۰۰	۲۹۶	۳۰۶	±۱/۸	۲۴۰۰	۲۳۹۵	۲۴۲۰	±۶/۰
۳۵۰	۳۴۶	۳۵۷.	±۲/۱	(۲۵۰۰)	۲۴۹۵	۲۵۲۰	±۶/۰
(۳۷۵)	۳۷۱	۳۸۱	±۲/۱	۲۶۰۰	۲۵۹۵	۲۶۲۰	±۶/۰
۴۰۰	۳۹۶	۴۰۸	±۲/۴	(۲۷۰۰)	۲۶۹۵	۲۷۲۰	±۶/۰
۴۵۰	۴۴۶	۴۵۹	±۲/۷	۲۸۰۰	۲۷۹۵	۲۸۲۰	±۶/۰
۵۰۰	۴۹۶	۵۱۰	±۳/۰	(۲۹۰۰)	۲۸۹۵	۲۹۲۰	±۶/۰
۵۵۰	۵۴۶	۵۶۱	±۳/۳	۳۰۰۰	۲۹۹۵	۳۰۲۰	±۶/۰
۶۰۰	۵۹۵	۶۱۲	±۳/۶	(۳۱۰۰)	۳۰۹۵	۳۱۲۰	±۶/۰
۷۰۰	۶۹۵	۷۱۴	±۴/۲	۳۲۰۰	۳۱۹۵	۳۲۲۰	±۷/۰
۸۰۰	۷۹۵	۸۱۶	±۴/۲	(۳۳۰۰)	۳۲۹۵	۳۳۲۰	±۷/۰
۸۵۰	۸۴۵	۸۱۷	±۴/۲	۳۴۰۰	۳۳۹۵	۳۴۲۰	±۷/۰
۹۰۰	۸۹۵	۹۱۸	±۴/۲	(۳۵۰۰)	۳۴۹۵	۳۵۲۰	±۷/۰
۱۰۰۰	۹۹۵	۱۰۲۰	±۵/۰	۳۶۰۰	۳۵۹۵	۳۶۲۰	±۷/۰
(۱۱۰۰)	۱۰۹۵	۱۱۲۰	±۵/۰	(۳۷۰۰)	۳۶۹۵	۳۷۲۰	±۷/۰
۱۱۵۰	۱۱۴۵	۱۱۷۰	±۵/۰	۳۸۰۰	۳۷۹۵	۳۸۲۰	±۷/۰
۱۲۰۰	۱۱۹۵	۱۲۲۰	±۵/۰	(۳۹۰۰)	۳۸۹۵	۳۹۲۰	±۷/۰
(۱۳۰۰)	۱۲۹۵	۱۳۲۰	±۵/۰	۴۰۰۰	۳۹۹۵	۴۰۲۰	±۷/۰
(۱۳۵۰)	۱۳۴۵	۱۳۷۰	±۵/۰				

۱- مقدارهای ذکر شده در داخل پرانتز، مقدارهای غیرترجیحی هستند.

جدول ۳- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آن‌ها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی GRP

قطر اسمی [1](DN) (میلی‌متر)	قطر خارجی (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر اسمی [1](DN) (میلی‌متر)	قطر خارجی (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)	
		حد بالا	حد پایین			حد بالا	حد پایین
۳۰۰	۳۱۰	+۱/۰	-۱/۰	۲۰۰۰	۲۰۴۶	+۲/۰	-۳/۰
۳۵۰	۳۶۱	+۱/۰	-۱/۲	(۲۱۰۰)	۲۱۴۸	+۲/۰	-۳/۱
(۳۷۵)	۳۸۷	+۱/۰	-۱/۳	۲۲۰۰	۲۲۵۰	+۲/۰	-۳/۲
۴۰۰	۴۱۲	+۱/۰	-۱/۴	(۲۳۰۰)	۲۳۵۲	+۲/۰	-۳/۳
۴۵۰	۴۶۳	+۱/۰	-۱/۶	۲۴۰۰	۲۴۵۳	+۲/۰	-۳/۴
۵۰۰	۵۱۴	+۱/۰	-۱/۸	(۲۵۰۰)	۲۵۵۶	+۲/۰	-۳/۵
۶۰۰	۶۱۶	+۱/۰	-۲/۰	۲۶۰۰	۲۶۵۸	+۲/۰	-۳/۶
۷۰۰	۷۱۸	+۱/۰	-۲/۲	(۲۷۰۰)	۲۷۶۰	+۲/۰	-۳/۷
۸۰۰	۸۲۰	+۱/۰	-۲/۴	۲۸۰۰	۲۸۶۱	+۲/۰	-۳/۸
۹۰۰	۹۲۴	+۱/۰	-۲/۶	(۲۹۰۰)	۲۹۶۴	+۲/۰	-۳/۹
۱۰۰۰	۱۰۲۶	+۲/۰	-۲/۶	۳۰۰۰	۳۰۶۶	+۲/۰	-۴/۰
(۱۱۰۰)	۱۱۲۸	+۲/۰	-۲/۶	(۳۱۰۰)	۳۱۶۸	+۲/۰	-۴/۱
۱۲۰۰	۱۲۲۹	+۲/۰	-۲/۶	۳۲۰۰	۳۲۷۰	+۲/۰	-۴/۲
(۱۳۰۰)	۱۳۳۲	+۲/۰	-۲/۷	(۳۳۰۰)	۳۳۷۲	+۲/۰	-۴/۳
(۱۳۵۰)	۱۳۸۳	+۲/۰	-۲/۷	۳۴۰۰	۳۴۷۴	+۲/۰	-۴/۴
۱۴۰۰	۱۴۳۴	+۲/۰	-۲/۸	(۳۵۰۰)	۳۵۷۶	+۲/۰	-۴/۵
(۱۵۰۰)	۱۵۳۶	+۲/۰	-۲/۸	۳۶۰۰	۳۶۷۸	+۲/۰	-۴/۶
۱۶۰۰	۱۶۳۸	+۲/۰	-۲/۸	(۳۷۰۰)	۳۷۸۰	+۲/۰	-۴/۷
(۱۶۵۰)	۱۶۸۹	+۲/۰	-۲/۸	۳۸۰۰	۳۸۸۲	+۲/۰	-۴/۸
(۱۷۰۰)	۱۷۴۰	+۲/۰	-۲/۹	(۳۹۰۰)	۳۹۸۴	+۲/۰	-۴/۹
۱۸۰۰	۱۸۴۲	+۲/۰	-۳/۰	۴۰۰۰	۴۰۸۶	+۲/۰	-۵/۰
(۱۹۰۰)	۱۹۴۴	+۲/۰	-۳/۰				

۱- مقدارهای ذکر شده در داخل پرانتز، مقدارهای غیرترجیحی هستند.

جدول ۴- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی چدنی نشکن یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

قطر اسمی (DN)[1] (میلی‌متر)	قطر خارجی[2] (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)	
		حد بالا	حد پایین
۱۰۰	۱۱۵/۰	+۱/۰	+۰/۳
۱۲۵	۱۴۱/۰	+۱/۰	+۰/۲
۱۵۰	۱۶۷/۰	+۱/۰	+۰/۱
۲۰۰	۲۲۰/۰	+۱/۰	۰/۰
۲۵۰	۲۷۱/۸	+۱/۰	−۰/۲
۳۰۰	۳۲۳/۸	+۱/۰	−۰/۳
۳۵۰	۳۷۵/۷	+۱/۰	−۰/۳
۴۰۰	۴۲۶/۶	+۱/۰	−۰/۳
۴۵۰	۴۷۷/۶	+۱/۰	−۰/۴
۵۰۰	۵۲۹/۵	+۱/۰	−۰/۴
۶۰۰	۶۳۲/۵	+۱/۰	−۰/۵

جدول ۵- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی PVC یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

قطر اسمی (DN)[1] (میلی‌متر)	قطر خارجی[2] (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)	
		حد بالا	حد پایین
۱۰۰	۱۱۰	+۰/۴	صفر
۱۲۵	۱۲۵	+۰/۴	صفر
۱۵۰	۱۶۰	+۰/۵	صفر
۲۰۰	۲۰۰	+۰/۶	صفر
۲۲۵	۲۲۵	+۰/۷	صفر
۲۵۰	۲۵۰	+۰/۸	صفر
۳۰۰	۳۱۵	+۱/۰	صفر
۳۵۰	۳۵۵	+۱/۱	صفر
۴۰۰	۴۰۰	+۱/۲	صفر
۴۵۰	۴۵۰	+۱/۴	صفر
۵۰۰	۵۰۰	+۱/۵	صفر
۶۰۰	۶۳۰	+۱/۹	صفر

۱- زمانی که از لوله‌ای با قطر اسمی غیرترجیحی استفاده شود، نزدیکترین قطر مربوط را انتخاب کنید.

