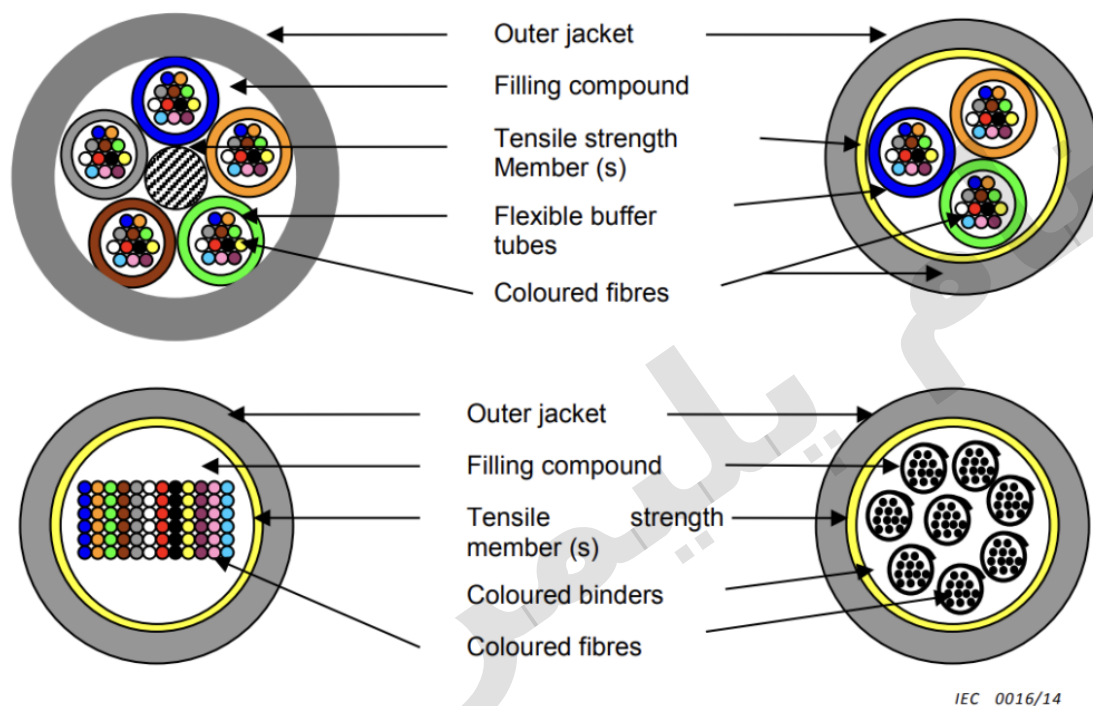


نمونه‌هایی از کابل‌های فیبر نوری میکروداکت و میکروداکت‌ها. شکل‌های A.1، A.2 و A.3 نمونه‌هایی از کابل‌های فیبر نوری میکروداکت و میکروداکت‌های مختلف را ارائه می‌کنند.



IEC 0016/14

Figure A.1 – Microduct optical fibre cables (not to scale)

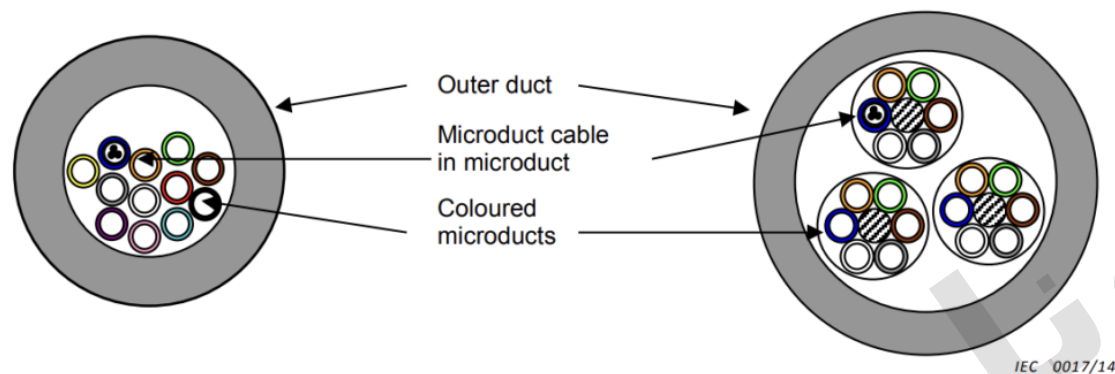


Figure A.2 – Protected microduct in pre-installed ducts (not to scale)

