INSO
5415
2nd .Revision
2016

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

استاندارد ملی ایران
۵۴۱۵
تجدیدنظر دوم
۱۳۹۴

سری L: ساختمان، نصب و حفاظت کابل‌ها و سایر عناصر تأسیسات بیرونی- مفصل‌های فیبر نوری

Series L: Construction, Installation and Protection of Cables and Other Elements of Outside Plant- Optical Fiber Splices

ICS: 33.180

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵۴۱۵ (تجدید نظر دوم): ۱۳۹۴

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استانداردایران به موجب بندیک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات مؤسسهٔاستاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،مصوب بهمن ماه۱۳۷۱تنهامرجع رسمی‌کشوراست که وظیفهٔتعیین،تدوین ونشراستانداردهای ملی (رسمی) ایران رابه عهده دارد.

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

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استانداردملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

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

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت میکند. ترویج دستگاه بینالمللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4-Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سری L: ساختمان، نصب و حفاظت کابل‌ها و سایر عناصر تأسیسات بیرونی- مفصل های فیبر نوری»

(تجدید نظر دوم)

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
مقدسی، محمدناصر (دکترای مهندسی برق، مخابرات)	عضو هیئت علمی و مدیرگروه دکترای مخابرات دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران
دبیر:	
خدری، صادق (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق، مخابرات)	کارشناس شرکت معیار آزمای لیان (سهامی خاص)
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
امیدی، هوشیار (کارشناسی مهندسی برق، الکترونیک)	رئیس اداره تله متری و مخابرات برق منطقه‌ای فارس
امیری، مصطفی (کارشناسی مهندسی برق، قدرت)	کارشناس برق منطقه ای فارس
برازجانی، امید (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق، مخابرات)	عضو هیئت علمی و معاون آموزشی – پژوهشی دانشگاه آزاد بوشهر واحد دشتستان
برزگر، ساناز (کارشناسی‌ارشد فیزیک)	مدرس دانشگاه پیام نور مرکز بوشهر
حشمتی، غلامرضا (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق، قدرت)	رئیس امور دیسپاچینگ بوشهر – برق منطقه ای فارس
روغنیان، حمزه (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق، قدرت)	مدیر امور دیسپاچینگ و مخابرات برق منطقه ای فارس
رستمی، حبیب (دکترای مهندسی کامپیوتر، سخت‌افزار)	رئیس سازمان پارک علم و فناوری استان بوشهر و عضو هیئت علمی دانشگاه خلیج فارس بوشهر
گرگین، حامد (دکترای مهندسی برق، قدرت)	عضوهیئت علمی دانشگاه خلیج فارس بوشهر

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مساواتی، محمد علی
کارشناسی مهندسی برق و الکترونیک- کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع

سمت و/یا محل اشتغال:

معاونت توسعه و مهندسی کارخانجات تولیدی شهید قندی (سهامی خاص)

هاشمی، عبدالمجید
(کارشناسی مهندسی برق، قدرت)

مدیر امور انتقال برق استان بوشهر

ویراستار:

فامیل خلیلی، اعظم
(کارشناسی‌ارشد مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات)

کارشناس استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
پیش‌گفتار		ز
مقدمه		ح
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	کوته‌نوشت‌ها	۲
۴	انواع مفصل‌ها: شرح کلی	۲
۵	مراحل فرآیند مفصل‌بندی	۴
۶	خواص کارکردی مفصل‌ها	۱۳
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مواد تطبیق‌دهنده ضریب شکست برای مفصل‌های فیبر نوری مکانیکی		۱۷
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) تجربه ژاپنی در مفصل‌بندی فیبرهای نوری		۱۹
کتاب‌نامه		۲۲

پیش‌گفتار

استاندارد «سری L: ساختمان، نصب و حفاظت کابل‌ها و سایر عناصر تأسیسات بیرونی – مفصل‌های فیبر نوری» که نخستین بار در سال ۱۳۸۷ تجدیدنظر گردید، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در دویست و سومین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مخابرات مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵۴۱۵: سال ۱۳۸۷ می‌شود.

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

ITU-T L.12: 2008, Series L: Construction, Installation and Protection of Cables and Other Elements of Outside Plant- Optical Fiber Splices

مقدمه

مفصل[1]ها نقاط بحرانی در شبکه فیبر نوری هستند، به‌طوری‌که نه تنها به شدت بر کیفیت بلکه بر طول عمر پیونده‌ها نیز تأثیر می‌گذارند. در حقیقت مفصل باید کیفیت بالا و پایداری عملکرد در طول زمان را تضمین کند. به‌طور معمول کیفیت بالا در مفصل‌بندی به‌وسیله افت کم مفصل و مقاومت کششی[2] نزدیک به مقدار آزمون محک[3] فیبر نوری تعریف می‌شود. مفصل‌ها باید در طول عمر پیش بینی شده برای سامانه، در شرایط محیطی مورد انتظار پایدار باشند.

در حال حاضر، دو فناوری ذوبی و مکانیکی می‌تواند برای مفصل‌بندی فیبرهای نوری شیشه‌ای استفاده شود که انتخاب بین این دو، وابسته به عملکرد کارکردی مورد انتظار و شرایط نصب و نگه‌داری آن‌ها است. این مفصل‌ها به‌منظور ایجاد اتصالات دائمی، طراحی می‌شوند.

1 - Splice
2 - Tensile
3- Proof test

سری L: ساختمان، نصب و حفاظت کابل‌ها و سایر عناصر تأسیسات بیرونی – مفصل‌های فیبر نوری

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین تعاریفی از روش ایجاد مفصل‌های فیبر نوری تک مد یا چند مد می‌باشد.

این استاندارد، فرآیند مناسب برای مفصل‌بندی را که باید به‌منظور دستیابی به مفصل‌های قابل اعتماد بین فیبرهای نوری یا فیبرهای نوری نواری[1]، به دقت دنبال شوند، شرح می‌دهد. این استاندارد برای هر دو نوع فیبرهای تکی یا فیبرهای نواری (مفصل‌بندی انبوه[2]) کاربرد دارد. همچنین این استاندارد، روش‌های آزمون مورد نیاز برای طراحی سامانه مفصل و احراز شرایط تجهیزات را توصیه می‌کند. اطلاعات بیشتر در کتاب راهنمای(b-ITU-T) ارائه می‌شود.

فیبرها باید مطابق با استانداردهای ITU-T G.651، ITU-T G.652، ITU-T G.653، ITU-T G.654 و ITU-T G.655، باشند.

۲ مراجع الزامی

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

درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ITU-T G.651.1 (2007), Characteristics of a 50/125 μm multimode graded index optical fibre cable for the optical access network.

2-2 ITU-T G.652 (2005), Characteristics of a single-mode optical fibre and cable.

2-3 ITU-T G.653 (2003), Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.

2-4 ITU-T G.654 (2004), Characteristics of a cut-off shifted singlemode optical fibre and cable.

---

1 -Ribbons
2 -Mass splicing

2-5 ITU-T G.655 (2006), Characteristics of a non-zero dispersionshifted single-mode optical fibre and cable.

2-6 ITU-T G.656 (2006), Characteristics of a fibre and cable with non-zero dispersion for wideband optical transport.

2-7 ITU-T G.657 (2006), Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network.

2-8 IEC 61300-x-series (in force), Fibre optic interconnecting devices and passive components- Basic test and measurement procedures.

یادآوری- از این سری، استانداردهای ملی ایران شماره ۲۴-۲-۱۰۸۱۷، ۳۴-۲-۱۰۸۱۷، ۵۲-۲-۱۰۸۱۷، ۴۹-۲-۱۰۸۱۷، ۵۰-۲-۱۰۸۱۷، ۵۱-۲-۱۰۸۱۷، ۷-۳-۱۰۸۱۷، ۳۴-۳-۱۰۸۱۷، ۴۲-۳-۱۰۸۱۷، ۴۹-۳-۱۰۸۱۷، ۵۰-۳-۱۰۸۱۷ و استاندارد ملی ایران- آی ای سی ۲۸-۳-۶۱۳۰۰ تدوین شده است.