۲- قطر معادل لوله چدنی‌نشکن بر اساس استاندارد ISO 2531:1998 و لوله PVC بر اساس استانداردهای ISO 161-1:1996 و ملی ایران شماره ۱۰۶۱۰:سال ۱۳۸۷ است.

جدول ۶- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی (لوله‌های) فولادی یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

قطر اسمی (DN)[1] (میلی‌متر)	قطر خارجی[2] (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)	
		حد بالا	حد پایین
۲۵	۳۳/۴۰	+۱/۵۲	-۰/۴۱
۴۰	۴۸/۲۶	+۱/۵۲	-۰/۴۶
۵۰	۶۰/۳۳	+۱/۵۲	-۰/۴۶
۶۵	۷۳/۰۳	+۱/۵۲	-۰/۴۶
۸۰	۸۸/۹۰	+۱/۵۲	-۰/۴۶
۱۰۰	۱۴۴/۳۰	+۱/۵۲	-۰/۴۶
۱۵۰	۱۶۸/۲۸	+۱/۶۸	-۰/۷۱
۲۰۰	۲۱۹/۰۸	+۲/۱۸	-۱/۰۲
۲۵۰	۲۷۳/۰۵	+۲/۷۴	-۱/۲۲
۳۰۰	۳۲۳/۸۵	+۳/۲۵	-۱/۴۲
۳۵۰	۳۵۵/۶۰	+۳/۵۶	-۱/۵۷
۴۰۰	۴۰۶/۴۰	+۴/۰۶	-۱/۷۸

۱- زمانی که از لوله‌ای با قطر اسمی غیرترجیحی استفاده شود، نزدیکترین قطر مربوط را انتخاب کنید.

۲- قطر معادل لوله فولادی بر اساس استاندارد ISO 4200:1991 است.

جدول ۷- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی (لوله) چدنی معمولی یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)	قطر خارجی (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)	
		حد بالا	حد پایین
۵۰	۶۳/۵	+۱/۳	−۱/۳
۸۰	۱۰۰/۶	+۱/۵	−۱/۵
۱۰۰	۱۲۱/۹	+۱/۵	−۱/۵
۱۵۰	۱۷۵/۳	+۱/۵	−۱/۵
۲۰۰	۲۲۹/۹	+۱/۵	−۱/۵
۲۵۰	۲۸۱/۹	+۱/۵	−۱/۵
۳۰۰	۳۳۵/۳	+۱/۵	−۱/۵
۳۵۰	۳۸۸/۶	+۱/۳	−۲/۰
۴۰۰	۴۴۲/۰	+۱/۳	−۲/۰
۴۵۰	۴۹۵/۳	+۱/۳	−۲/۰
۵۰۰	۵۴۸/۶	+۱/۳	−۲/۰
۶۰۰	۶۵۵/۳	+۱/۳	−۲/۰
۸۰۰	۸۱۲/۸	+۲/۰	−۱/۵
۹۰۰	۹۷۲/۸	+۲/۰	−۱/۵
۱۱۰۰	۱۱۳۰/۳	+۲/۰	−۱/۵
۱۲۰۰	۱۲۹۰/۳	+۲/۰	−۱/۵
۱۸۰۰	۱۴۶۲/۰	+۲/۰	−۱/۵
۱۵۰۰	۱۵۶۴/۹	+۲/۰	−۱/۵

۶-۱-۳ سفتی

مقدار سفتی با استفاده از یکی از روش‌های مندرج در بندهای ۶-۱-۳-۱ و ۶-۱-۳-۲ اندازه‌گیری گردد.

۶-۱-۳-۱ سفتی حلقوی ویژه اولیه

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با زیربند ۸-۱-۲-۱ انجام شود، هر شاخه لوله باید مقاومت کافی برای نشان‌دادن حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه تعیین شده در جدول ۸ را دارا باشد.

۶-۱-۳-۲ سفتی لوله

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با زیربند ۸-۱-۲-۲ انجام شود، هر شاخه لوله باید مقاومت کافی برای نشان‌دادن حداقل سفتی لوله تعیین شده در جدول ۹ را دارا باشد.

یادآوری ۴- سفتی لوله متناظر با سفتی حلقوی ویژه اولیه (در همان درصد تغییرشکل‌حلقوی) از رابطه (۱) تعیین می‌شود:

$$PS = \frac{S_0}{f} \qquad (۱)$$

۶-۱-۳-۳ مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییرشکل‌حلقوی

این آزمون مطابق با زیربند ۸-۱-۲-۳ در دو سطح (الف) و (ب) انجام می‌شود. هدف از این آزمون، یک مشاهده چشمی (با چشم غیرمسلح) و تنها به منظور کنترل کیفی محصول تولیدی است و نباید به‌عنوان یک آزمون شبیه‌سازی شرایط بهره‌برداری در نظر گرفته شود. درصد تغییرشکل‌حلقوی سطح (الف) و (ب) مندرج در جدول ۱۰ برای اطمینان از عملکرد مناسب لوله در بلندمدت (۵۰ سال) می‌باشد؛ به طوری که اطمینان حاصل شود که حد تغییرشکل‌حلقوی لوله در شرایط بهره‌برداری بلندمدت از پنج درصد فراتر نمی‌رود.

۶-۱-۳-۳-۱ الزامات سطح (الف)

در تغییرشکل‌حلقوی سطح (الف) مندرج در جدول ۱۰، آزمونه نباید هیچ‌گونه آسیب قابل مشاهده‌ای به شکل ترک‌های سطحی داشته باشد.

۶-۱-۳-۳-۲ الزامات سطح (ب)

در تغییرشکل‌حلقوی سطح (ب) مندرج در جدول ۱۰، آزمونه نباید هیچ‌گونه نشانه‌ای از آسیب ساختاری به شکل جدایش‌لایه‌ای، جدایی لایه درونی یا بیرونی (در صورت وجود) از دیواره، تخریب کششی الیاف شیشه تقویت‌کننده و شکست[1] یا کمانش[2] دیواره لوله داشته باشد.

۶-۱-۳-۳-۳ سطح (الف) و (ب) برای سایر مقادیر S_0

در مورد سایر مقادیر سفتی حلقوی ویژه اولیه لوله، مقادیر مناسب برای تغییرشکل‌حلقوی سطح (الف) و (ب) (جدول ۱۰) با استفاده از رابطه‌های (۲) و (۳) محاسبه می‌شود:

$$\text{سطح (الف) در "سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید} = 9 \times \left(\frac{10000}{\text{"سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید}}\right)^{0.33} \qquad (۲)$$

1 - Fracture
2 - Buckling

(۳) (سطح (الف) در "سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید / ۰/۶) = سطح (ب) در "سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید

۶-۱-۳-۳-۴ حداقل سطح (الف) و (ب)

با توجه به اینکه ممکن است میزان تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت در برخی محصولات، متفاوت از حد پذیرش پنج درصد باشد، از این رو میزان تغییرشکل‌حلقوی سطح (الف) و (ب) (مندرج در جدول ۱۰) متناسب با آن با استفاده از رابطه (۴) تنظیم می‌گردند:

(۴) (سطح (الف) در جدول ۱۱) × ($D_{۵۰}$ جدید / ۵) = سطح (الف) در $D_{۵۰}$ جدید

با این‌حال حداقل مقادیر برای تغییر شکل‌های حلقوی سطح (الف) و (ب) باید به ترتیب معادل با کرنش‌های محیطی ۰/۶ و ۱/۰ درصد باشند؛ همان طور که رابطه‌های (۵) و (۶) نشان می‌دهند:

$$۴/۲۸ \times \left(\frac{t}{d_m}\right) \times \frac{۰/۰۱ \times D_{الف}}{(۱ + ۰/۵ \times ۰/۰۱ \times D_{الف})^۲} \geq ۰/۰۰۶ \qquad (۵)$$

$$۴/۲۸ \times \left(\frac{t}{d_m}\right) \times \frac{۰/۰۱ \times D_{ب}}{(۱ + ۰/۵ \times ۰/۰۱ \times D_{ب})^۲} \geq ۰/۰۱ \qquad (۶)$$