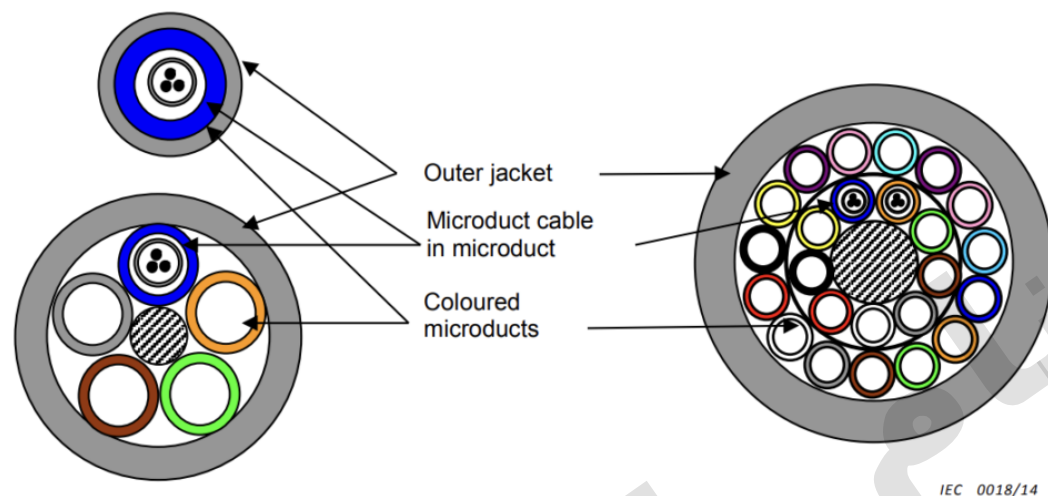


Figure A.3 – Protected microduct with tight integral outer duct (not to scale)

5 کابل فیبر نوری میکروداکت

5.1 آزمون‌های قابل‌اعمال

آزمون‌های قابل‌اعمال برای عملکرد مکانیکی و محیطی در جدول 2 ارائه شده‌اند.

Table 2 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of microduct cable

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	5.2	IEC 60794-1-21, Method E1	
Crush	5.3	IEC 60794-1-21, Method E3	
Impact	5.4	IEC 60794-1-21, Method E4	
Repeated bending	5.5	IEC 60794-1-21, Method E6	
Torsion	5.6	IEC 60794-1-21, Method E7	
Kink	5.7	IEC 60794-1-21, Method E10	
Bend	5.8	IEC 60794-1-21, Method E11B	
Temperature cycling	5.9	IEC 60794-1-22, Method F1	
Water penetration	5.10	IEC 60794-1-22, Method F5B	
Ageing	5.11	IEC 60794-1-22, Method F9	
Fibre ribbons (if used)			
Ribbon stripping	5.12	IEC 60794-1-21, Method E5B	
Separability of individual fibres from ribbon	5.13	IEC 60794-1-23, Method G5	

5.2 عملکرد کششی

الف) الزامات خانواده محصول

تحت بار کششی کوتاه مدت، کرنش فیبر نباید از 60 % کرنش اثباتی فیبر بیشتر شود. پس از حذف بار، نباید تغییری در تضعیف ایجاد شود. معیارهای دیگر را می توان با توافق مشتری و تأمین کننده تعیین کرد.

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به روکش یا اجزای کابل وارد شده باشد.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E1

طول تحت کشش: کمتر از 50 m نباشد. طول‌های کوتاه‌تر را می‌توان با توافق مشتری و تأمین‌کننده و با در نظر گرفتن دقت اندازه‌گیری و اثرات انتهایی به کار برد.

طول فیبر: طول کابل نهایی

بار کششی روی کابل: $W \times 1$

قطر قرقره‌های آزمون: کمتر از حداقل قطر خمش بارگذاری شده مشخص شده برای کابل فیبر نوری میکروداکت نباشد.