2-9 IEC 61755-2-series (2006), Fibre optic connector optical interfaces.2 Rec. ITU-T L.12 (03/2008)

2-10 IEC/TR 62316 (2007), Guidance for the interpretation of OTDR backscattering traces.

۳ کوته‌نوشت‌ها

در این استاندارد، کوته‌نوشت‌های زیر به‌کار می‌روند:

IL — اتلاف یا تضعیف جاگذاری [۱]

MFD — قطر میدان مد [۲]

RH — رطوبت نسبی [۳]

OTDR — بازتاب‌سنج نوری در حوزه زمان [۴]

RL — اتلاف برگشتی [۵]

۴ انواع مفصل‌ها: شرح کلی

همان‌گونه که در این استاندارد ذکر شده است، تمام مفصل‌های فیبر نوری بهتر است برای کاربردهای درون‌ساختمانی [۶] و نیز برای محیط‌های برون‌ساختمانی [۷] زمانی‌که در یک محفظه [۸] مناسب جای داده می‌شوند،

1 -Insertion Loss or attenuation
2 -Mode Field Diameter
3 -Relative Humidity
4 -Optical Time Domain Reflectometer
5 -Return Loss
6- Indoor
7- Outdoor
8- Enclosure

می‌شوند، مناسب باشند.

۴-۱ مفصل‌های ذوبی[1]

روش‌های متفاوتی برای ایجاد یک مفصل ذوبی بین فیبرها یا بین نوارها وجود دارد. روش ذوب به‌وسیله قوس الکتریکی، روشی است که به‌طور گسترده برای برای ایجاد مفصل‌های قابل اعتماد تکی یا مجتمع، در عمل به‌کار برده می‌شود. فرآیند ذوب با استفاده از دستگاه‌های مفصل‌بندی پیشرفته خاص تحقق یافته است.

برای ایجاد یک مفصل ذوبی، تمامی پوشش‌های محافظ[2] باید از فیبر برداشته، فیبرها برش داده شده و سپس سپس مابین دو الکترود در دستگاه مفصل‌بندی، قرار گرفته و هم‌تراز شوند. قوس الکتریکی، شیشه سیلیکا را تا مرز گداختن[3] گرم می‌کند. یا اصطلاحاً به نقطه «نرمی[4]» می‌رساند، در همین لحظه فیبرها به سمت یکدیگر رانده می‌شوند و به نحوی قرار می‌گیرند که یک مفصل از نظر هندسی پیوسته به‌دست آید. این فرآیند یک رشته تار شیشه‌ای پیوسته، ایجاد می‌کند. هم‌ترازی فیبر در این دستگاه‌ها می‌تواند به‌صورت غیرفعال (هم‌ترازی با شیار V شکل) و فعال (به کمک تزریق نور و سامانه آشکارساز[5] یا پایش رخ‌نمون[6] مغزی/غلاف[7] و سامانه هم‌ترازی)، باشد. یک افزاره حفاظتی[8] مناسب سپس جهت حفاظت از فیبر بدون پوشش و فراهم آوردن امکان جابجایی و انبارش[9]، بدون تأثیر نامطلوب بر یکپارچگی فیزیکی مفصل، به‌کار می‌رود. کیفیت برش، شدت و مدت زمان قوس و نیز تفاوت‌های بین دو فیبر مفصل‌بندی شده، اتلاف مفصل را تعیین می‌کند. علاوه بر این، کیفیت برداشتن پوشش، برش فیبر و حفاظت مفصل در عمل در قابلیت اطمینان دراز مدت، مشارکت دارد.

۴-۲ مفصل‌های مکانیکی

مفصل‌های مکانیکی، دارای ساختار و طراحی فیزیکی متفاوتی بوده و به‌طور معمول شامل قطعات اصلی زیر هستند:

- سطح برای هم‌ترازی دو سر فیبر جفت‌شونده؛
- یک نگهدارنده[10] برای نگه‌داری فیبرها در یک تراز؛
- یک ماده تطبیق‌دهنده ضریب[11] (ژل، گریس، چسب و غیره) که بین دو سر فیبر، قرار می‌گیرد.

1- Fusion splices
2- Protective coatings
3- Melting
4- Softening point
5- Detection system
6- Profile
7- Core/cladding
8- Protection device
9- Storage
10- Retainer
11- Index matching

این قطعات می‌تواند برای فیبرهای تکی یا فیبرهای نواری، مورد استفاده قرار گیرند. برخی طراحی‌ها در عمل اجازه نصب این قطعات بر روی فیبرها در انتهای یک کابل را در کارخانه برای اتصال[1] سریع‌تر، فراهم می‌آورند.

به‌منظور کاهش بازتاب‌های فرنل[2] از یک ماده تطبیق‌دهنده نوری می‌توان بین دو سر فیبرها استفاده کرد. این ماده تطبیق‌دهنده باید برای تطبیق دادن خصوصیات نوری فیبر، انتخاب شود. مواد تطبیق‌دهنده ضریب معمول شامل ژل‌های سیلیکونی، چسب جامدشدنی-فرابنفش(UV)[3]، رزین‌های اپوکسی و گریس‌های نوری هستند.

ضریب شکست[4] این مواد، هر یک وابستگی دمایی متفاوتی به فیبر دارند.

اطلاعات با جزئیات بیشتر در خصوص مواد تطبیق‌دهنده ضریب در پیوست الف ارائه شده است.

۵ مراحل فرآیند مفصل‌بندی

۵-۱ تمیز کردن و آماده‌سازی دو سر فیبر نوری

برای کابل‌های پر شده با ژله، فیبرها باید به‌طور مکانیکی با استفاده از پارچه کتانی یا دستمال کاغذی بدون پرز، از ژله سدکننده آب در کابل تمیز شوند. حلال‌های تجاری که می‌توانند برای کمک به این تمیزکاری به‌کار برده شوند نیز قابل دسترس هستند، البته باید مراقب ماده ماتریس نواری[5] و پوشش‌های فیبر بود تا هیچ گونه صدمه مکانیکی یا شیمیایی به آن ها وارد نشود. طولانی بودن مدت غوطه وری در حلال، می‌تواند به پوشش فیبر صدمه وارد نماید. علاوه بر این، تمامی اطلاعات ایمنی مربوط به این محصولات باید توسط تأمین‌کننده حلال، بیان شده باشد.

دستگاه مفصل‌بندی ذوبی یا ابزار مونتاژ مفصل مکانیکی، باید به روکش مفصل نزدیک شود، به‌طوری‌که فیبرها در معرض تنش‌های فشاری، خمشی یا کششی بیش از حد قرار داده نشوند.

سرهایی که باید مفصل‌بندی شوند، باید بر اساس سامانه شناسایی کابل که فیبرها را در کابل نشان می‌دهند، شناسایی شوند.

درصورتی‌که از افزاره‌های حفاظتی از نوع لوله‌ای استفاده شود، آن‌ها باید پیش از مفصل‌بندی در یک سر فیبرها یا نوارهای مفصل‌بندی شده،قرار داده شوند. محافظ‌های نوع بدنه گیره‌ای[6] می‌توانند پس از تکمیل مفصل‌بندی تجهیز شوند.

1- Joint
2-Fresnel reflections
3- Ultraviolet- Curable adhesives
4-index of refraction
5- Ribbon matrix
6 -Clamshell

۵-۲ برداشتن پوشش

پوشش‌های ثانویه (ساختارهای لوله ای شل[1] یا میانگیر محکم[2])، جایی‌که قابل اجرا باشد، باید تا فاصله توصیه شده توسط سازنده محافظ مفصل به منظور قرار گرفتن در معرض پوشش اولیه، به‌وسیله یک ابزار مناسب برداشته شوند.