جدول ۸- حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه

قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)	سفتی اسمی (SN) (پاسکال)									
	۵۰۰	۶۳۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰
	حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه (S_0) (پاسکال)									
۲۵ تا ۲۰۰	ت.ن.[1]	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰
۲۵۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰
۳۰۰ یا بیشتر	۵۰۰	۶۳۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰

جدول ۹- حداقل سفتی لوله

قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)	رده سفتی لوله (SC) (کیلوپاسکال)									
	۲۵	۳۱/۵	۵۰	۶۲/۵	۱۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۵۰۰
	حداقل سفتی لوله (PS) (کیلوپاسکال)									
۲۵ تا ۲۰۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۲۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۵۰۰
۲۵۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۵۰۰
۳۰۰ یا بیشتر	۲۵	۳۱/۵	۵۰	۶۲/۵	۱۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۵۰۰

جدول ۱۰- درصد تغییرشکل‌حلقوی بدون آسیب (سطح الف) یا تخریب ساختاری (سطح ب)

	سفتی اسمی (SN) (پاسکال)									
	۵۰۰	۶۳۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰
	درصد تغییرشکل‌حلقوی (D)									
سطح (الف)	٪۲۵	٪۲۳	٪۲۰	٪۱۸	٪۱۶	٪۱۵	٪۱۳	٪۱۲	٪۱۰	٪۹
سطح (ب)	٪۴۱/۷	٪۳۸/۳	٪۳۳/۳	٪۳۰	٪۲۶/۷	٪۲۵	٪۲۱/۷	٪۲۰	٪۱۶/۷	٪۱۵

۱- ت.ن. = توصیه نمی‌شود

۶-۲ الزامات فنی آزمون‌های صلاحیت‌سنجی

۶-۲-۱ الزامات شیمیایی بلندمدت

آزمونه‌های تهیه شده، زمانی که مطابق با بند ۸-۲-۱ آزمایش شوند، باید در شرایطی که در معرض اسید سولفوریک یک نرمال قرار داده شوند، بدون تخریب حداقل قادر به تحمل تغییرشکل‌حلقوی به میزان کرنش ۵۰ سال (مندرج در جدول ۱۱) باشند.

یادآوری ۵- برای آگاهی از نحوه بدست آوردن حداقل الزامات شیمیایی مندرج در جدول ۱۱ برای لوله‌های فاضلابی، پیوست الف را ببینید.

یادآوری ۶- محاسبات جدول ۱۱ و پیوست الف با این فرض هستند که تار خنثی در نقطه میانی دیواره لوله قرار دارد. برای لوله‌هایی که تار خنثای آنها در موقعیتی متفاوت از بخش میانی قرار گرفته است، لازم است محاسبات مربوط به آن با جایگذاری ۲y به جای t، انجام شوند (y بیشینه فاصله سطح لوله از تار خنثی است).

جدول ۱۱- حداقل الزامات شیمیایی لوله فاضلابی

سفتی لوله (PS)	حداقل کرنش محیطی ناشی از تغییرشکل‌حلقوی					
(کیلوپاسکال)	۶ دقیقه	۱۰ ساعت	۱۰۰ ساعت	۱۰۰۰ ساعت	۱۰۰۰۰ ساعت	۵۰ سال
۶۲/۵	۰/۹۷ (t/d_m)	۰/۸۴ (t/d_m)	۰/۷۸ (t/d_m)	۰/۷۳ (t/d_m)	۰/۶۸ (t/d_m)	۰/۶۰ (t/d_m)
۱۲۵	۰/۸۵ (t/d_m)	۰/۷۲ (t/d_m)	۰/۶۶ (t/d_m)	۰/۶۱ (t/d_m)	۰/۵۶ (t/d_m)	۰/۴۹ (t/d_m)
۲۵۰	۰/۷۱ (t/d_m)	۰/۶۰ (t/d_m)	۰/۵۵ (t/d_m)	۰/۵۱ (t/d_m)	۰/۴۷ (t/d_m)	۰/۴۱ (t/d_m)
۵۰۰	۰/۵۶ (t/d_m)	۰/۴۸ (t/d_m)	۰/۴۴ (t/d_m)	۰/۴۱ (t/d_m)	۰/۳۸ (t/d_m)	۰/۳۱ (t/d_m)

۶-۲-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش مندرج در زیربند ۸-۲-۲ انجام شود، "کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی" باید حداکثر متناظر با "تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت پنج درصد" باشد. کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی باید بر مبنای برونیابی مقادیر مذکور به ۵۰ سال محاسبه شوند.

یادآوری ۷- کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی و درصد تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت به صورت رابطه (۷) به یکدیگر مرتبط هستند:

$$\varepsilon_{50} = 4/28 \times \left(\frac{t}{d_m}\right) \times \frac{0/01 \times D_{50}}{(1 + 0/5 \times 0/01 \times D_{50})^2} \qquad (7)$$

یادآوری ۸- با توجه به اینکه ممکن است کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی مورد نیاز در برخی محصولات متفاوت از مقدار مذکور باشد، لذا با در نظر گرفتن شرایط مورد نظر و محدودیت‌های مندرج در زیربند ۶-۱-۳-۳-۴ (حد پایین کرنش)، این مقدار می‌تواند بنابر توافق بین خریدار و تولیدکننده تعیین گردد.

۶-۲-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

سفتی حلقوی ویژه بلندمدت باید بر مبنای ضریب خزش[1] یا ضریب آسودگی[2] و سفتی حلقوی ویژه اولیه لوله محاسبه شود. بر این مبنا زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش مندرج در زیربند ۸-۲-۳ انجام شود، هر شاخه لوله باید حداقل سفتی حلقوی ویژه بلندمدت به دست آمده از رابطه‌های (۸) و (۹) را دارا باشد:

$$S_{\alpha,\delta.} = \alpha \times S_0 \qquad (۸)$$

$$S_{\beta,\delta.} = \beta \times S_0 \qquad (۹)$$

ضریب‌های α و β برابر با مقادیر اظهارشده توسط تولیدکننده اختیار می‌شود. مقدار این ضریب‌ها نباید کمتر از ۰/۴ باشد.

۶-۲-۴ مقاومت تیر

برای لوله‌های تا قطر اسمی ۷۰۰ میلی‌متر، زمانی‌که مطابق با زیربند ۸-۲-۴ آزمایش شوند، لوله باید مقادیر بارهای مندرج در جدول ۱۲ را بدون تخریب ساختاری تحمل نماید. برای لوله‌های با قطر اسمی بزرگتر از ۷۰۰ میلی‌متر و یا به عنوان جایگزین برای اندازه‌های کوچکتر، مقادیر مقاومت تیر از طریق آزمایش‌های مقاومت کششی مندرج در زیربند ۸-۱-۳ و فشاری مندرج در زیربند ۸-۱-۴ تعیین می‌گردند. نمونه‌برداری باید در جهت طولی لوله انجام شود. حداقل مقاومت‌های کششی و فشاری طولی لازم برای لوله‌ها در جدول ۱۲ ارائه شده است.

یادآوری ۹- آزمون مقاومت تیر یک آزمون صلاحیت‌سنجی است و تنها زمانی لازم است که "تغییر قابل توجهی" در طراحی یا ساخت لوله ایجاد شود. "تغییر قابل توجه" به این معنی است که که میانگین مقاومت کششی طولی لوله (که مطابق با زیربند ۸-۱-۳ تعیین می‌شود)، بیش از ۱۵ درصد کاهش یابد.

۶-۲-۵ آب‌بندی اتصال

همه اتصال‌ها باید الزامات آزمون‌های آب‌بندی استانداردهای ASTM D4161:2001 و ISO 10639:2004 را برآورده سازد. [3] اتصال‌های مهارنشده باید با درپوش آب‌بندی ثابت و اتصال‌های مهارشده با درپوش آب‌بندی آزاد، مورد آزمایش قرار گیرند. برای اتصال‌های صلب الزامات انحراف زاویه‌ای گفته‌شده در استاندارد ASTM D4161:2001 الزامی نیست. اتصال‌های صلب شامل اتصال‌های لب‌به‌لب با لایه‌گذاری در محل اتصال، اتصال نری- مادگی با لایه‌گذاری در محل اتصال ، فلنجی و نری- مادگی متصل‌شده با چسب و یا رزوه‌شده هستند.

