

## Ćwiczenie 1

# Spawanie światłowodów.

### Cel ćwiczenia:

Nabycie umiejętności związanych z wykonywaniem połączeń światłowodowych. Spawanie łukiem elektrycznym.

### Zagadnienia do przygotowania

1. Spawanie światłowodów..
2. Rodzaje okablowania światłowodowego.
3. Normy odnoszące się do spawów światłowodowych.
4. Instrukcja obsługi spawarki światłowodowej DVP-740.

### Literatura

- Materiały z zajęć lekcyjnych
- J. Siudak: „Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej”, WKŁ, Warszawa 1997
- B. Crosignani, G. de Marchis: „Światłowodowy w telekomunikacji”, WKŁ, Warszawa 1987
- K. Perlicki: „Pomiary w optycznych systemach telekomunikacyjnych”, WKŁ, Warszawa 2002
- [http://galaxy.eti.pg.gda.pl/katedry/kmoe/materialy/01\\_tech.sw.04.10.12.pdf](http://galaxy.eti.pg.gda.pl/katedry/kmoe/materialy/01_tech.sw.04.10.12.pdf)

### Rodzaje złącz światłowodowych

Złącza stałe można tworzyć metodą spawania bądź klejenia. Mając na uwadze źródła strat, a zwłaszcza strat zewnętrznych, omówione poprzednio o powierzchni czołowe łączonych włókien powinny być odpowiednio przygotowane tzn. powinny być optycznie płaskie, wzajemnie równoległe i prostopadłe do osi włókna. Bardzo użyteczną jest tutaj prosta technika cięcia włókien szklanych polegająca na zarysowaniu a następnie rozerwaniu włókien. Trwałe nierozłączalne połączenia wykonuje się najczęściej przez zespawanie końcówek włókien. Wcześniej jednak łączone końcówki muszą być ustawione dokładnie naprzeciw siebie, co warunkuje osiągnięcie dużej sprawności pobudzenia włókna. Ze względu na rozszerzalność cieplną łączone końcówki ustawia się w odległości kilku  $\mu\text{m}$  od siebie.

Obecnie przeważnie używa się wyładowania jarzeniowego przy ciśnieniu atmosferycznym i napięciu zmiennym 400 -600V dla odległości między elektrodami wolframowymi ok. 1–2 mm. Moc jego (6–10W) wystarcza do zespawania dwóch włókien kwarcowych w temperaturze 1800°C do 2000°C. Plazmę wyładowania jarzeniowego można łatwo kontrolować i uzyskać symetryczną bardzo wąską strefę topienia. W cienkich włóknach miejsce łączone zabezpiecza się np. żywicą epoksydową lub tulejką metalową. Tłumienności złączy spawanych wynoszą 0,02 –0,05dB dla typowych światłowodów telekomunikacyjnych.

W przypadku połączeń zgrzewanych tłumienności tak wykonanych złączy wynoszą dla włókien wielomodowych średnio ok. 0,1dB a dla włókien jednomodowych średnie tłumienności wynoszą 0,4dB dla średnicy rdzenia 5,2 $\mu\text{m}$  i 0,1dB dla średnicy 10 $\mu\text{m}$ . Poza tym można stosować połączenie klejone. Tutaj justowanie obu końców włókien odbywa się

między dwiema ściankami rurki o przekroju kwadratowym lub w precyzyjnym rowku o kształcie litery V wytrawionym w podłożu nośnym z krzemu. Tłumiennosci takich klejonych złączy wynoszą dla włókien wielomodowych 0,1 do 0,35dB. Dla włókien jednomodowych są większe.

Duża grupa złączy stałych bazuje na płaskim elemencie konstrukcyjnym z wyciętym lub wytrawionym rowkiem w kształcie litery V. Nadaje się ono do szybkiego i o małych stratach łączenia niezabezpieczonych włókien również w technice kablowej gdzie stosuje się wtedy element konstrukcyjny z wieloma rowkami V. Włókno optyczne dociskane jest do rowka V przez odpowiednią pokrywkę płaską lub kształtowaną. Materiał na kształtki musi być stabilny termicznie. Do wielokrotnego powtarzalnego łączenia światłowodów służą połączenia rozłączalne. Powinny one spełniać następujące wymagania, które zapewniłyby:

- dokładne optyczne sprzężenie z minimalnymi stratami również przy wielokrotnym używaniu,
- wysoka żywotność i niezawodność czynnych elementów mechanicznych,
- prostą obsługę we wszystkich warunkach eksploatacyjnych,
- niskie koszty (porównywalne z kosztami złączy elektrycznych).

Aby spełnić te wymagania opracowano szereg różnych typów złączy, których konstrukcje są stale doskonalone. Często stosowane np. jest złącze dwustożkowe. Osiąga się tutaj tłumienie 0,1 do 0,2dB. Inna metoda zmniejszająca wymagania na tolerancje mechaniczne elementów złącza polega na jego mimośrodowej konstrukcji. Obracając dwie części takiego złącza względem siebie otrzymuje się dwa punkty idealnego dopasowania rdzenia włókien. Druga rodzina złączy wykorzystuje optyczne metody justowania włókien uzyskując obniżenie wrażliwości parametrów transmisyjnych złącza od tolerancji mechanicznych jego wykonania. W złączach takich stosuje się stożki światłowodowe, klasyczne soczewki kulkowe, mikrosoczewki i soczewki typu selfoc. Ich zaletą jest również znaczne obniżenie wrażliwości na wpływy środowiskowe, zanieczyszczenia, całkowite wyeliminowanie strat reparacyjnych, dobra powtarzalność wykonania i wielokrotność rozłączeń bez zmiany parametrów.