پوشش باید به اندازه‌ای از دو سر حذف شود که پس از برش و مفصل‌بندی، تمام فیبر بدون پوشش به‌وسیله افزاره حفاظتی، یا مفصل مکانیکی پوشانده شود. برداشتن پوشش می‌تواند حیاتی‌ترین عملکرد در فرآیند مفصل‌بندی باشد، به ویژه اگر ، باید بر روی فیبرهایی انجام شوند که طی سال ها در حال کار هستند، زیرا روکش برداری[3] آن‌ها به واسطه‌ی کهنگی سخت‌تر شده باشد. بنابراین، این مرحله باید با دقت کامل انجام پذیرد، چرا که استحکام نهایی مفصل کامل شده، به کمینه‌سازی طول فیبر بدون پوشش که موجب ایجاد ترک بر روی فیبر بدون پوشش می‌گردد، بستگی دارد.

روش برداشتن روکش [4] می‌تواند با توجه به کاربردها و کارآیی مورد انتظار به‌صورت شیمیایی، حرارتی یا مکانیکی انجام شود. در روش شیمیایی، تمامی اطلاعات ایمنی مربوط به محصول باید به‌وسیله سازنده، ارائه شود. به‌طور نمونه، برای قرار گرفتن زیر خاک، دفن مستقیم یا کاربردهای هوایی، روش مکانیکی برداشتن پوشش مورد استفاده قرار می‌گیرد. جداسازی تیغه و هم‌ترازی سوراخ‌های نیم دایره و شیار V شکل، باید به‌منظور نفوذ به لایه پوشش داخلی نرم، بدون وارد کردن خدشه به سطح فیبر، کنترل شود. تیغه‌ها باید به‌صورت دوره‌ای و به دقت کنترل شوند. تیغه‌ها باید مرتب تمیز و هم‌تراز شوند و چنانچه صدمه دیده یا فرسوده هستند، تعویض شوند. اگر تیغه‌ها قسمت یکپارچه‌ای از دستگاه لخت کن[5] باشند، ابزار باید به‌طور کامل، تعویض شود. زمانی‌که از روش‌های برداشتن پوشش حرارتی به خصوص برای نوارها استفاده می‌شود، پوشش باید تا دمای پیشنهادی به‌وسیله کارخانه تولید نوار، گرم شود و سپس به‌وسیله یک تیغه برداشته شود. برای کاربردهای زیردریایی، روش شیمیایی برای سطوح الزام آزمون محک بالاتر الزام شده، مناسب‌تر می‌باشد.

نگه‌دارنده‌ها اغلب برای برداشتن روکش، شکافتن و مفصل‌بندی نوارهای فیبر و گاهی اوقات برای سامانه‌های مفصل‌بندی تک فیبر نیز استفاده می‌شوند. نوارها پیش از برداشتن روکش و شکافتن و حین فرآیند ذوب در یک نگه‌دارنده نگه‌داشته می‌شوند. نگه‌دارنده باید هم‌ترازی خوب فیبرها را بدون آسیب رساندن به آن‌ها تضمین کند. فقط بخش پوشش‌دار فیبر یا نوار باید در نگه‌دارنده[6] قرار گیرد، به‌طوری‌که گیرش[7]، موجب آسیب نشود. نگه‌دارنده‌ها باید تمیز نگه داشته شوند و عاری از مواد زائد باشند.

1- Loose tube
2 -tight buffer
3 -strippability
4- Stripping
5- stripper
6- Holder
7- Clamping

۵-۳ تمیز کردن دو سر فیبر نوری بدون پوشش

زمانی‌که که نیاز به تمیز کردن دو انتهای فیبر باشد، دو سر بدون پوشش باید با دستمال کاغذی آغشته به الکل با درجه مشخص به منظور حذف بقایای پوشش تمیز شود، باید توجه داشت که فیبرها شکسته نشوند و نباید مالش پارچه به فیبر بیش از آنچه برای زدودن مواد زائد ضروری است، انجام پذیرد.

۵-۴ برش فیبر

دو سر فیبر بدون پوشش، باید در محور طولی به‌صورت عمودی برش داده شوند، سطح برش باید آیینه‌گونه و بدون لب‌پریدگی و خش باشد.

برای دستیابی به یک مفصل رضایت‌بخش در مفصل‌های ذوبی، زاویه‌های انتهایی به‌طور نوعی باید نسبت به خط عمود کمتر از یک درجه برای فیبرهای تکی و کمتر از ۳ تا ۴ درجه برای فیبرهای نواری باشند (با توجه به نوع فیبر). ابزار برش باید دارای قابلیت دستیابی به این مقادیر با یک طول کنترل شده فیبر بدون پوشش مطابق با سامانه مفصل‌بندی و افزاره حفاظتی، باشد.

برای مفصل‌های مکانیکی دو نوع می‌تواند شناسایی شود: به‌صورت عمودی برش داده شده، به‌طور معمول با زاویه برش مشابه مفصل‌های ذوبی؛ برش زاویه‌ای با زاویه برش دست‌کم ۴ درجه. این عمل به‌منظور حذف نور بازگشتی مربوط به عدم تطابق بین ماده تطبیق‌گر ضریب شکست و شیشه فیبر در دمای بسیار بالا، انجام می‌پذیرد. وقتی مفصل‌ها به‌جای برش عمودی با برش زاویه‌دار مونتاژ می‌شوند، نور بازگشتی ، مسافت زیادی را داخل مغزی فیبر کاملاً حبس و هدایت نمی‌شود، بلکه به داخل غلاف، جایی‌که تضعیف خواهد شد، هدایت می‌شود.

ابزار برش دادن باید تمیز بوده و به‌منظور ایجاد دو انتهای فیبر پایدار و با زاویه برش مناسب، به‌طور نسبی تنظیم شده باشد. پایه‌های کثیف گیره ابزار برش دادن می‌تواند موجب ایجاد نقص[1]هایی شوند که در فیبر در مکان نادرست شکستگی ایجاد کرده یا استحکام مفصل کامل شده را کاهش می‌دهد. تیغه باید فیبر را از نظر ایجاد یک شکست تمیز، به طور مناسب امتیازدهی کند، اما بهتر است برخورد با فیبر خیلی محکم نباشد که موجب خرد شدن آن گردد. ابزارهای برش که برای ایجاد تنش به فیبرها از خم کردن فیبر استفاده می‌کنند، باید در مسیر حرکتشان محدود شوند تا خمش بیش از حد به فیبر وارد نگردد. برای ذوب انبوه، طول‌های فیبر بدون پوشش، باید تقریباً در سرتاسر نوار برابر باشند تا هم‌پوشانی یکسانی روی تمامی فیبرها حین ذوب، ایجاد کنند. ذرات بریده شده اضافی از فیبر، باید برای جلوگیری از صدمه‌دیدگی، به دقت جمع‌آوری و دور ریخته شوند.

1-flaw

۵-۵ مفصل‌بندی

۵-۵-۱ مفصل‌بندی ذوبی به‌وسیله قوس الکتریکی

۵-۵-۱-۱ کنترل پارامترها و شرایط مفصل‌بندی

پیش از استفاده از دستگاه مفصل‌بندی، بررسی عملکرد آن ضروری است. شرایط الکترودها یک عامل حیاتی تعیین‌کننده است که آیا مفصل‌بندی ذوبی به طور معمول خصوصاً زمانی که تحت سخت‌ترین شرایط محیطی کار می‌کند، پیش خواهد رفت.

یک نشان‌گر خوب شرایط الکترود و این‌که آیا پارامترهای دستگاه برای نوع فیبر و شرایط محیطی به درستی تنظیم شده‌اند یا نه، درجه ای است که فیبرها هنگام قرار گرفتن در معرض قوس ذوب، تا آن درجه «پس گداخت[1]» می‌شوند، اما در حالی که تغذیه فیبر، خاموش شده است. به طور جایگزین، بعضی آزمون‌های جایگزین دیگر می‌توانند جهت بررسی تجهیزات، استفاده شوند. برخی از دستگاه‌ها می‌توانند به‌صورت خودکار پارامترهای قوس را بهینه نمایند، در غیر این‌صورت، تنظیمات دستی مورد نیاز خواهد بود.