---

1 - Creep Factor
2 - Relaxation Factor

۳- استاندارد الزامات اتصالات لوله الیاف شیشه در دست تدوین است.

جدول ۱۲- بارهای آزمون مقاومت تیر

قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)	بار خمشی (P) (نیوتن)	حداقل مقاومت کششی طولی اولیه بر واحد محیط لوله ($\sigma_{L,0}$) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)	حداقل مقاومت فشاری طولی اولیه بر واحد محیط لوله ($\sigma_{P,0}$) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)
۲۵	۲۰	۳۲	۳۲
۴۰	۸۰	۴۴	۴۴
۵۰	۱۶۰	۵۰	۵۰
۶۵	۳۰۰	۵۶	۵۶
۷۵	۴۰۰	۶۰	۶۰
۸۰	۴۳۵	۶۲	۶۲
۱۰۰	۹۱۰	۷۰	۷۰
۱۲۵	۱۵۷۰	۷۵	۷۵
۱۵۰	۲۴۱۵	۸۰	۸۰
۲۰۰	۳۰۰۰	۸۵	۸۵
۲۵۰	۴۶۷۵	۹۰	۹۰
۳۰۰	۶۶۱۵	۹۵	۹۵
۳۵۰	۹۶۱۰	۱۰۰	۱۰۰
۳۷۵	۱۱۷۱۵	۱۰۳	۱۰۳
۴۰۰	۱۳۶۹۰	۱۰۵	۱۰۵
۴۵۰	۱۹۱۹۵	۱۱۰	۱۱۰
۵۰۰	۲۲۱۰۰	۱۱۵	۱۱۵
۵۵۰	۲۶۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۶۰۰	۳۴۹۲۵	۱۲۵	۱۲۵
۷۰۰	۴۷۱۲۰	۱۳۵	۱۳۵
۸۰۰	-	۱۵۰	۱۵۰
۸۵۰	-	۱۵۷	۱۵۷
۹۰۰	-	۱۶۵	۱۶۵
۱۰۰۰	-	۱۸۵	۱۸۵
۱۱۰۰	-	۱۹۷	۱۹۷
۱۱۵۰	-	۲۰۱	۲۰۱
۱۲۰۰	-	۲۰۵	۲۰۵
۱۳۰۰	-	۲۱۵	۲۱۵
۱۳۵۰	-	۲۲۰	۲۲۰
۱۴۰۰	-	۲۲۵	۲۲۵
۱۵۰۰	-	۲۳۷	۲۳۷
۱۶۰۰	-	۲۵۰	۲۵۰
۱۶۵۰	-	۲۵۶	۲۵۶

ادامه جدول ۱۲

قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)	بار خمشی (P) (نیوتن)	حداقل مقاومت کششی طولی اولیه بر واحد محیط لوله ($\sigma_{L,0}$) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)	حداقل مقاومت فشاری طولی اولیه بر واحد محیط لوله ($\sigma_{P,0}$) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)
۱۷۰۰	–	۲۶۲	۲۶۲
۱۸۰۰	–	۲۷۵	۲۷۵
۱۹۰۰	–	۲۸۷	۲۸۷
۲۰۰۰	–	۳۰۰	۳۰۰
۲۱۰۰	–	۳۱۲	۳۱۲
۲۲۰۰	–	۳۲۵	۳۲۵
۲۳۰۰	–	۳۳۷	۳۳۷
۲۴۰۰	–	۳۵۰	۳۵۰
۲۵۰۰	–	۳۶۲	۳۶۲
۲۶۰۰	–	۳۷۵	۳۷۵
۲۷۰۰	–	۳۸۷	۳۸۷
۲۸۰۰	–	۴۰۰	۴۰۰
۲۹۰۰	–	۴۱۵	۴۱۵
۳۰۰۰	–	۴۳۰	۴۳۰
۳۱۰۰	–	۴۴۵	۴۴۵
۳۲۰۰	–	۴۶۰	۴۶۰
۳۳۰۰	–	۴۷۵	۴۷۵
۳۴۰۰	–	۴۹۰	۴۹۰
۳۵۰۰	–	۵۰۵	۵۰۵
۳۶۰۰	–	۵۲۰	۵۲۰
۳۷۰۰	–	۵۳۵	۵۳۵
۳۸۰۰	–	۵۵۰	۵۵۰
۳۹۰۰	–	۵۶۵	۵۶۵
۴۰۰۰	–	۵۸۰	۵۸۰

۶-۳ الزامات فنی آزمون‌های کنترل

۶-۳-۱ الزامات شیمیایی بلندمدت

حداقل شش آزمونه لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۳-۱ (رویه زیربند ۸-۳-۱-۱ یا زیربند ۸-۳-۱-۲) آزمایش شوند. زمانی که رویه ۸-۳-۱-۱ استفاده می‌شود، باید سه معیار زیر برآورده شوند:

الف- میانگین زمان تخریب در هر تنش (یا کرنش) محیطی معین باید بیش از "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

ب- اولین زمان تخریب در هر تنش (یا کرنش) محیطی معین باید بیش از "حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

پ- نتایج حداقل یک‌سوم از آزمونه‌ها جدید بالای خط رگرسیون اصلی باشند،

یادآوری ۱۰- "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" و "حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد" مطابق با پیوست (الف) استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۲۹ : سال ۱۳۸۷ تعیین شود.

زمانی که رویه جایگزین مندرج در بند ۸-۳-۱-۲ استفاده می‌شود، در هیچ‌کدام از نمونه‌ها نباید تخریب روی دهد. در این صورت تغییرات احتمالی در طراحی لوله، حداقل بوده و نیازی به تکرار آزمون مقاومت شیمیایی بلندمدت نیست. در غیر این‌صورت باید آزمون مذکور (آزمون اصلی) تکرار شود.

۶-۳-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی

حداقل شش آزمونه لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۳-۲ آزمایش شوند. درصورتی که:

الف- میانگین زمان تخریب در هر کرنش محیطی معین باید بیش از "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

ب- اولین زمان تخریب در هر کرنش محیطی معین باید بیش از "حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

پ- نتایج حداقل یک‌سوم از آزمونه‌ها جدید بالای خط رگرسیون اصلی باشند،

در این صورت تغییرات احتمالی در طراحی لوله، حداقل بوده و نیازی به تکرار آزمون کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی نیست. در غیر این‌صورت باید آزمون مذکور (آزمون اصلی) تکرار شود.

۶-۳-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

آزمونه‌های لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۳-۳ آزمایش شوند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب‌های α و β باید حداقل برابر با مقادیر اظهارشده توسط تولیدکننده باشند.

۷ نمونه‌برداری

۷-۱ آزمون‌های تولید

از هر مجموعه یک لوله به صورت اتفاقی انتخاب شده و به منظور تعیین مطابقت آن با الزامات فنی هر یک از آزمون‌های تولید شامل ابعاد، سفتی حلقوی ویژه اولیه، سفتی لوله، مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییرشکل‌حلقوی، مقاومت کششی محیطی اولیه، مقاومت کششی طولی اولیه، یک آزمونه از بدنه لوله در نظر گرفته می‌شود. برای آزمون کیفیت ساخت، همه لوله‌ها باید الزامات آزمون کیفیت ساخت بند ۶-۱-۱ را برآورده سازند.

۷-۲ آزمون‌های صلاحیت‌سنجی

نمونه‌برداری برای آزمون‌های صلاحیت‌سنجی شامل آزمون شیمیایی بلندمدت، کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل حلقوی، سفتی حلقوی ویژه بلندمدت، آب‌بندی اتصال (زیربند ۶-۲-۵) و مقاومت تیر لزومی ندارد، به جز مواردی که توافق دیگری بین خریدار و تولیدکننده صورت گرفته باشد. در صورت درخواست خریدار باید تاییدیه و گزارش آزمون‌های صلاحیت‌سنجی و آزمون‌های کنترلی مرتبط با آن به وی ارائه شوند.

۷-۳ آزمون‌های کنترل

این آزمون‌ها به عنوان یک الزام کنترلی در نظر گرفته می‌شود و باید در صورت توافق خریدار و تولیدکننده بدون هیچ محدودیتی انجام شود. اما در هر حال، برای کنترل دوره‌ای به صورت زیر نمونه‌برداری شود:

۷-۳-۱ کنترل آزمون شیمیایی

برای کنترل الزامات آزمون شیمیایی، حداقل یک بار در هر سال، نمونه‌برداری و آزمون شیمیایی مندرج در زیربند ۶-۳-۱ انجام شود، مگر آن‌که توافق دیگری بین خریدار و تولیدکننده صورت گرفته باشد.