5.3 لهیدگی

(الف) الزامات خانواده محصول

پس از حذف بار کوتاه‌مدت، نباید تغییری در تضعیف ایجاد شود. در بازرسی چشمی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به کابل میکروداکت وارد شده باشد. اثر صفحه یا سنبه روی کابل میکروداکت، آسیب مکانیکی محسوب نمی‌شود.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E3A

بار (صفحه/صفحه): 500 N

مدت زمان بارگذاری: 1 min

5.4 ضربه

(الف) الزامات خانواده محصول: در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به روکش یا اجزای کابل وارد شده باشد. اثر سطح ضربه‌زننده روی روکش، آسیب مکانیکی محسوب نمی‌شود. افزایش باقی‌مانده تضعیف باید در 1 550 nm کمتر از $0,1 \text{ dB}$ باشد.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E4

تعداد ضربه‌ها: یک ضربه در 3 نقطه مختلف که فاصله آن‌ها از یکدیگر کمتر از 500 mm نباشد.

شعاع سطح ضربه‌زنده: 300 mm

انرژی ضربه: 1 J

5.5 خمش تکراری

(الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به روکش و اجزای کابل وارد شده باشد.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E6

قطر خمش: $d \times 40$

بار: کافی برای اطمینان از تماس یکنواخت با سنبه

تعداد چرخه‌ها: 25

5.6 پیچش

(الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به روکش یا اجزای کابل وارد شده باشد.

پس از آزمون نباید تغییری در تضعیف ایجاد شود.

(ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E7
طول تحت آزمون: 2 m

5.7 تاخوردگی

(الف) الزامات خانواده محصول
در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به کابل وارد شده باشد.
(ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E10
حداقل قطر: $d \times 40$

5.8 خمش

(الف) الزامات خانواده محصول
پس از آزمون، هنگام اندازه‌گیری در دمای اتاق، نباید تغییری در تضعیف ایجاد شود. در صورت نیاز، تغییر تضعیف هنگام آزمون در دمای -30°C برای فیبر تک‌حالته باید $\geq 0,1 \text{ dB}$ و برای فیبر چندحالته $\geq 0,4 \text{ dB}$ باشد.

(ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E11A
قطر سنبه: $d \times 40$

تعداد دور/مارپیچ: 4

تعداد چرخه‌ها: 3

5.9 چرخه دمایی

الف) الزامات خانواده محصول

اندازه‌گیری‌های تضعیف باید در طول آخرین چرخه انجام شوند.

برای TA1 تا TB1، نباید تغییری در تضعیف، مطابق تعریف IEC 60794-1-1، ایجاد شود.

برای TA1 تا TA2 و TB1 تا TB2، تغییر ضریب تضعیف باید به شرح زیر باشد:

- $0,15 \geq \text{dB/km}$ برای فیبر تک‌حالتی و هنگام اندازه‌گیری در ناحیه 1 550 nm، تا حد عدم قطعیت اندازه‌گیری برگشت‌پذیر باشد.

- $0,3 \geq \text{dB/km}$ برای فیبر چندحالتی و هنگام اندازه‌گیری در ناحیه 1 300 nm، تا حد عدم قطعیت اندازه‌گیری برگشت‌پذیر باشد.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-22، روش F1

طول نمونه تحت آزمون: کابل میکروداکت نهایی، با طول حداقل 1 000 m.

دمای بالا، TB2: از $60^\circ\text{C}+$ تا $70^\circ\text{C}+$ ، بسته به الزامات مشتری.

دمای بالا، TB1: از $30^\circ\text{C}+$ تا $60^\circ\text{C}+$ ، بسته به الزامات مشتری.

دمای پایین، TA1: -15°C .

دمای پایین، TA2: از TA1 تا -30°C یا -40°C ، بسته به الزامات مشتری.

یادداشت: سایر مقادیر دمایی متناظر با شرایط اقلیمی خاص را می‌توان با توافق تأمین‌کننده و مشتری تعیین کرد.