عملکرد ماشین به تغییرات جوی حساس است. تنظیم دستی یا خودکار پارامترهای قوس، باید به‌منظور بهینه‌سازی شرایط موجود، انجام شوند.

دستگاه مفصل‌بندی باید امکان شمارش و نمایش تعداد قوس‌ها را داشته باشد و سازنده باید تعداد قوسی که پس از آن، الکترودها باید تعویض شوند را مشخص کند. تعویض باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده، باشد.

از آنجایی‌که شرایط مفصل بهینه (جریان قوس، زمان قوس و غیره) ممکن است به مشخصات نوع فیبر و نیز مشخصات دستگاه مفصل‌بندی بستگی داشته باشد، توصیه می‌شود که از یک رویه آزمون قوس که در بسیاری از دستگاه‌های مفصل‌بندی در دسترس می‌باشد، استفاده شود.

یادآوری ۱- برخی از دستگاه‌های مفصل‌بندی، همچنین می‌توانند موقعیت قوس را به‌طور نامتقارن بین دو سر فیبر در فیبرهای غیرمشابه بهینه نمایند. هنگامی‌که تحت این تنظیمات کار انجام می‌پذیرد، باید توجه داشت که همواره فیبر مناسب در طرف مناسب نگهدارنده فیبر قرار گیرد.

یادآوری ۲- برخی دستگاه‌های مفصل‌بندی، الگوریتم‌های تشخیص نوع فیبر را بر اساس تفسیر مخصوص رخ نمون ضریب فیبر (استانداردسازی نشده) پیشنهاد می‌دهند. از آنجایی‌که رخ نمون‌های ضریب استانداردسازی نشده‌اند، باید مراقب چنین الگوریتم‌هایی بود. دست‌کم یک بررسی به ازای هر نوع فیبر تجاری، توصیه می‌شود.

۵-۵-۱-۲ مفصل‌بندی ذوبی

زمانی‌که آزمون قوس الکتریکی کامل شد، مفصل‌بندی می‌تواند اغاز شود. فیبر باید در شیارهای V شکل دستگاه مفصل‌بندی، قرار گیرد.

1- Melt back

به طور کلی، دستگاه‌های مفصل‌بندی ذوبی به دو نوع تقسیم می‌شوند : همترازی فعال یا همترازی غیرفعال. استفاده از هر نوع به چگونگی هم‌تراز شدن فیبرها بستگی دارد. دستگاه‌های همترازی فعال از یک سامانه بینایی یا سامانه تزریق محلی / آشکارسازی محلی و حرکت سه بعدی فیبرها برای همترازی فعال مغزی‌ها یا قطرهای خارجی دو فیبر مفصل‌بندی شده، استفاده می‌کنند. دستگاه مفصل‌بندی، تضعیف مفصل را یا به‌وسیله تمرکز روی مغزی یا غلاف فیبرها با سامانه بینایی آن برای همترازی مستقیم آن‌ها یا به‌وسیله بهینه‌سازی نور گسیلی در فیبرها و ارائه تخمین تضعیف مفصل پس از کامل شدن مفصل، کمینه می‌کند.

آن سامانه‌هایی که خطاهای هم مرکزی مغزی را جبران می‌کنند، نتایج بهتری را برحسب تضعیف مفصل، ارائه می‌نمایند. در حال حاضر، فقط دستگاه‌های مفصل‌بندی که از سامانه‌های همترازی فعال استفاده می‌کنند، برای مفصل‌بندی تک فیبر، مناسب هستند.

دستگاه‌های همترازی غیرفعال فقط از جابه‌جایی طولی فیبر، استفاده می‌کنند. بنابراین، درستی همترازی مغزی، بستگی به خوب بودن هندسه فیبر دارد. اخیرا سامانه همترازی غیرفعال برای مفصل‌بندی نوارها و همچنین در دستگاه‌های مفصل‌بندی فیبر تکی به‌کار می‌رود، جایی‌که ممکن است تخمینی از تضعیف مفصل، فراهم شده باشد. هرچند که برای کابل‌های نواری، تمام دستگاه‌های مجتمع ذوبی اخیر، تضعیف مفصل را به‌وسیله مشاهده همترازی فیبر پیش و یا پس از مفصل‌بندی، تخمین می‌زنند.

۵-۵-۱-۳ آزمون محک

پس از این‌که مفصل کامل شد، توصیه می‌شود کمینه استحکام آن مورد بررسی قرار گیرد. بسیار مهم است که سطح استحکام مکانیکی برای مفصل، مرتبط با طول عمر مورد انتظار آن تعریف شود. از آنجایی‌که فیبرهای نوری بلافاصله بعد از تولید مورد آزمون محک قرار می‌گیرند، مفصل نیز برای مدت زمان کوتاهی در معرض آزمون محک کششی[1] قرار می‌گیرد. بعضی از دستگاه‌های مفصل‌بندی، این آزمون را با فیبرهای مفصل شده در گیره‌های[2] مفصل‌بندی اجرا می‌کنند و بعضی دیگر آن را پس از قرار دادن فیبرهای مفصل زده شده در نگه‌دارنده‌های محافظ جمع‌شونده حرارتی[3] اجرا می‌کنند. مفصل‌هایی که استحکام آن‌ها زیر سطوح آزمون محک باشد، حذف خواهند شد.

دستگاه مفصل‌بندی باید قادر به انجام خودکار یا دستی آزمون محک باشد. زمان تخلیه[4] به‌منظور کمینه کردن کاهش استحکام حین تخلیه باید کوتاه باشد. مقادیر نوعی برای آزمون محک در گستره از ۲ N تا ۲۰ N، به نوع تجهیزات و استحکام مورد نظر بستگی دارد.

۵-۵-۱-۴ محافظت مفصل

پس از آزمون محک، محافظ باید روی نقطه مفصل شده قرار گیرد. «محافظ» یک وسیله مکانیکی یا پوشش

1- Tensile
2- Chucks
3- Heat-shrink
4- Unloading

بازگردانی شده[1] است که حفاظت مکانیکی و محیطی را برای مفصل‌های تکی یا چندگانه، مهیا می‌سازد. در تمام حالت‌ها، وسیله حفاظتی نباید بر تضعیف یا بر خواص عملکردی مفصل تأثیر بگذارد.

مشخصات مفصل ذوبی کامل شده می‌تواند با استفاده از روش‌های آزمون گزارش شده در بند ۶ بررسی شود.

طرح‌های محافظ ممکن است شامل روپوش جمع‌شونده حرارتی، «محفظه-تاشو[2]»، فیبر بازپوشش شده و محافظ‌های قرار گرفته در کپسول[3] باشند. محافظ‌های مفصل‌های ذوبی فیبر تکی باید قادر به پذیرش فیبرهای پوشش‌دار با قطر μm ۲۵۰ (نامی)، فیبرهای بافردار با قطر μm ۹۰۰ (نامی) یا ترکیبی از μm ۹۰۰ و μm ۲۵۰ باشند. به‌طور نمونه، این محافظ‌ها نیاز به ابزارها و تجهیزاتی برای نصب یا ساخت دارند.

طرح‌های محافظ باید برای کاربردهای هوایی، زیرزمینی یا دفن مستقیم در صورت جای داده شدن درون محفظه مقتضی، مناسب باشند. سازنده باید اطلاعاتی درباره سازگاری با سینی‌های[4] سازمان‌دهنده مفصل و درباره ابزارها یا تجهیز برای به‌کارگیری آن، فراهم سازد. به‌ویژه، سازنده باید اطلاعاتی درباره کمینه / بیشینه طول نوار فیبر که محافظ را جا خواهد داد و اطلاعاتی درباره ابعاد ذخیره سازی برای محافظ کامل شده (طول، عرض و ارتفاع) و اطلاعاتی درباره جزئیات کاربرد، ارائه دهد.