۷-۳-۲ کنترل سایر آزمون‌های بلندمدت

برای سایر آزمون‌های بلندمدت، حداقل یک بار در هر ۲ سال نمونه‌برداری و آزمون کنترل انجام شود.

۷-۴ آزمون‌های خاص

برای سفارشات خاص، آزمون‌ها و تعداد آنها مطابق با آنچه بین خریدار و تولیدکننده توافق‌شده، صورت گیرد.

۸ روش‌های آزمون

۸-۱ روش آزمون‌های تولید

۸-۱-۱ ابعاد

۸-۱-۱-۱ قطرها

۸-۱-۱-۱-۱ قطر داخلی

اندازه‌گیری‌های قطر داخلی در نقطه‌ای به فاصله ۱۵۰ میلی‌متر از لبه لوله با استفاده از متر نواری دورپیچ (ترجیحاً فلزی) یا ریزسنج[1] داخلی با درجه‌بندی ۱ میلی‌متر یا کمتر، انجام می‌شود. دو اندازه‌گیری با ۹۰ درجه اختلاف از یکدیگر انجام شده و میانگین آنها به عنوان قطر داخلی ارائه می‌شود.

۸-۱-۱-۱-۲ قطر خارجی

قطر خارجی مطابق با استاندارد ASTM D3567:1997 تعیین می‌گردد.

۸-۱-۱-۲ طول

طول لوله با استفاده از یک متر نواری یا وسیله اندازه‌گیری با درجه‌بندی حداکثر ۱ میلی‌متر، اندازه‌گیری می‌شود. متر نواری یا وسیله اندازه‌گیری روی لوله (یا داخل آن) قرار گرفته و طول آن اندازه‌گیری می‌شود.

۸-۱-۱-۳ ضخامت دیواره

ضخامت دیواره مطابق با استاندارد ASTM D3567:1997 تعیین می‌گردد.

۸-۱-۱-۴ صافی سطح مقطع دو انتهای لوله

لوله روی یک قالب استوانه‌ای (مندرل) و یا بازویی‌های نگه‌دارنده چرخانده شده و با یک دستگاه مدرج میزان جابه‌جایی شاخص دستگاه در راستای محور طولی لوله اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۵ را ببینید). مقدار کلی خوانده‌شده از دستگاه، دو برابر فاصله از یک صفحه عمود بر محور طولی لوله است. به عنوان روش جایگزین، در صورتی که صافی سطح مقطع دو انتهای لوله به وسیله ابزارهای برش دقیقاً رعایت شود، در این صورت ابزار مذکور در بازه‌های زمانی متناوب و کافی، بازبینی و بازرسی می‌گردد تا از قرار داشتن صافی سطح مقطع دو انتها در محدوده رواداری مندرج در زیربند ۶-۱-۲-۴، اطمینان حاصل شود.

۸-۱-۲ سفتی

۸-۱-۲-۱ سفتی حلقوی ویژه اولیه

سفتی حلقوی ویژه اولیه به یکی از روش مندرج در استاندارد ISO 7685:1998 تعیین می‌شود.

---

1 - Micrometer

۸-۱-۲-۲ سفتی لوله

سفتی لوله با استفاده از دستگاه و رویه ارائه شده در استاندارد ASTM D2412:2002 در تغییرشکل‌حلقوی پنج درصد آزمونه با لحاظ نمودن موارد استثنای زیر که مجاز هستند، تعیین می‌شود:

۸-۱-۲-۲-۱- ضخامت لوله با تقریب ۰/۲۵ میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شود.

۸-۱-۲-۲-۲- آزمونه تا تغییرشکل‌حلقوی پنج درصد تحت بار قرار گرفته و نیروی اعمال شده ثبت می‌شود.

۸-۱-۲-۲-۳- به منظور تعیین سفتی لوله برای آزمون تولید، فقط یک آزمونه مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

۸-۱-۲-۲-۴- حداکثر طول آزمونه باید ۳۰۰ میلی‌متر یا برابر با طول لازم برای در برگرفتن "دندانه‌های سفت کننده"[1] (درصورت استفاده) باشد؛ هر کدام که بیشتر است.

یادآوری ۱- به عنوان یک روش جایگزین برای تعیین سفتی لوله با استفاده از دستگاه و رویه استاندارد **ASTM D2412:2002**، تولیدکننده مجاز است روش و ارزیابی استاندارد **ASTM D790:2003** را به عنوان تاییدیه به خریدار پیشنهاد کرده و به عنوان جایگزینی برای آزمونه‌های انحنادار و اندازه‌گیری سفتی در تغییرشکل‌حلقوی پنج درصد به حساب آورد.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود آزمون‌های زیربندهای ۸-۱-۲-۱ و ۸-۱-۲-۲ روی آزمونه‌های متفاوتی انجام شود.

۸-۱-۲-۳ مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییرشکل‌حلقوی

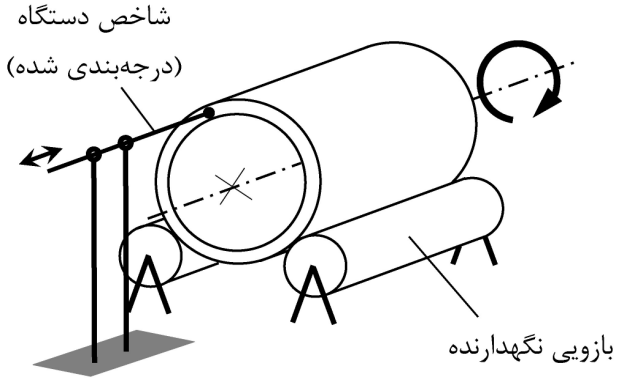
آزمونه با استفاده از دستگاه و رویه ارائه شده در استاندارد ASTM D2412:2002 تا تغییر شکل‌های حلقوی سطح (الف) و سطح (ب) مندرج در جدول ۱۰ بارگذاری می‌شود.

۸-۱-۲-۳-۱ سطح (الف)

آزمونه از نظر هرگونه آسیب قابل مشاهده به شکل ترک‌های سطحی بررسی می‌گردد.

۸-۱-۲-۳-۲ سطح (ب)

آزمونه از نظر آسیب ساختاری به شکل جدایش لایه‌ای، جدایی لایه درونی یا لایه بیرونی (درصورت وجود) از لایه ساختاری، تخریب کششی الیاف تقویت‌کننده شیشه و شکست یا کمانش دیواره لوله بررسی می‌گردد.



شکل ۵- روش آزمون تعیین میزان صافی سطح مقطع انتهای لوله

1 - Stiffening ribs

۸-۲ روش آزمون‌های صلاحیت‌سنجی

۸-۲-۱ آزمون‌های شیمیایی

۸-۲-۱-۱ مقاومت شیمیایی بلندمدت

برای اطمینان از برآورده شدن الزامات زیربند ۶-۲-۱، مطابق با استاندارد ASTM D3681:2006 حداقل ۱۸ نقطه تخریب تعیین می‌شود.

۸-۲-۱-۲ رویه جایگزین برای آزمون مقاومت شیمیایی بلندمدت

چهار آزمونه در هر کدام از حداقل کرنش‌های الزامی متناظر با ۱۰ و ۱۰۰۰۰ ساعت (مندرج در جدول ۱۱) و پنج آزمونه در هر کدام از حداقل کرنش‌های الزامی متناظر با ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت (مندرج در جدول ۱۱) تحت آزمایش قرار می‌گیرند. در صورتی که زمان تخریب همه آزمونه‌ها حداقل برابر با زمان‌های مندرج در جدول ۱۱ (یعنی به ترتیب ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساعت) باشند، در این صورت صلاحیت محصول تایید می‌گردد.

۸-۲-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی

کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی از استاندارد ASTM D5365:2006 تعیین می‌شود.

۸-۲-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

سفتی حلقوی ویژه اولیه آزمونه مطابق با استاندارد ISO 7685:1998 اندازه‌گیری شده و سفتی حلقوی ویژه بلندمدت بر مبنای خزش یا آسودگی با استفاده از روش‌های زیر اندازه‌گیری می‌شود:

۸-۲-۳-۲-۱ ضریب خزش

ضریب خزش مطابق با استاندارد ISO 10468:2003 با قرار دادن آزمونه تحت کرنش محیطی ۰/۱۳ تا ۰/۱۷ درصد تعیین می‌شود.

