

ULTRA-NISKOSTRATNE ŚWIATŁOWODY

Produkt na miarę czasu.

Od roku 1970 w którym to pojawiło się pierwsze nisko stratne włókno światłowodowe opracowane przez specjalistów z firmy Corning minęło wiele czasu. Było to „niskostratne” włókno o tłumienności rzędu 20 dB/km praktycznie nadające się wyłącznie do celów laboratoryjnych. Kolejne lata przynosiły postęp w tej dziedzinie, w roku 1974 mieliśmy do dyspozycji włókno światłowodowe o tłumienności już o rząd niższym na poziomie 4 dB/km, a w 1979 włókno jednomodowe z tłumiennością 0,2dB/km. Od tego momentu zegar czasu jakby przyspiesza. W technice światłowodowej dzieje się wiele, budowane są wzmacniacze optyczne, multiplexery TDM, CWDM, DWDM, wzmacniacze ramanowskie, pasmo oraz szybkość transmisji przekraczają kolejne bariery sięgając 40 GBit/s. Wyzwaniom technicznym jakie stawiają nowe systemy mogą sprostać i wspomóc jedynie specjalnie zaprojektowane światłowody.

Pojawiają się kolejne rodzaje światłowodów o charakterystykach dyspersji przystosowanych do nowych aplikacji takie jak DS. (G.653), NZDS (G.655/656/656+), itp. O ile kształtowanie charakterystyk dyspersji światłowodów nadąża za rozwojem urządzeń i systemów transmisji o tyle w dziedzinie poprawy tłumienności postęp jest już zdecydowanie wolniejszy. Poprawa parametrów geometrycznych światłowodów i zmniejszenie ich tolerancji są zauważalne – średnica płaszczka wynosi $125 \mu\text{m} \pm 0,7 \mu\text{m}$. Pojawiły się włókna światłowodowe o zmniejszonej średnicy pokrycia pierwotnego $200 \mu\text{m}$ pozwalające na gęstsze upakowanie włókien w kablu doskonale spawające się z dotychczas używanymi G.652D o średnicy $250 \mu\text{m}$.

Również kształtowanie nowych pożądanych własności mechanicznych włókien światłowodowych, ich odporności na zginanie jest zauważalne. Poprzez kształtowanie profilu

współczynnika załamania uzyskano nową jakość we włóknach oznaczoną standardami G.657A1, A2 w pełni kompatybilne z G.652D oraz G.657B2 i B3 odzwierciedlającymi ich zwiększoną odporność, czy niewrażliwość na zwijanie na małych średnicach od 20 mm dla A1 do 10 mm dla B3.



Jednak samo zmniejszenie tłumienności włókien światłowodowych zajmuje znacznie więcej czasu. Prawie 30 lat intensywnej pracy wymagało osiągnięcia takiego poziomu technologicznego, który umożliwił by produkcję na skalę przemysłową prawdziwie w sensie tego słowa NISKOSTRATNYCH włókien światłowodowych, których tłumienność prawie ociera się o teoretyczną wartość materiałową kwarcu. Pierwszym krokiem do tego celu było zmniejszenie lub usunięcie piku wodnego z charakterystyk spektralnych i stworzenie włókien z obniżonym pikiem wodnym LWP oraz z zerowym pikiem wodnym tzw. ZWP. Ale dopiero kompleksowo zwiększając czystość na każdym etapie procesu produkcyjnego włókna światłowodowego w technologii „pure silica” od preformy do gotowego włókna osiągnięto zmniejszenie samej tłumienności.

Obecnie są już dostępne włókna światłowodowe ultra nisko stratne z czystego kwarcu o tłumienności max 0,17dB/km dla fali 1550 nm i max 0,31dB/km dla fali 1310nm. Włókna niskostratne z czystego kwarcu posiadają co najmniej o 0,02 dB/km niższe tłumienności spektralne w porównaniu ze standardowymi włóknami G.652D. W tych włóknach