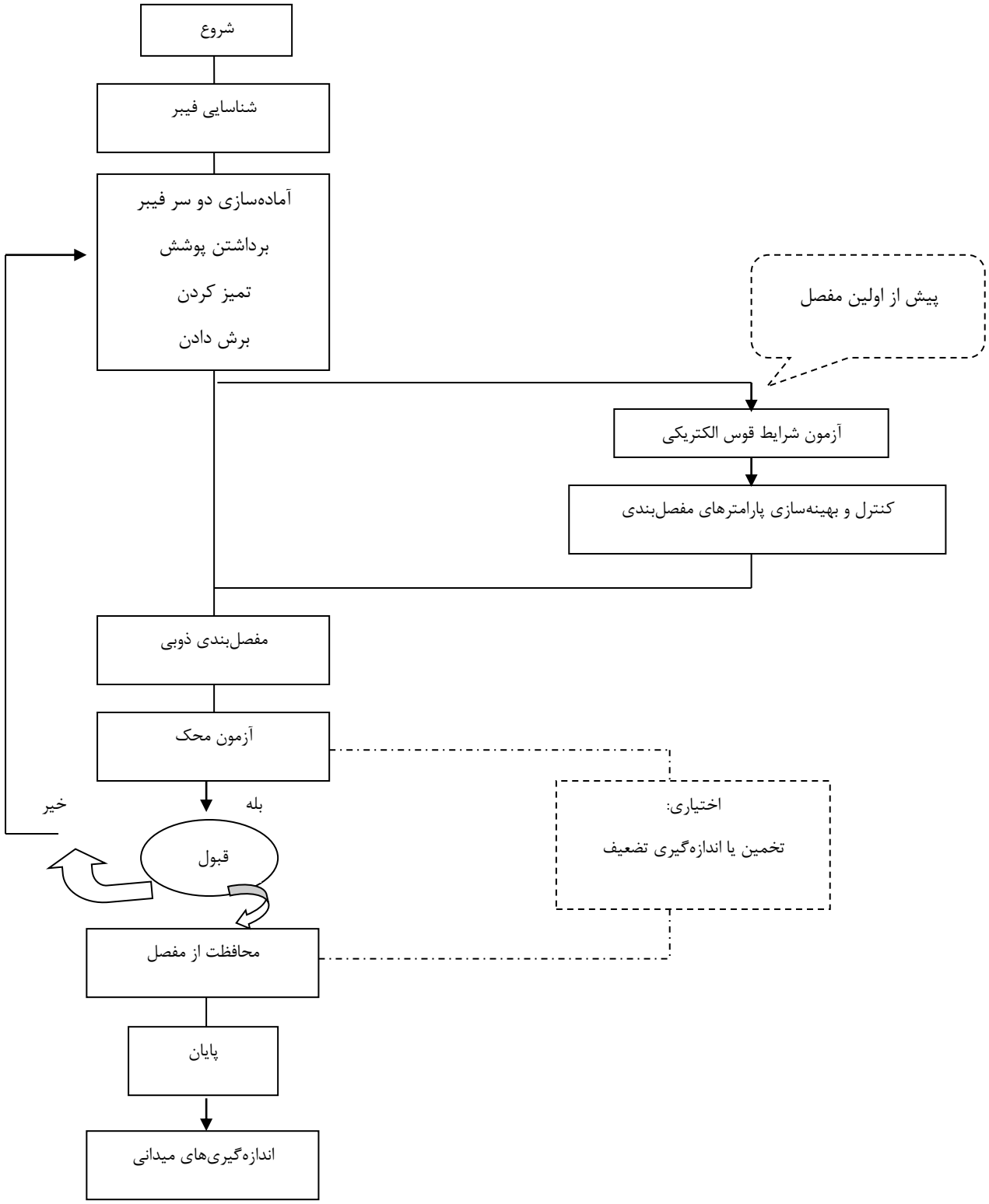
برای محافظ‌های پوشش جمع شونده حرارتی، سازنده باید زمان و دمای مورد نیاز برای تکمیل انقباض که باید به‌وسیله تنظیمات کوره به حساب آورده شوند را مشخص کند. کارکرد عضو استحکام، در صورت وجود، بهبود استحکام مکانیکی مفصل از نقطه نظر نوری و مکانیکی بدون تأثیر گذاشتن بر آن می‌باشد. باید صاف و بدون زبری و لبه‌های تیز باشد. حین خنک‌سازی باید توجه داشت تا از تغییر شکلی که باعث تضعیف خمش می‌شود، جلوگیری گردد.

برای محافظ‌های پر شده با رزین با قابلیت جامد شدن با UV، سازنده باید کل انرژی (زمان در معرض قرارگرفتن و توان) به‌کار رفته به‌وسیله لامپ UV را مشخص کند.

مستندسازی کامل شامل تمام جزئیات از قبیل مراجع سازنده، کد محصول و روش سفارش هستند و هم چنین استفاده و کاربرد، رویه‌های انجام تعمیر و نگه‌داری باید همراه محصول در دسترس باشند. مواد تشکیل‌دهنده باید با ژله دورن کابل‌ها سازگار باشند و محافظ‌ها باید همراه با دستورالعمل‌های عملیاتی و ایمنی عرضه شوند.

طرح کلی رویه در مفصل‌بندی ذوبی در شکل ۱ نشان داده شده است.

1- Restored coating
2- Clam-shell
3- Encapsulating
4-Trays



شکل ۱- نمایش شمایی از رویه مفصل‌بندی ذوبی

۵-۵-۲ مفصل‌بندی مکانیکی

روش مکانیکی عموماً بدون نیاز به توان الکتریکی، امکان ثابت کردن فیبرها در یک محفظه محافظ مفصل را فراهم می‌آورد. بعضی مفصل‌های مکانیکی می‌توانند برای کمینه نمودن اتلاف مفصل، با دست تنظیم شوند.

پس از عملیات لخت کردن و برش فیبر، که در زیربندهای ۵-۱ تا ۵-۴ توصیف شد، دو سر لخت فیبر درون محفظه مکانیکی قرار داده می‌شود (در یک ساختار هدایت‌کننده[1]، برای مثال: شیار V شکل) و تماس فیزیکی آن‌ها بررسی می‌شود. برای مفصل‌هایی که به‌صورت زاویه‌ای برش داده شده‌اند توصیه می‌شود که راستای نسبی وجوه انتهایی زاویه‌دار فیبرها، حین نصب به‌منظور دستیابی به عملکرد نوری بهینه حفظ شود.

عموماً برای مفصل‌های مکانیکی، آزمون محک قسمتی از توالی نصب نیست ولی برای مفصل‌های ذوبی، قسمتی از توالی نصب می‌باشد.

گاهی دو سر فیبر، به ویژه در مفصل‌های انبوه پیش‌پایاندهی شده [2]در کارخانه، به‌وسیله رویه‌های آسیاب کردن[3] و صیقل دادن[4] برای مفصل‌بندی آماده می‌شود.

مفصل‌های مکانیکی، باید تطبیق‌پذیر[5] باشند و اجازه مفصل‌بندی انواع مختلف فیبرها را بدهند، برای مثال: ۲۵۰μm با فیبرهای بافردار با قطر ۹۰۰μm.

محفظه یکپارچه مفصل (که برای مفصل‌های تکی و چندگانه متفاوت است)، محافظت مکانیکی و محیطی را فراهم می‌آورد. این محفظه‌ها باید برای کاربردهای هوایی، زیرزمینی یا دفن مستقیم، مناسب باشند. سازنده باید اطلاعاتی درباره سازگاری با سینی‌های سازمان‌دهنده مفصل و برای کاربرد ابزارها و تجهیز، فراهم آورد.