۸-۲-۳-۲-۲ ضریب آسودگی

ضریب آسودگی مطابق با استاندارد ISO 14828:2003 با قرار دادن آزمونه تحت کرنش محیطی ۰/۳۵ تا ۰/۴۰ درصد تعیین می‌شود.

یادآوری ۶- در دماهای بهره‌برداری بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس، ضریب‌های تطابق دمایی هر کدام از آزمون‌های بلندمدت باید در حداکثر دمای بهره‌برداری تعیین شوند. ارتباط ویژگی‌های بلندمدت در حداکثر دمای بهره‌برداری و دمای ۲۳ درجه سلسیوس به صورت رابطه (۱۰) تعیین می‌شود:

$$C_{S.T.} = r_{RF} \times C_{۲۳} \qquad (۱۰)$$

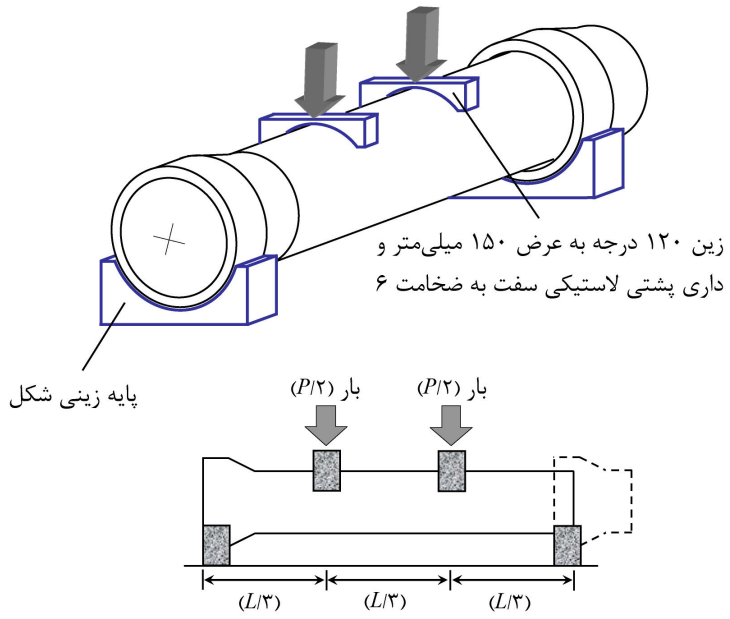
که در آن:

$C_{S.T.}$ یک ویژگی بلندمدت در حداکثر دمای بهره‌برداری؛

$C_{۲۳}$ همان ویژگی بلندمدت در دمای ۲۳ درجه سلسیوس.

۸-۲-۴ مقاومت تیر

هر دو انتهای لوله‌ای با طول اسمی ۶ متر روی پایه‌های زینی شکل قرار می‌گیرد. در حین آزمون، گردی دو انتهای لوله باید حفظ شود. با توجه به هر قطر اسمی مندرج در جدول ۱۲، بار تیر مورد نظر از جدول ۱۲ از طریق دو پایه زینی‌شکل که در نقاط یک سوم انتهایی لوله قرار گرفته‌اند، به طور همزمان اعمال می‌گردند (شکل ۶ را ببینید). بارهای اعمالی باید حداقل ۱۰ دقیقه به لوله وارد شده و نباید نشانه‌ای از شکست در آزمونه مشاهده شود. دستگاه آزمون باید طوری طراحی گردد که تمرکز تنش در نقاط اعمال بار به کمترین مقدار برسد.



شکل ۶- روش آزمون مقاومت تیر

۸-۲-۵ مقاومت کششی طولی اولیه

مقاومت کششی طولی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D638:2003 و ASTM D3039/D3039M:2000 تعیین می‌گردد.

۸-۲-۶ مقاومت فشاری طولی اولیه

مقامت فشاری طولی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D695:2002 تعیین می‌گردد.

۸-۳ روش آزمون‌های کنترل

۸-۳-۱ آزمون‌های شیمیایی

حداقل شش آزمونه لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۲-۱-۱ یا رویه جایگزین مندرج در زیربند ۸-۲-۱-۲ آزمایش شوند.

۸-۳-۱-۱ مقاومت شیمیایی بلندمدت (روش استاندارد ASTM D3681:2006)

در هر کدام از کرنش‌های متناظر با زمان تخریب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت خط رگرسیون محصول که مطابق با استاندارد ASTM D3681:2006 به دست آمده است، حداقل سه آزمونه آزمایش می‌شوند. حداقل زمان تخریب باید به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت باشد.

۸-۳-۱-۲ رویه جایگزین برای کنترل آزمون مقاومت شیمیایی بلندمدت

در صورتی که از روش جایگزین مندرج در زیربند ۸-۲-۱-۲ استفاده شود، در این صورت در هر کدام از حداقل کرنش‌های الزامی متناظر با زمان تخریب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت (مندرج در جدول ۱۱)، حداقل سه آزمونه به ترتیب به مدت حداقل زمان ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساعت آزمایش می‌شوند. در هیچکدام از آزمونه‌ها نباید تخریب اتفاق بیفتد.

۸-۳-۲ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی

حداقل شش آزمونه لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با استاندارد ASTM D5365:2006 آزمایش شوند.

۸-۳-۳ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

آزمونه‌های لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با استانداردهای ISO 10468:2003 و ISO 14828: 2003 آزمایش شوند.

۹ بازرسی

۹-۱ بازرسی توسط بازرس

بازرسی از محصول در محل تولید توسط خریدار (یا نماینده رسمی خریدار) یا عدم بازرسی، به معنی معاف شدن تولیدکننده از تعهد به تولید محصولاتی مطابق با الزامات تعیین‌شده توسط این استاندارد یا خریدار نمی‌باشد.

۹-۲ خبردهی از آغاز تولید

در صورتی که بازرسی از محصول در محل تولید توسط خریدار در قرارداد قید شود، در این صورت تولیدکننده باید خریدار یا نماینده رسمی خریدار را از زمان و مکانی که تولید محصولات سفارش داده شده آغاز خواهد شد، باخبر سازد.

۹-۳ محدودیت‌های بازرسی

اگر تولیدکننده‌ای بخواهد که بازرسی از بخش اختصاصی فرآیند تولید خود را محدود سازد، در این صورت باید پیش از عقد قرارداد به خریدار اطلاع دهد.

۹-۴ میزان دسترسی در بازرسی از محل تولید

نماینده خریدار باید به قسمت‌هایی از محل تولید دسترسی آزاد داشته باشد که برای اطمینان از مطابقت محصولات با الزامات تعیین‌شده در این استاندارد یا خریدار لازم است.

۹-۵ ابزار بازرسی

تولیدکننده باید ابزار و همکاری لازم را برای انجام بازرسی طبق این استاندارد ارائه کند.

۹-۶ اسناد کنترل کیفی

تولیدکننده باید همه اسناد کنترل کیفی را حداقل به مدت ۲ سال بعد از زمان ساخت لوله نگهداری کند تا در صورت درخواست، داده‌ها را به خریدار ارائه کند.

۹-۷ شرایط رد یا آزمون مجدد

اگر نتایج هر کدام از آزمون‌ها مطابق با الزامات استاندارد نباشد، در این صورت آزمون مذکور باید روی دو نمونه لوله دیگر از همان بهر تکرار شود. هر دو نمونه باید با الزامات استاندارد مطابقت داشته باشند. در صورتی که هر کدام از نمونه‌ها الزامات استاندارد را برآورده نسازند، در این صورت آن بهر لوله مردود است؛ مگر آن که در خصوص تکرار بیشتر آزمون و تعداد آزمون‌ها در هر تکرار توافق دیگری بین خریدار و تولیدکننده انجام شود. رد شدن لوله‌ها باید به صورت کتبی و به سرعت به خریدار یا تامین‌کننده لوله گزارش گردد.

۱۰ اقرارنامه

در صورتی که خریدار درخواست کند، تولیدکننده باید اقرارنامه‌ای مبنی بر مطابقت مواد ارسال شده با الزامات تعیین‌شده توسط این استاندارد یا خریدار، ارائه کند.

۱۱ بسته‌بندی

به منظور حصول اطمینان از پذیرش محصول به وسیله عوامل باربری، لوله باید به نحو مناسبی برای حمل آماده‌سازی شود.