Szczegółowa budowa kabla światłowodowego zależy od konkretnego zastosowania (miejsca i sposobu instalacji, oraz odległości, na jaką odbywać się będzie transmisja), ale ogólnie można wyróżnić kilka elementów składowych:

- opcjonalny element centralny
- włókno światłowodowe
- tuba ochronna
- uszczelnienie
- wzmocnienie
- powłoka zewnętrzna

#### **Kable wewnętrzne:**

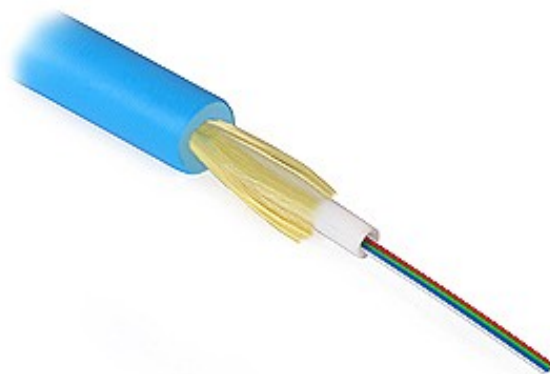
- kable typu minibreakout, czyli wielowłóknowe kable światłowodowe do zastosowania wewnątrz budynków. Kable zawiera włókna w ścisłej tubie o średnicy 900  $\mu\text{m}$ . Włókna aramidowe osłaniające włókna światłowodowe mają na celu zabezpieczenie przed uszkodzeniami mechanicznymi.
- kabel typu duplex, czyli dwuwłóknowym kabel światłowodowy do zastosowania wewnątrz budynków.



Kabel zawiera włókna w ściślej tubie o średnicy 900  $\mu\text{m}$ . Również posiada włókna aramidowe chroniące przed uszkodzeniami mechanicznymi.

#### **Kable uniwersalne:**

- Kabel światłowodowy do zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych. Włókna w powłoce 250  $\mu\text{m}$  umieszczone są w tubie centralnej wypełnionej żel. Żel wypełniający tubę stanowi warstwę ochronną dla włókien światłowodowych, amortyzując przeniesienie się włókien przy ruchach kabla czy zabezpieczając włókna przed działaniem wilgoci. Włókna aramidowe mają na celu zabezpieczenie tuby centralnej przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz gryzoniami. Wykonanie powłoki LSZH.



#### **Kable łatwego dostępu:**

- system okablowania światłowodowego budynków wykorzystujący opatentowaną konstrukcję tzw. kabla łatwego dostępu. Kabel wykonany jest w konstrukcji tuby bez żelu, co umożliwia łatwe wykonanie okna w powłoce kabla i odgałęzienia włókien światłowodowych bez konieczności spawania w miejscu odgałęzienia.



#### **Kable zewnętrzne:**

Ponieważ kabli tego typu używa się do budowy sieci rozległych, toteż najczęściej zawierają one włókna jednomodowe. W celu zwiększenia wytrzymałości kabla na uszkodzenia mechaniczne, w konstrukcji stosuje się centralny element wytrzymałościowy, dookoła którego skręcone są tuby z włóknami. Kable są uszczelnnione w celu zapobieżenia wzdłużnej penetracji wody, często dodatkowo wzmacniane włóknami aramidowymi lub pancerzone drutami stalowymi. W zależności od budowy, mogą być stosowane w pierwotnej i wtórnej kanalizacji kablowej, bezpośrednio w ziemi lub kanalizacji ściekowej. TELEFONIKA Kable ma również w swojej ofercie kable do podwieszania na słupach trakcyjnych czy wprost na kablach sieci energetycznej. W celu ochrony przed gryzoniami stosuje się podwójne powłoki zewnętrzne poliamidowo polietylenowe.



Pracownia Konfiguracji i Eksploatacji Urządzeń i Systemów Teleinformatycznych  
Zespół Szkół Elektronicznych w Bydgoszczy

Przykładowe produkty:

Kable zewnętrzne:	Z-XOTKtsd Z-XOTKtsdD Z-XXOTKtsdD Z-XXOTKtsFtl
Kable zewnętrzne przeciwgryzoniowe:	Z-(XV)OTKtsd Z-(XV)OTKtsdD
Kable zewnętrzne do kanalizacji ściekowej:	ZKS-XXOTKtsFf ZKS-XXOTKtsFo
Kable zewnętrzne samonośne:	ADSS-XXOTKtsdD S-XOTKtsd

**Zadanie**

1. Wykonanie spawu światłowodowego.

- Dysponując dwoma 20-30 cm fragmentami światłowodów wykonaj spaw łukiem elektrycznym (postępuj zgodnie z algorytmem przedstawionym na zajęciach)
- Wykonane połączenie nie może posiadać tłumienia większego niż 0.01dB
- Dokumentuj poszczególne kroki wykonując zdjęcia.

**Dokumentacja powinna zawierać:**

- Opis podstawowych parametrów urządzenia DVP-740
- Algorytm w postaci blokowej opisujący proces wykonywania spawu łukiem elektrycznym.
- Opis i dokumentację wykonywanych czynności koniecznych do wykonania spawu łukiem elektrycznym.
- Wyniki w formie tabelarycznej przedstawiające wyniki pomiarów tłumienności za pomocą spawarki i odniesienie się do wartości normatywnych. (Czy otrzymane wyniki spełniają normę).
- **Pamiętaj sprawozdanie wykonujesz samodzielnie w oparciu o wyniki otrzymane na zajęciach!!!**