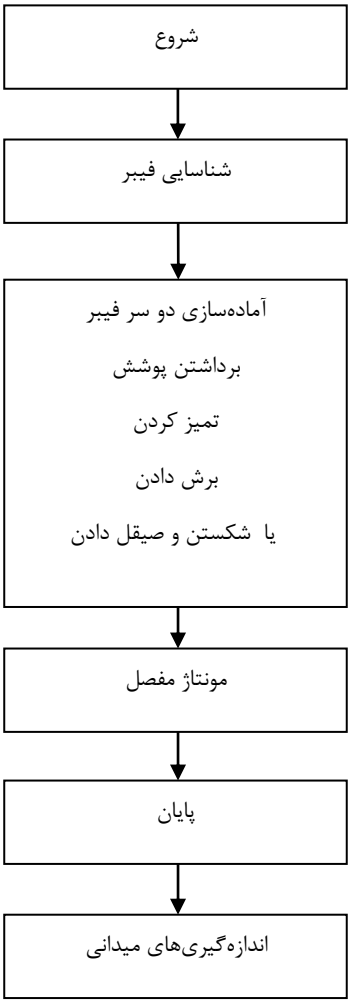
ماده تطبیق‌دهنده ضریب شکست مورد استفاده بین دو سر فیبرهای جفت شده باید طوری انتخاب شود که خواص نوری شیشه را تطبیق دهد. تأمین‌کننده ماده تطبیق‌دهنده ضریب شکست باید اطلاعات کاملی را درباره رفتار آن در دماهای مختلف (مخصوصاً کران‌ها[6]) و طول عمر تخمینی آن، برحسب حفظ عملکرد نوری نوری اولیه، ارائه دهد.

مشخصات مفصل مکانیکی کامل شده می‌تواند با استفاده از روش‌های آزمون گزارش شده در بند ۶ بررسی شود.

در مفصل‌بندی مکانیکی، حفاظت از مفصل بر پایه طرح مفصل انجام می‌شود و محافظ‌های مجزا الزامی نیستند.

در شکل ۲، نمایش شمای رویه مفصل‌بندی مکانیکی نشان داده شده است.

1- guiding structure
2- pre-terminated
3- Grinding
4- Polishing
5 -Versatile
6 -Extremes



شکل۲- نمایش شمای رویه مفصل‌بندی مکانیکی

۵-۶ اندازه‌گیری‌های میدانی اتلاف مفصل[1]

یک الزام حیاتی برای سامانه ارتباطی فیبر نوری، اتلاف کلی انتها-به-انتهای هر پیوند[2] است. بهتر است بیشینه اتلاف مفصل به‌صورت واقع‌بینانه با در نظر گرفتن تعداد مفصل‌ها در یک پیوند، تعیین شود.

در عمل، اندازه‌گیری میدانی هر اتلاف مفصل حین ایجاد یک مسیر فیبر، معمولاً به‌وسیله دستگاه مفصل‌بندی ذوبی (وقتی تخمین اتلاف، یک امکان است) و یا به‌وسیله اندازه‌گیری یک جهته[3] OTDR[4]، نشان داده می‌شود. از هر دوی این روش‌ها می‌توان برای ارزیابی اتلاف‌های بزرگ مفصل استفاده کرد، و در صورت لزوم، مفصل ممکن است دوباره ساخته شود. پس از این‌که نصب کامل شد، در صورت لزوم، اتلاف

1 -Field splice loss measurements
2- link
3- One-way
4- Optical Time-Domain Reflectometer

واقعی مفصل در محل را می‌توان با اندازه گیری دو جهته[1] OTDR، تعیین نمود.

برای فیبر تک مد، اتلاف صحیح مفصل به‌وسیله میانگین مقادیر خوانده شده OTDR در دو جهت در مفصل تعیین می‌شود. اندازه‌گیری یک جهته OTDR نباید به عنوان اتلاف واقعی مفصل به‌کار برده شود. زیرا رواداری‌های MFD[2] و دیگر اختلافات پارامتری ذاتی در فیبر می‌توانند باعث خطا شوند. در مورد فیبرهای تک‌مد، مقادیر خوانده شده تک جهته OTDR می‌توانند بزرگ، مثبت یا منفی باشند. علاوه بر این، هر خاره[3] قابل اندازه‌گیری از مفصل ذوبی مستلزم این است که مفصل دوباره ساخته شود. سطوح پذیرش برای اتلاف مفصل پیش از ساخت مجدد، به بودجه اتلاف پیونده بستگی دارد.

راهنمایی بیشتر در خصوص تفسیر نمودارهای پراکندگی (پراش) برگشتی[4] OTDR مربوط به مفصل‌ها در استاندارد ICE/ TR 62316 موجود می‌باشد.

۶ خواص کارکردی[5] مفصل‌ها

هدف این بند، توصیف تعدادی از آزمون‌ها و معیارهای مورد نیاز برای تأیید اعتبار و واجد شرایط کردن یک تجهیز یا سامانه مفصل‌بندی می‌باشد. برای اعتبارسنجی یک سامانه یا تجهیز مفصل‌بندی، بهتر است از فیبرهای تک مد با قطر میدان مد نامی یکسان یا فیبرهای چند مد با روزنه[6] عددی نامی یکسان به‌منظور اجتناب از نتایج غیرصحیح ناشی از عدم‌تطابق بین فیبرهای مختلف استفاده شود. جزئیات بیشتر در خصوص گستره قطر میدان مد فیبر تک مد در استاندارد IEC 61755-2-x موجود می‌باشد.

این آزمون‌ها در شرایط آزمایشگاهی طبق تعاریف IEC انجام می‌شوند.

دما (°C)	۱۸ - ۲۸
رطوبت نسبی (٪)	۲۵ - ۷۵
فشار هوا (hPa[7])	۸۶۰ - ۱ ۰۶۰

1-Bidirectional
2- Mode Field Diameter
3- spike
4- backscattering
5- Functional
6- aperture
7 -hectopascal

۶-۱ مشخصات توصیه شده برای مفصل‌های فیبر تک مد

جدول ۱ – مشخصات توصیه شده برای مفصل‌های فیبر تک مد

شماره زیربند	آزمون	روش آزمون	درجه سختی	مفصل مکانیکی (فیبرتکی) (یادآوری۳)	مفصل ذوبی دارای محافظ (فیبرتکی) (یادآوری۳)
۶-۱-۱	تضعیف/اتلاف جاگذاری[1] (IL)	استاندارد IEC 61300-3-7	اتلاف جاگذاری (IL) در ۱ ۳۱۰ nm، ۱ ۵۵۰ nm و ۱ ۶۲۵ nm	متوسط بزرگتر یا مساوی ۰٫۲ dB بیشینه بزرگتر یا مساوی ۰٫۵ dB در ٪ ۹۷	متوسط بزرگتر یا مساوی ۰٫۱ dB بیشینه بزرگتر یا مساوی ۰٫۲ dB در ٪ ۹۷
۶-۱-۲	اتلاف برگشتی (RL)[2]	استاندارد IEC 61300-3-6 روش ۱ یا ۲	اتلاف برگشتی در ۱ ۳۱۰ nm، ۱ ۵۵۰ nm و ۱ ۶۲۵ nm	هنگامی‌که به‌صورت صاف برش داده شده: کوچکتر یا مساوی ۳۵ dB (درجه ۳) کوچکتر یا مساوی ۴۵ dB (درجه ۲) هنگامی‌که به‌صورت زاویه‌ای برش داده شده: کوچکتر یا مساوی ۶۰ dB (درجه۱)	کوچکتر یا مساوی ۶۰ dB
۶-۱-۳	ارتعاش (سینوسی)[3]	استاندارد IEC 61300-2-1	روبش[4]: ۱۰-۵۵ Hz دامنه: ۰٫۷۵ mm ۱۵ چرخه سه جهته X-Y-Z[5]	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند
۶-۱-۴	ضربه[6]	استاندارد IEC 61300-2-5	۵۰۰ g پالس ۱ ms ۳ محور	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند

1- Insertion loss
2- Return loss
3 -Vibration
4- sweep
5-3 directions
6- Shock

۶-۱-۵	پیچش[1]	استاندارد IEC 61300-2-5	بار: ۲ N ± ۱۸۰° ۱۰ چرخه	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند
۶-۱-۶	نگهداری فیبر[2]	استاندارد IEC 61300-2-4	بار: اولیه ۲ N ثانویه ۵ N در ۰٫۳ m برای مدت ۶۰ s	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند
۶-۱-۷	سرما (یادآوری ۲)	استاندارد IEC 61300-2-17	دمای $40\ ^0C$ مدت: ۹۶ h	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند
۶-۱-۸	گرمای خشک (یادآوری ۲)	استاندارد IEC 61300-2-21	دمای $70\ ^0C$ مدت: ۹۶ h	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند
۶-۱-۹	چگالش[3]	استاندارد IEC 61300-2-21	دمای $-10\ ^0C$ تا $+65\ ^0C$ رطوبت نسبی ٪ ۹۳ در Tmax. زمان شبنم در دماهای بیش از حد: ۳ h (چرخه / ۲۴ h) ۱۰ چرخه	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند
۶-۱-۱۰	تغییر دما	استاندارد IEC 61300-2-22	دمای $-40\ ^0C$ تا $+70\ ^0C$ ۱۲ چرخه	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	حین آزمون و بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند

1- Torsion
2 -Fibre retention
3- Condensation

۶-۱-۱۱	گرد و غبار- جریان لایه‌ای[1]	استاندارد IEC 61300-2-27	دمای 35^0C+ ۶۰ %R بزرگتر از ۱۵۰ µm ۲۵ g/m^3	بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	کاربرد ندارد
۶-۱-۱۲	مه نمک[2] (یادآوری ۱)	استاندارد IEC 61300-2-26	محلول NaCl ٪ ۵ در دمای 35^0C برای ۹۶ h	بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند بدون شواهد دیداری از خوردگی	بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند بدون شواهد دیداری از خوردگی
۶-۱-۱۳	غوطه وری در آب[3] (یادآوری۴)	استاندارد IEC 61300-2-45	۵ cm پایین سطح آب دمای 25^0C مدت: ۱ h غوطه وری: ۱ چرخه	بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند	بعداز آن، مقادیر اتلاف جاگذاری و اتلاف برگشتی مشخص شده در زیربندهای ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ باید برآورده شوند

یادآوری ۱- فقط زمانی توصیه می‌شود که مفصل یا محافظ مفصل شامل قطعات فلزی باشند.

یادآوری ۲- سرما یا گرمای خشک اختیاری به عنوان تأثیرات دمایی قبلاً حین آزمون چرخه دمایی ارزیابی می‌شوند.

یادآوری۳- مقادیر پذیرفته شده بین المللی برای معیارهای عملکرد برای مفصل‌های فیبر چندرشته‌ای هنوز تعریف نشده اند و در دست مطالعه می‌باشند.

یادآوری۴- فقط برای مفصل‌هایی که ممکن است در موقعیت غوطه‌وری در آب باشند، به‌طور مثال به دلیل جاری شدن سیل از پایه‌ها، زیرزمین‌ها، طاق‌ها و غیره که بین تأمین‌کننده و مشتری توافق می‌شود.

۶-۲ معیارهای عملکرد برای مفصل‌های فیبر چند مد

برای مطالعه بیشتر: تعریف شرایط فروتاباندن[4] و الزامات عملکرد مربوط، با همکاری IEC در مراحل نهایی انجام می‌باشد.

1- Laminar flow
2- Salt mist
3- Water immersion
4- launch conditions

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

(این پیوست قسمت یکپارچه‌ای از این استاندارد را تشکیل نمی‌دهد)

مواد تطبیق‌دهنده ضریب شکست برای مفصل‌های فیبر نوری مکانیکی

متداول‌ترین مواد تطبیق‌دهنده ضریب شکست، ژل‌های سیلیکونی و گریس‌های سیلیکونی هستند. چسب‌های جامدشدنی UV و اپوکسی‌ها نیز گاهی به عنوان مواد تطبیق‌دهنده استفاده می‌شوند.

ژل‌ها و گریس‌ها بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا این مواد دارای خاصیت تغییر شکل کاهنده و عالی تحت فشار می‌باشند و علاوه بر این، لختی الاستیک[1] در شکاف [2]فیبر به فیبر را فراهم می‌آوردند. این به آن‌ها اجازه می‌دهد تا با انبساط حرارتی و تنش‌های مکانیکی متفاوت همراه شوند، بدون آن که باعث لایه لایه شدگی در شکاف شوند یا تنش اضافی در فیبر القا نمایند.

ژل‌های سیلیکونی جامدشدنی، چسب‌های جامدشدنی UV و اپوکسی‌ها، مواد با اتصال عرضی[3] جامدشدنی هستند. به این لحاظ آن‌ها از نظر شیمیایی تا زمانی فعال هستند که جامد شوند و در حالت جامد نشده دارای زمان مجاز نگه‌داری[4] محدود هستند (به‌طور نمونه ۶ ماه). ژل‌های جامدشدنی باید در زمان مفصل‌بندی به‌وسیله مخلوط دو ترکیب سیال یا به‌وسیله قرار گرفتن در معرض دمای افزایش یافته سیال جامد نشده، جامد شوند. بهتر است مواد به محض این‌که جامد می‌شوند، از نظر شیمیایی و فیزیکی پایدار باشند.

سیلیکون جامدنشدنی و دیگر گریس‌ها، سوسپانسیون‌هایی از یک غلظت‌دهنده[5] پودری میکروسکوپی در یک سیال نوری هستند و گاهی ژل، ترکیبات جفت‌شدگی [6]نوری، یا جفت‌کننده‌های نوری نیز نامیده می‌شوند. آن‌ها جامد نشدنی، آماده برای استفاده، مواد تک جزئی، بدون محدودیت زمان مجاز نگه‌داری ذاتی هستند که موجب عمل جامد شدن اجزاء می‌شوند. استحکام فیزیکی آن‌ها مانند گریس است- در حالی که تحت فشار از یک سرنگ توزیع‌کننده، جریان خواهند یافت، پس از ماندن در مفصل فیبر، به حالت سکون می‌مانند.

بیشتر مفصل‌های مکانیکی با ضریب شکست از پیش تطبیق یافته[7] از گریس تطبیق‌دهنده ضریب شکست جامد نشدنی، استفاده می‌کنند. بعضی از گریس‌های نوری، پس از دوره‌های طولانی در دمای افزایش یافته به سیال تشکیل‌دهنده و غلظت‌دهنده خود تجزیه می‌شوند («جداسازی روغن»). بعضی مواد تمایل به

1- Viscoelasticity
2 -Gap
3 -Cross- linked
4- Shelf life
5 -thickener
6- coupling
7- Pre-index matched

خشکی را طی چندین ماه با خارج ساختن حباب‌های گازی بسیار کوچک که ظاهرمه‌آلود [1] دارند، نشان می‌دهند («تبخیر»، «ظاهر»). اگر مواد به‌طور مناسب صاف، هواگیری و بسته‌بندی نشوند، شامل حباب‌های میکروسکوپی از هوا، گرد و غبار، فیبرها و دیگر ذرات خواهند بود که می‌توانند افت برگشتی و افت جاگذاری را در مفصل تنزل دهند («رنگ»، «ظاهر»، «آلودگی ذره‌ای [2]»). پایداری محیطی طولانی مدت گریس‌های با ضریب شکست تطبیق یافته، پیش از استفاده در کاربردهای با گستره‌ی دمایی وسیع یا دیگر شرایط محیطی سخت یا غیر معمول، بهتر است تأیید شود. الزامات آزمون بهر [3] برای این مواد همان طور که در جدول الف-۱ ۱ نشان داده شده، توصیه شده است. دیگر الزامات باید به‌منظور مناسب کردن طراحی مفصل خاص و شرایط محیطی، اضافه شوند.