۱۲ نشانه‌گذاری

هر لوله که با الزامات فنی این استاندارد مطابقت دارد یا جزء بهری از لوله‌هایی است که با الزامات فنی این استاندارد مطابقت دارند؛ باید حداقل یکبار با حروف با اندازه حداقل ۱۲ میلی‌متر در درازا و به شکل پررنگ و از نوع و رنگی نشانه‌گذاری شود که تحت روال عادی حمل، نصب و مرحله بهره‌برداری خوانا باقی بماند. نشانه‌گذاری باید بر طبق شناسه نامگذاری مندرج در زیربند ۴-۲ باشد.

یادآوری ۱- بندهای (د)، (ذ)، (ر) و (ز) زیربند ۴-۲ می‌توانند به صورت برچسب‌های مجزا روی لوله نصب شوند.

یادآوری ۲- نشانه‌گذاری اتصال‌ها و قطعه‌های اتصالی نیز باید به گونه‌ای باشند که تحت روال عادی حمل، نصب و مرحله بهره‌برداری خوانا باقی بماند.

همچنین، الزامات بندهای مربوط به باربندی و بسته‌بندی استاندارد ASTM D3892:1993 باید در این استاندارد لحاظ گردد.

پیوست الف

(الزامی)

الزامات عملکرد لوله در برابر تشدید خوردگی ناشی از کرنش (خوردگی کرنشی)

الف-۱- کرنش محیطی بلندمدت (در ۵۰ سال) ناشی از تغییرشکل‌حلقوی لوله

با توجه به رابطه Molin و Leonhardt، کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل‌حلقوی لوله از رابطه (الف -۱) تعیین می‌شود:

$$\varepsilon_b = D_f \times (\frac{t}{d_m}) \times (\frac{\Delta y}{d_m}) \qquad \text{(الف-۱)}$$

که در آن:

ε_b کرنش محیطی ناشی از تغییرشکل‌حلقوی لوله،

D_f ضریب شکل،

t ضخامت دیواره لوله ،

d_m قطر میانگین لوله،

Δy مقدار تغییرشکل‌حلقوی لوله.

با پذیرش حداکثر پنج درصد تغییرشکل‌حلقوی لوله در بلندمدت، حداکثر کرنش محیطی ناشی از تغییرشکل‌حلقوی لوله نصب‌شده می‌تواند به صورت رابطه (الف -۲) بیان شود:

$$\varepsilon_{b,max} = ۰/۰۵ \times D_f \times (\frac{t}{d_m}) \qquad \text{(الف -۲)}$$

با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۱/۵۰ برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی ناشی از تغییرشکل‌حلقوی لوله در بلندمدت (از استاندارد AWWA M45:2005)، حداقل مقدار خوردگی کرنشی برونیابی شده برای مدت زمان ۵۰ سال باید به صورت رابطه (الف -۳) باشد:

$$\varepsilon_{SCV} = ۰/۰۷۵ \times D_f \times (\frac{t}{d_m}) \qquad \text{(الف -۳)}$$

ضریب شکل، D_f، وابسته به سفتی لوله و شرایط نصب آن (از جمله مصالح پرکردن اطراف و روی لوله[1]، چگالی مصالح پرکردن اطراف و روی لوله، روش تراکم، مصالح پرکردن زیر لوله[2]، شکل مقطع ترانشه[3]، مشخصات خاک و بارگذاری در جهت عمودی) می‌باشد. با یک فرض محتاطانه، در صورتی که نصب به روش تراکم دستی[4] و زیر لوله به صورت نامناسبی پر شده باشد، به طوری که حداکثر تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت تا حد پنج درصد باشد، در این صورت مقادیر D_f مندرج در جدول الف-۱ قابل استفاده می‌باشند. با

1 - Backfill Material
2 - Haunching
3 - Trench
4 - Tamped Compaction

جایگذاری این مقادیر در رابطه بالا، حداقل مقدار خوردگی کرنشی برای مدت زمان ۵۰ سال به دست می‌آید که در جدول ۱۱ داده شده است.

جدول الف-۱- حداقل کرنش محیطی بلندمدت برای لوله‌های با سفتی‌های مختلف

سفتی لوله (کیلوپاسکال)	ضریب شکل (D_f)	حداقل خوردگی کرنشی بلندمدت (در ۵۰ سال)
۶۲/۵	۸/۰	۰/۶۰ (t/d_m)
۱۲۵	۶/۵	۰/۴۹ (t/d_m)
۲۵۰	۵/۵	۰/۴۱ (t/d_m)
۵۰۰	۴/۵	۰/۳۴ (t/d_m)

یادآوری ۱- با توجه به اینکه ممکن است میزان تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت در برخی محصولات، متفاوت از حد پذیرش پنج درصد باشد؛ لذا میزان کرنش محیطی (مندرج در جدول ۱۱) باید متناسب با آن تنظیم گردند. برای مثال، حد پذیرش تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت چهار درصد، منجر به ۲۰ درصد کاهش در مقدار کرنش محیطی، در حالی که حد پذیرش شش درصد منجر به ۲۰ درصد افزایش در مقدار کرنش محیطی مندرج در جدول ۱۱ می‌شود.

الف -۲- کرنش محیطی کوتاه‌مدت (در ۶ دقیقه) ناشی از تغییرشکل‌حلقوی لوله

در زمان ۰/۱ ساعت (۶ دقیقه) خوردگی کرنشی لازم بر مبنای تغییرشکل‌حلقوی سطح (ب) مندرج در جدول ۱۰ با استفاده از رابطه (الف-۴) یا (الف-۵) تعیین می‌شود:

$$\varepsilon_{test} \geq D_f \times \frac{t \times \Delta y_{ب}}{(d_m + ۰/۵ \times \Delta y_{ب})^۲} \qquad \text{(الف -۴)}$$

یا

$$\varepsilon_{test} \geq D_f \times (\frac{t}{d_m}) \times \frac{۰/۰۱ \times D_{ب}}{(۱ + ۰/۵ \times ۰/۰۱ \times D_{ب})^۲} \qquad \text{(الف -۵)}$$

D_f برای بارگذاری با صفحه‌های موازی برابر با ۴/۲۸ است. با جایگذاری این مقدار در رابطه بالا حداقل کرنش در ۰/۱ ساعت به دست می‌آید که در جدول الف-۲ نشان داده شده است. حداقل مقادیر کرنش در ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساعت که در جدول ۱۱ داده شده‌اند، با استفاده از رسم یک خط راست بین نقاط ۶ دقیقه و ۵۰ سال روی نمودار لگاریتمی-لگاریتمی محاسبه می‌شوند.

جدول الف -۲- حداقل کرنش محیطی آزمون برای لوله‌های با سفتی‌های مختلف

سفتی لوله (PS) (کیلوپاسکال)	تغییرشکل‌حلقوی سطح (ب) ($\Delta y_B/d_m$) (٪)	حداقل خوردگی کرنشی آزمون در ۶ دقیقه
۶۲/۵	۳۰	۰/۹۷ (t/d_m)
۱۲۵	۲۵	۰/۸۵ (t/d_m)
۲۵۰	۲۰	۰/۷۱ (t/d_m)
۵۰۰	۱۵	۰/۵۶ (t/d_m)

پیوست ب

(اطلاعاتی)

نصب

مباحث مطرح در این استاندارد تنها مرتبط با محصول تولیدی و خریداری‌شده هستند و شامل الزامات طراحی مهندسی، ضربه قوچ، عملیات بسترسازی و خاکریزی اطراف و روی لوله یا ارتباط بین بار اعمالی از طرف زمین و مقاومت لوله نمی‌شوند. هرچند تجربه نشان داده است که عملکرد موفق این محصول، به نوع درست عملیات بسترسازی و خاکریزی، مشخصات لوله و دقت در عملیات اجرایی بستگی دارد. به مصرف‌کننده لوله الیاف شیشه با ویژگی‌های مندرج در این استاندارد هشدار داده می‌شود، که باید به شکل مناسبی مشخصات فنی عملیات اجرایی را با الزامات فنی لوله مرتبط کرده و بازرسی مناسب از محل نصب به عمل آورد. نصب لوله الیاف شیشه مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی مانند ASTM D3839:2002 انجام می‌شود.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

روش توصیه‌شده برای تعیین درصد الیاف شیشه

مقدار الیاف شیشه به یکی از روش‌های زیر تعیین می‌شود:

پ-۱ محصول تولید شده

با بررسی مواد باقیمانده حاصل از سوزاندن محصول بر طبق استاندارد ASTM D2584:2002 یا استاندارد ISO 1172:1996 .