utrzymanie płaskiej charakterystyki spektralnej w pobliżu okien transmisji pozwala na osiągnięcie wyjątkowo małych odchyłeń wartości tłumienności i tak: dla fali 1310nm (+20nm/-35nm) – max odchylenie wynosi 0,03dB/km, dla fali 1550nm (+25nm/-25nm) – mx odchylenie wynosi 0,02dB/km przy zachowaniu dla 1625nm tłumienności 0,20dB/km. Dyspersja chromatyczna zgodna z ITU-T G.652 oraz polaryzacyjna na poziomie $\leq 0,04$ ps/ $\sqrt{\text{km}}$ tych włókien pozwala na ich zastosowanie w systemach o dużej szybkości transmisji np. 10Gbit/s oraz wyższych. Nisko stratne włókna otrzymywane w technologii czystego kwarcu mogą pracować w rozległych sieciach telekomunikacyjnych na dystansach nawet rzędu tysięcy km ograniczając zdecydowanie liczbę wzmacniaczy i repeterów w łańcuchu światłowodowym.

Włókna niskostratne pozwalają na projektowanie sieci z marginesem uwzględniającym przyszłe, odległe potrzeby jej rozbudowy, zwiększenia funkcjonalności i już dziś oferują 50% rozszerzenie użytecznego zakresu pasma umożliwiając transmisję 16 kanałową CWDM oraz wspomagając transmisję DWDM. Kable światłowodowe z włóknami ultra niskostratnymi są dostępne w ofercie produkcji ELMAT Sp. z o.o.



Właściwości fizyczne

Średnica płaszczka	125.0 ± 0.7 μm
Owalność płaszczka	≤ 0.7 %
Błąd centryczności rdzeń/płaszcz	≤ 0.5 μm, ≤ 0.2 μm
Średnica pokrycia pierwotnego	235 μm - 247 μm
Błąd centryczności pokrycie pierw./płaszcz	≤ 12 μm
Poziom testu przesiewczego	100 kPsi (0.69 GPa)
Zakres sił usuwania pokrycia pierwotnego	≥ 1.3 N < 8.9 N



Właściwości optyczne

Maksymalna tłumienność	dla 1310 nm ≤ 0.32 dB/km dla 1385 nm ≤ 0.31 dB/km dla 1490 nm ≤ 0.21 dB/km dla 1550 nm ≤ 0.18 dB/km dla 1625 nm ≤ 0.20 dB/km	Zależność tłumienności od długości fali	Zakres długości fal (nm)	Fala odniesienia (nm)	Zmiana tłumienności względem fali odniesienia (dB/km)
			1285 – 1330	1310	0.03
			1360 – 1480	1385	0.04
			1525 – 1575	1550	0.02
			1460 – 1625	1550	0.04
Niejednorodność tłumienności / Punktowe nieciągłości	dla 1310 nm and 1550 nm ≤ 0.05 dB				
Tłumienność w funkcji promienia makro-zgięcia	1 pętla, o średnicy 32 mm (1.2") dla 1550 nm < 0.03 dB 100 pętla, o średnicy 50 mm (2") dla 1310 nm < 0.03 dB 100 pętla, o średnicy 60 mm (2.4") dla 1550 nm < 0.03 dB, dla 1625 nm < 0.03 dB				
Długość fali zerowej dyspersji (λ₀)	1302 – 1322 nm				
Nachylenie krzywej dla zerowej dyspersji (S₀)	≤ 0.090 ps/nm ² -km				
Typowe nachylenie krzywej dyspersji	0.087 ps/nm ² -km				
Średnica pola modów	dla 1310 nm 9.2 ± 0.4 μm dla 1550 nm 10.4 ± 0.5 μm				
Długość fali odcięcia (λ_{CC})	≤ 1260 nm				
PMD włókna – wartość projektowa łącza (LDV)	2 < 0.04 ps/ $\sqrt{\text{km}}$				
Maksymalna wartość dla pojedynczego włókna	< 0.1 ps/ $\sqrt{\text{km}}$				
Typowa wartość dla włókna LMC PMD	< 0.02 ps/ $\sqrt{\text{km}}$				
Cykl termiczny (-60°C do +85°C)	≤ 0.05 dB/km				
Starzenie w wysokich temperaturach (85 ± 2° C)	≤ 0.05 dB/km				
Cykl temp. / wilgotność (dla -10° C to +85° C; 95% RH)	≤ 0.05 dB/km				
Zanurzenie w wodzie (23 ± 2° C)	≤ 0.05 dB/km				
Współ. dynam. zmęczenia dla korozji napręż. (nd)	≥ 20				