تعداد چرخه‌ها: 2

5.10 نفوذ آب

الف) الزامات خانواده محصول
کابل نباید مطابق الزامات IEC 60794-1-2، روش F5B، آب را در راستای طولی منتشر کند.
ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-22، روش F5B

5.11 پیرسازی
الف) الزامات خانواده محصول: مطابق بند 11.5 استاندارد IEC 60794-1-22:2012، روش F9
ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-22، روش F9

5.12 قابلیت جداسازی نوار
الف) الزامات خانواده محصول
حداقل 25 mm از ماتریس نوار و پوشش‌های محافظ فیبرها باید با ابزارهای جداسازی موجود در بازار، بدون شکستن فیبر، قابل جداسازی باشند. هرگونه باقی‌مانده پوشش باید به‌آسانی با استفاده از دستمال‌های آغشته به ایزوپروپیل الکل پاک شود.
ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E5B

5.13 جداسازی نوار فیبر
الف) الزامات خانواده محصول
حداکثر نیروی پارگی 4,4 N
ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-22، روش G5

6 میکروداکت

6.1 آزمون‌های قابل‌اعمال

آزمون‌ها باید مطابق مشخصات محصول مربوطه، از جدول 3 انتخاب شوند. اگر میکروداکت فقط قرار باشد در یک میکروداکت محافظ استفاده شود، ممکن است برخی آزمون‌ها مرتبط نباشند.

Table 3 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of a microduct

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	6.2	Under consideration, IEC 60794-1-21 Method E1	
Crush	6.3	IEC 60794-1-21 Method E3A	
Impact	6.4	Under consideration, IEC 60794-1-21 Method E4	
Repeated bending	6.5	IEC 60794-1-21 Method E6	
Torsion	6.6	IEC 60794-1-21 Method E7	
Kink	6.7	IEC 60794-1-21 Method E10	

Bend	6.8	IEC 60794-1-21 Method E11B	
Microduct route verification test	6.9	IEC 60794-1-21, Method E23	
Microduct pressure withstand	6.10	IEC 60794-1-22, Method F13	
Ageing	6.11	Under consideration	

6.2 عملکرد کششی

الف) الزامات خانواده محصول در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، پس از آزمون نباید هیچ‌گونه آسیبی وجود داشته باشد و میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد.

ب) شرایط آزمون

روش: عموماً IEC 60794-1-21، روش E1
یادداشت: استفاده از IEC 60811-501 در دست بررسی است.

طول میکروداکت تحت کشش: $1\text{ m} <$

بار کششی روی میکروداکت: $W \times 1$

مدت زمان بارگذاری: 10 min

6.3 لهیدگی

الف) الزامات خانواده محصول در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت وارد شده باشد. پس از زمان بازیابی، میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود. اثر صفحه، آسیب مکانیکی محسوب نمی‌شود.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E3A

طول نمونه: 250 mm
بار (صفحه/صفحه): 500 N
مدت زمان: 1 min
زمان بازیابی: 1 h

6.4 ضربه

الف) الزامات خانواده محصول
در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد. میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود. اثر سطح ضربه‌زنده روی میکروداکت، آسیب مکانیکی محسوب نمی‌شود.
ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E4
شعاع سطح ضربه‌زنده: 300 mm
انرژی ضربه: 1 J
زمان بازیابی: 1 h
تعداد ضربه‌ها: یک ضربه در 3 نقطه مختلف که فاصله آن‌ها از یکدیگر کمتر از 500 mm نباشد.

6.5 خمش تکراری

الف) الزامات خانواده محصول
در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد. میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود.
ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E6

قطر خمش: $OD \times 40$
بار: کافی برای اطمینان از تماس یکنواخت با سنبه
تعداد چرخه‌ها: 25

6.6 پیچش

الف) الزامات خانواده محصول
در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد. میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود.

ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-2، روش E7
حداکثر طول گیج: 2 m

6.7 تاخوردگی

الف) الزامات خانواده محصول
در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، پس از آزمون نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد و باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارند. میکروداکت باید بدون تاخوردگی به حداقل قطر موردنیاز برسد.

ب) شرایط آزمون
روش: IEC 60794-1-21، روش E10
حداقل قطر: $OD \times 20$

6.8 خمش

الف) الزامات خانواده محصول
قطر خارجی و داخلی میکروداکت‌ها باید در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، بدون آسیب باشند و پس از آزمون نیز آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارند.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E11B

قطر سنبه: $OD \times 40$

تعداد چرخه‌ها: 3

6.9 آزمون راستی‌آزمایی مسیر میکروداکت

(الف) الزامات خانواده محصول

اشیای دارای اندازه موردنیاز باید بتوانند از داخل میکروداکت عبور کنند.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E23

6.10 مقاومت میکروداکت در برابر فشار

(الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد.

(ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-22، روش F13

تمام میکروداکت‌ها باید در دمای 20°C ، به مدت 0,5 h، در برابر فشار هوای حداقل $2,5 \times$ فشار نصب مقاومت کنند.

تمام میکروداکت‌ها باید در دمای 40°C ، به مدت 24 h، در برابر فشار آزمون اثباتی حداقل $1,3 \times$ فشار نصب مقاومت کنند.

6.11 پیرسازی

(الف) الزامات خانواده محصول

آزمون‌هایی که پس از دوره پیرسازی انجام می‌شوند باید با توافق مشتری و تأمین‌کننده تعیین شوند و می‌توانند شامل ابعاد، آزمون لقی داخلی، جمع‌شدگی، تغییرات پرداخت سطح، تحت فشار قرار دادن یا آزمون نصب کابل میکروداکت باشند.

(ب) شرایط آزمون

روش: در دست بررسی

شرایط پیرسازی: در دست بررسی ($+60^{\circ}\text{C}$ به مدت 3 ماه؛ 7 روز در دمای $+70^{\circ}\text{C}$ ؛ 7 روز در دمای $+85^{\circ}\text{C}$)

7 میکروداکت(های) محافظ

7.1 آزمون‌های قابل‌اعمال
آزمون‌ها باید مطابق مشخصات محصول مربوطه، از جدول 4 انتخاب شوند.

Table 4 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of a protected microduct

Characteristics	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	7.2	Under consideration, IEC 60794-1-21, Method E1	
Crush	7.3	IEC 60794-1-21, Method E3A	
Impact	7.4	IEC 60794-1-21, Method E4	
Repeated bending	7.5	IEC 60794-1-21, Method E6	
Kink	7.6	IEC 60794-1-21, Method E10	
Bend	7.7	IEC 60794-1-21, Method E11B	
Microduct route verification test	7.8	IEC 60794-1-21, Method E23	
Microduct pressure withstand	7.9	IEC 60794-1-22, Method F13	
Ageing	7.10	Under consideration	

7.2 عملکرد کششی

الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، پس از آزمون نباید هیچ‌گونه آسیبی وجود داشته باشد و آزمون باید با موفقیت آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را پشت سر بگذارد.

ب) شرایط آزمون

روش: عموماً مطابق IEC 60794-1-21، روش E1
یادداشت: استفاده از IEC 60811-501 در دست بررسی است.
طول میکروداکت تحت کشش: $1\text{ m} <$

بار کششی روی میکروداکت: $W \times 1$
مدت زمان بارگذاری: 10 min

7.3 لهیدگی

الف) الزامات خانواده محصول
در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، میکروداکت نباید هیچ‌گونه آسیبی داشته باشد. پس از زمان بازیابی، میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود. اثر صفحه، آسیب مکانیکی محسوب نمی‌شود.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E3A

طول نمونه: 250 mm

بار: (1 kN داکت؛ 2 kN مدفون)

مدت زمان: 1 min

زمان بازیابی: 1 h

7.4 ضربه

الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد. میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود. اثر سطح ضربه‌زننده روی میکروداکت، آسیب مکانیکی محسوب نمی‌شود.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E4

شعاع سطح ضربه زننده: 300 mm

انرژی ضربه: 3 (دکات)؛ 15 (مدفون)

زمان بازیابی: 1 h

تعداد ضربه‌ها: یک ضربه در 3 نقطه مختلف با فاصله حداقل 500 mm از یکدیگر

7.5 خمش تکراری

الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد. میکروداکت باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارد و نباید دچار شکافتگی یا آسیب دائمی شود.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E6

قطر خمش: $OD \times 40$

بار: کافی برای اطمینان از تماس یکنواخت با سنبه

تعداد چرخه‌ها: 25

7.6 تاخوردگی

الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، پس از آزمون نباید هیچ‌گونه آسیبی به میکروداکت‌ها وارد شده باشد و باید آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارند. میکروداکت باید بدون تاخوردگی به حداقل قطر مورد نیاز برسد.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E10

حداقل قطر: $OD \times 20$

7.7 خمش

الف) الزامات خانواده محصول
قطر خارجی و داخلی میکروداکت‌ها باید در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، بدون آسیب باشند و پس از آزمون نیز آزمون لقی داخلی (ضمیمه E) را با موفقیت پشت سر بگذارند.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E11B