پ-۲ محصول در حال تولید

به عنوان یک کنترل فرایند تولید، بر اساس وزن الیاف شیشه تقویت‌کننده واردشده در ساختار لوله توسط ماشین.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

مثال‌ها

ت-۱ تعیین درصد خوردگی کرنشی بلندمدت لوله (DN ۶۰۰) ساخته شده با فرآیند رشته‌پیچی.

مشخصات هندسی آزمونه‌ها درجدول ت-۱ ارائه شده است. داده‌های کرنش محیطی- زمان آزمون تعیین درصد خوردگی کرنشی بلندمدت برای آزمونه‌ها در جدول ت-۲ ارائه شده است. آزمون بر روی ۱۸ آزمونه صورت گرفته است. سفتی آزمونه‌ها ۲۵۰ کیلوپاسکال می‌باشد

جدول ت-۱- مشخصات هندسی آزمونه‌های آزمون درصد خوردگی کرنشی بلندمدت

شماره آزمونه	قطر داخلی (d_i) (میلی‌متر)	ضخامت (t) (میلی‌متر)
۱	۶۰۱/۷	۷/۰۶
۲	۶۰۱/۷	۷/۲۴
۳	۶۰۱/۷	۷/۲۲
۴	۶۰۱/۷	۷/۰۸
۵	۶۰۱/۷	۷/۲۴
۶	۶۰۱/۷	۶/۹۲
۷	۶۰۱/۷	۷/۰۴
۸	۶۰۱/۷	۷/۲۸
۹	۶۰۱/۷	۷/۱۴
۱۰	۶۰۱/۷	۶/۹۲
۱۱	۶۰۱/۷	۷/۰۰
۱۲	۶۰۱/۷	۷/۲۴
۱۳	۶۰۱/۷	۷/۰۰
۱۴	۶۰۱/۷	۶/۹۲
۱۵	۶۰۱/۷	۶/۹۸
۱۶	۶۰۱/۷	۷/۱۰
۱۷	۶۰۱/۷	۶/۸۸
۱۸	۶۰۱/۷	۶/۸۲

جدول ت-۴- داده‌های کرنش محیطی- زمان آزمون تعیین درصد تغییرشکل‌حلقوی بلندمدت

شماره آزمونه	بازه زمانی تخریب (ساعت)	تغییرشکل‌حلقوی (٪)	زمان تخریب (ساعت)	کرنش محیطی (٪)
۱		۳۰/۹۱	۲۶	۱/۱۵
۲		۲۸/۹۸	۳۵	۱/۱۲
۳		۲۲/۸۵	۴۷	۰/۹۱
۴		۲۵/۷۳	۹۵	۱/۰۳
۵	تا ۱۰۰۰	۲۱/۶۵	۱۲۵	۰/۹۰
۶		۲۷/۲۵	۱۵۷	۱/۰۳
۷		۲۷/۴۵	۲۶۰	۱/۰۸
۸		۲۶/۹۲	۴۲۴	۱/۰۴
۹		۲۱/۶۶	۷۶۷	۰/۸۹
۱۰		۲۲/۰۰	۱۰۱۳	۰/۸۸
۱۱		۲۲/۳۵	۱۰۶۴	۰/۸۸
۱۲	بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۱۸/۱۵	۲۷۷۰	۰/۷۹
۱۳		۱۶/۹۲	۳۷۸۰	۰/۷۱
۱۴		۱۶/۳۹	۴۴۲۷	۰/۷۰
۱۵		۱۸/۲۹	۴۹۸۱	۰/۷۵
۱۶		۱۸/۶۵	۱۲۴۰۸	۰/۷۷
۱۷	بیش از ۱۰۰۰۰	۱۵/۹۷	۱۶۹۴۳	۰/۶۶
۱۸		۱۶/۴۱	۲۸۲۷۲	۰/۶۸

ت-۱-۱ مجموع مربع‌ها

$S_x = ۰/۸۵۷۸۳۴۲۱۵$

$S_y = ۵/۸۷۸۴۴۶۰۴\times۱۰^{-۳}$

$S_{xy} = -۶/۴۰۷۹۷۳۳۲\times۱۰^{-۲}$

ت-۱-۲ ضریب همبستگی

$r^۲ = ۰/۸۱۴۲۸۳۲۲۱$

$r = ۰/۹۰۲۳۷۶۴۳$

ت-۱-۳ ضریب‌های خط رگرسیون

$\lambda = ۶/۸۵۲۶۵۹۸۰\times۱۰^{-۳}$

$a = ۰/۱۸۰۰۰۶۷۸۲$

$b = -۸/۲۷۸۰۸\times۱۰^{-۲}$

ت-۱-۴ پراکنش‌ها

$\tau = ۶/۰۸۵۴۰۴۵۱\times۱۰^{-۲}$

$D = ۹/۲۶۶۹۳۴۸۶\times۱۰^{-۵}$

$B = -۲/۸۳۹۵۹۴۹۴\times۱۰^{-۴}$

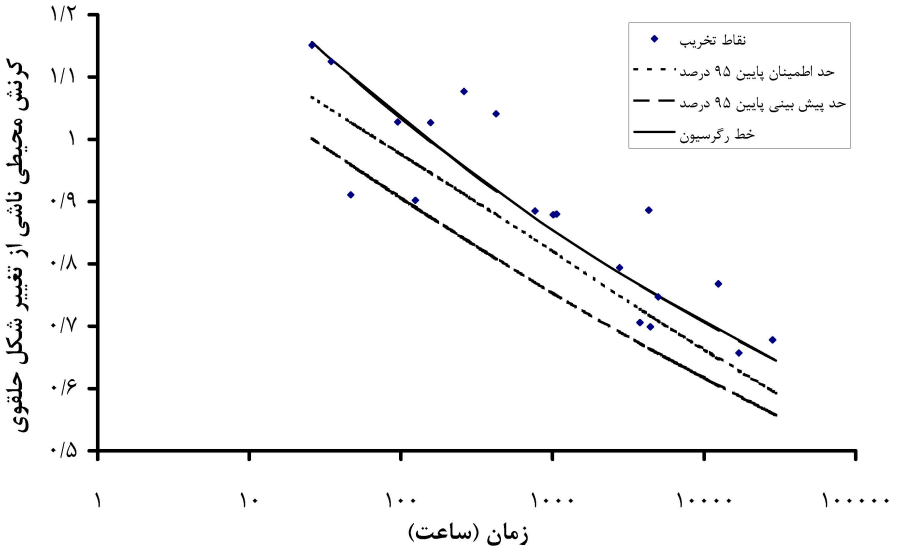
$C = ۹/۸۳۰۸۶۵۳۳\times۱۰^{-۵}$

$A = ۸/۹۱۹۳۶۷۶۵\times۱۰^{-۴}$

$\sigma_\delta = ۹/۴۲۱۲۹۴۰۱\times۱۰^{-۲}$

ت-۱-۵ مناسب بودن داده‌ها برای برونیابی

$|T| = ۸/۳۴۸۹۸۶۲ > ۲/۰۴۲۳$



شکل ت-۱- منحنی کرنش محیطی-زمان برای تعیین درصد خوردگی کرنشی بلندمدت

شکل ت-۱ مقادیر کرنش محیطی- زمان (نقاط توپر)، خط رگرسیون مقادیر کرنش محیطی -زمان (خط توپر)، منحنی "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" (خط‌نقطه) و منحنی "حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد" (خط‌چین) را نشان می‌دهد. توجه شود که برای وضوح بیشتر نمودار، محور عمودی به صورت لگاریتمی نمایش داده نشده است. با برونیابی خط رگرسیون اصلی به ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ ساعت)، مقدار ε_{SCV} برابر با ۰/۵۲ درصد به دست خواهد آمد. با توجه به جدول ۱۱، حداقل خوردگی کرنشی بلندمدت (۵۰ سال) برای لوله‌ای با سفتی ۲۵۰ کیلوپاسکال باید برابر با $(\mathbf{t/d_m})$۰/۴۱ باشد. با در نظر گرفتن میانگین قطر میانگین و میانگین ضخامت آزمونه‌ها (جدول ت-۲)، مقدار مذکور ۰/۴۸ درصد محاسبه می‌شود؛ بنابراین آزمونه‌ها حداقل الزامات خوردگی کرنشی را برآورده می‌سازند.

ICS: 23.040

صفحه : ۴۳