جدول الف – ۱- ویژگی‌های توصیه شده برای گریس‌های با ضریب شکست تطبیق یافته در مفصل‌های فیبر

خاصیت	روش	الزامات
رنگ	چشمی	سفیدی آب، بدون زردی
ظاهر	چشمی	بدون حباب، جای خالی، ذرات قابل دید
ضریب شکست در $25\ ^{\circ}C$ و $589\ nm$	به استاندارد [b-ASTM D1218-99] مراجعه شود	۱٫۴۶۳ ± ۰٫۰۰۳ (برای فیبرسیلیکونی)
تبخیر، $24\ h$ در $100\ ^{\circ}C$	به استاندارد [b-ASTM D972-97] مراجعه شود	بیشینه ٪ ۰٫۲
جداسازی روغن، $24\ h$ در $100\ ^{\circ}C$	به استانداردFTM791 [b-Mellqvist] ، روش ۳۲۱-۲ مراجعه شود	بیشینه ٪ ۰٫۲
آلودگی ذره‌ای	به استانداردFTM791B [b-Mellqvist]، روش ۳۰۰۵ مراجعه شود	برای ذرات بین $10\ \mu m$ تا $34\ \mu m$ کمتر از ۳۰۰ ذره در هر CC و فاقد ذرات بزرگتر از $35\ \mu m$

1 -hazy appearance
2- particulate contamination
3 -Lot

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

(این پیوست قسمت یکپارچه‌ای از این استاندارد را تشکیل نمی‌دهد)

تجربه ژاپنی‌ها در مفصل‌بندی فیبرهای نوری

به جدول‌های ب-۱ تا ب-۳ مراجعه شود.

جدول ب-۱- عملکرد نوری مفصل فیبر

آزمون	نوع مفصل	روش آزمون	شرایط	عملکرد
اتلاف جاگذاری	مفصل ذوبی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC 61300-3-4		اتلاف: GI: 90%=0.1dB 100%=0.3dB SM: 90%=0.2dB 100%=0.3dB DSM: 90%=0.2dB 100%=0.3dB @1.31 ± 0.1
اتلاف جاگذاری	مفصل مکانیکی فیبر تکی (دسترسی)	استاندارد IEC 61300-3-4		اتلاف: مفصل مکانیکی SM: 90% = 0.4 dB 100% = 0.5 dB @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm
اتلاف جاگذاری	مفصل مکانیکی فیبر چندتایی (دسترسی)	استاندارد IEC 61300-3-4		اتلاف: مفصل مکانیکی SM: 90% = 0.4 dB 100% = 0.5 dB @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm
اتلاف برگشتی	مفصل‌های مکانیکی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC 61300-3-6		اتلاف برگشتی: مفصل مکانیکی SM: >40 dB @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm
یادآوری ۱- در ژاپن پوشش های مفصل ذوبی برای فیبرهای موضوع استانداردهای ITU-T G.651.1، ITU-T G.652 و ITU-T G.653 و پوشش‌های مفصل مکانیکی فقط برای فیبرهای موضوع استاندارد ITU-T G.652 به‌کار می‌روند.				

جدول ب-۲- عملکرد مکانیکی مفصل فیبر

آزمون	نوع مفصل	روش آزمون	شرایط	عملکرد
استحکام کششی	مفصل ذوبی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC61300-2-4	بار: تکی: بزرگتر از ۸٫۹ N چندتایی: بزرگتر از ۲۱٫۶ N	بدون شکست
پایداری فیبر	مفصل ذوبی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC61300-2-4	بار: مفصل مکانیکی تکی: ۳ N چندتایی: ۸٫۵ N	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی تکی: بزرگتر از ۰٫۲ dB چندتایی: بزرگتر از ۰٫۲ dB @1.31 ± 0.1 1.55 ± 0.2 µm
ارتعاش (سینوسی)	مفصل ذوبی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC61300-2-1	دامنه: ۰٫۷۵ mm فرکانس: ۱۰-۵۵ Hz مدت: ۲۴ چرخه (۲ h) جهت: ۳	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی کوچکتر از ۰٫۲ dB @1.31 ± 0.1 1.55 ± 0.2 µm
ضربه	مفصل ذوبی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC61300-2-9	۱۰۰ G، ۶ ms جهت‌ها: ۳ مرتبه /جهت: ۳	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی کوچکتر از ۰٫۲ dB @1.31 ± 0.1 1.55 ± 0.2 µm
کشش سمتی[1]	مفصل ذوبی فیبر تکی یا چندتایی	استاندارد IEC61300-2-42	۰٫۰۵ N، ۱۰مرتبه	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی کوچکتر از ۰٫۲ dB @1.31 ± 0.1 1.55 ± 0.2 µm

یادآوری ۱- در ژاپن پوشش های مفصل ذوبی برای فیبرهای موضوع استانداردهای ITU-T G.651.1، ITU-T G.652 و ITU-T G.653 و پوشش‌های مفصل مکانیکی فقط برای فیبرهای موضوع استاندارد ITU-T G.652 به‌کار می‌روند.

1 -Side pull

جدول ب-۳- عملکرد محیطی مفصل ذوبی یا مکانیکی فیبر

آزمون	روش آزمون	شرایط	عملکرد
تغییر دما	استاندارد IEC 61300-2-22	گستره دمایی: °C ۴۰- تا °C ۷۰+ مدت: ۱۰ چرخه (۶۰ h)	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی بزرگتر از dB ۰٫۳ @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm مفصل ذوبی: بزرگتر از dB ۰٫۲ @1.31 ± 0.1
گرمای خشک	استاندارد IEC 61300-2-18	دما: °C۷۰+ مدت: ۲۴۰ h	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی بزرگتر از dB ۰٫۲ @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm مفصل ذوبی: بزرگتر از dB ۰٫۲ @1.31 ± 0.1
سرما	استاندارد IEC 61300-2-17	دما: °C ۴۰- مدت: ۲۴۰ h	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی بزرگتر از dB ۰٫۳ @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm مفصل ذوبی: بزرگتر از dB ۰٫۲ @1.31 ± 0.1
گرمای مرطوب چرخه‌ای (تراکم)	استاندارد IEC 61300-2-21	گستره دمایی: °C ۱۰- تا °C ۲۵+ تا °C ۶۵+ رطوبت: ٪ ۹۳ در °C ۶۰ مدت: ۱۰ چرخه (۲۴۰ h)	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی بزرگتر از dB ۰٫۳ @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm مفصل ذوبی: بزرگتر از dB ۰٫۲ @1.31 ± 0.1
جو خورنده	استاندارد IEC 61300-2-26	دما: °C ۳۵+ مقدار نمک: ٪ ۵ مدت: ۲۴ h	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی بزرگتر از dB ۰٫۲ @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm
رطوبت دائمی- چرخه کهنگی		°C ۸۵ :+ ۳۳۶ h °C ۶۰، رطوبت نسبی ٪ ۹۰ در ۳۳۶ h °C ۴۰- /°C ۲۳+/ °C ۷۵ :+ ۴۲ چرخه (۳۳۶ h)	تغییر تضعیف: مفصل مکانیکی بزرگتر از dB ۰٫۳ @1.31 ± 0.1, 1.55 ± 0.2 µm
یادآوری ۱- در ژاپن پوشش های مفصل ذوبی برای فیبرهای موضوع استانداردهای ITU-T G.651.1، ITU-T G.652 و ITU-T G.653 و پوشش‌های مفصل مکانیکی فقط برای فیبرهای موضوع استاندارد ITU-T G.652 به‌کار می‌روند.			

کتاب‌نامه

[1] ITU-T Handbook (1994), Construction, installation, jointing and protection of optical fibre cables, ITU-T, Geneva.

[2] ASTM D1218-99, Standard Test Method for Refractive Index and Refractive Dispersion of Hydrocarbon Liquids.
<http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D1218-99.htm>

[3] ASTM D972-97, Standard Test Method for Evaporation Loss of Lubricating Greases and Oils.
<http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D972-97.htm>

[4] Mellqvist, J., Arlander, B., Galle, B., Bergqvist, B., (1996), Measurements of industrial fugitive emissions by the FTIR tracer method (FTM) – FTM 791, Method 321.2; FTM 791B, method 3005.
<http://www.fao.org/agris/search/display.do?f=./1996/v2217/SE9610988.xml; SE9610988>