قطر سنبه: $40 \times OD$

تعداد چرخه‌ها: 3

7.8 آزمون راستی‌آزمایی مسیر میکروداکت

الف) الزامات خانواده محصول

اشیای دارای اندازه موردنیاز باید بتوانند از داخل میکروداکت عبور کنند.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-21، روش E23

7.9 مقاومت میکروداکت در برابر فشار

الف) الزامات خانواده محصول

در بازرسی چشمی بدون بزرگ‌نمایی، نباید هیچ‌گونه آسیبی به

میکروداکت‌ها وارد شده باشد.

ب) شرایط آزمون

روش: IEC 60794-1-22، روش F13

تمام میکروداکت‌ها باید در دمای 20°C ، به مدت 0,5 h، در برابر فشار هوای حداقل $2,5 \times$ فشار نصب مقاومت کنند.

تمام میکروداکت‌ها باید در دمای 40°C ، به مدت 24 h، در برابر فشار آزمون اثباتی حداقل $1,3 \times$ فشار نصب مقاومت کنند.

7.10 پیرسازی

الف) الزامات خانواده محصول

در دست بررسی.

آزمون‌هایی که پس از دوره پیرسازی انجام می‌شوند باید با توافق مشتری و تأمین‌کننده تعیین شوند و می‌توانند شامل ابعاد، آزمون لقی داخلی، جمع‌شدگی، تغییرات پرداخت سطح، تحت فشار قرار دادن یا آزمون نصب کابل میکروداکت باشند.

ب) شرایط آزمون

روش: در دست بررسی

شرایط پیرسازی: در دست بررسی (+60 °C به مدت 3 ماه؛ 7 روز در دمای 70 °C؛ 7 روز در دمای 85 °C)

نمونه‌هایی از تجهیزات آزمون



ن می‌شوند تا رفتار تضعیف و/یا کرنش کشیدگی فیبر، به‌عنوان تابعی از بار وارد شده بر کابل در هنگام نصب، بررسی

عنی کشش اعمال‌شده باید در محدوده مقادیر عملیاتی باشد.

IEC روش E1
100

دقت اندازه‌گیری جابه‌جایی: $\pm 0.3\%$



گی
بهرتر از $10\mu\text{m}$ است.
درگاه ارتباط داده USB است.

IEC، آزمون لهدگی را روی کابل‌های نوری انجام می‌دهد.
سروکنترل‌شده برای اعمال نیروی فشاری یکنواخت با سرعت ثابت روی کابل و حفظ نیروی فشاری در مدت‌زمان مشخص استفاده می‌کند.
250mm/min
بن می‌شود.
گزارش‌گیری در MS EXCEL

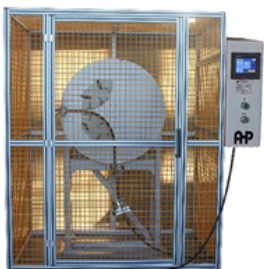


ی تعیین قابلیت کابل فیبر نوری در تحمل ضربه و مطابق با IEC-60794-1-2-E4 استفاده می شود.

cycles/min

300mm

جرم وزنه ها: 5 pcs از 0.5kg



کابل فیبر نوری برای تعیین قابلیت کابل فیبر نوری در تحمل خمش‌های تکراری استفاده می‌شود.

cycles/min 30-1

پوشش ایمنی included



ر نوری برای تعیین قابلیت کابل فیبر نوری در تحمل پیچش مکانیکی استفاده می‌شود.

صفحه نمایش لمسی 7"



degrees 36
cycles per minute 30-5
جرم وزنه‌ها: 1-10kg

دستگاه آزمون تاخوردگی مطابق IEC 60794-1-21 روش E10

دستگاه آزمون تاخوردگی کابل فیبر نوری برای تعیین قطر حلقه در شروع تاخوردگی کابل فیبر نوری، مطابق IEC-60794-1-2-E10، استفاده می‌شود.

- کورس هد کشنده: 50-500 mm
- سرعت کشش: 0 - 100 mm/s
- پوشش شفاف: 1000 x 700 mm
- نمایشگر: صفحه‌نمایش لمسی 7inch
- ذخیره نتایج آزمون در حافظه داخلی