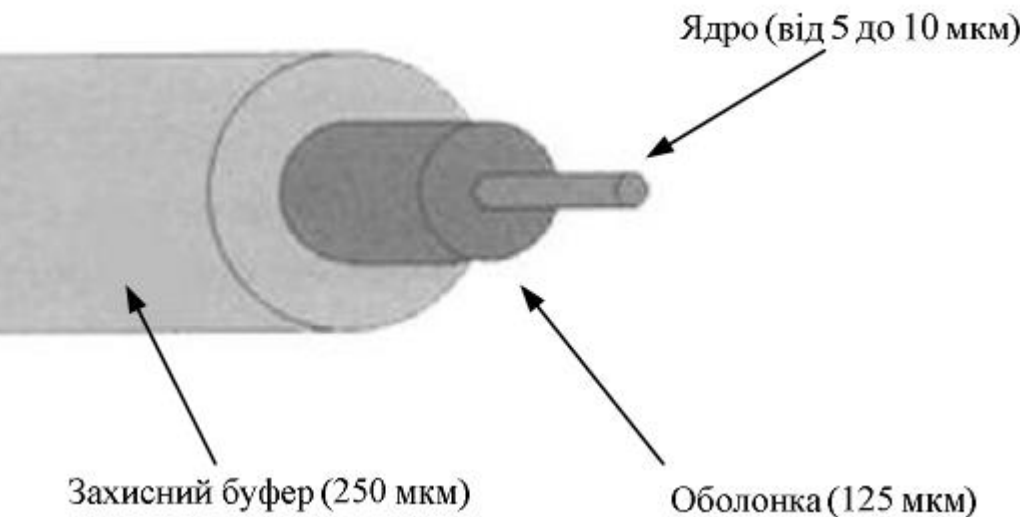


З'ЄДНАННЯ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН

к.ф.-м.н., ст. викл.

Пилипенко О.В.



Будова оптичного волокна

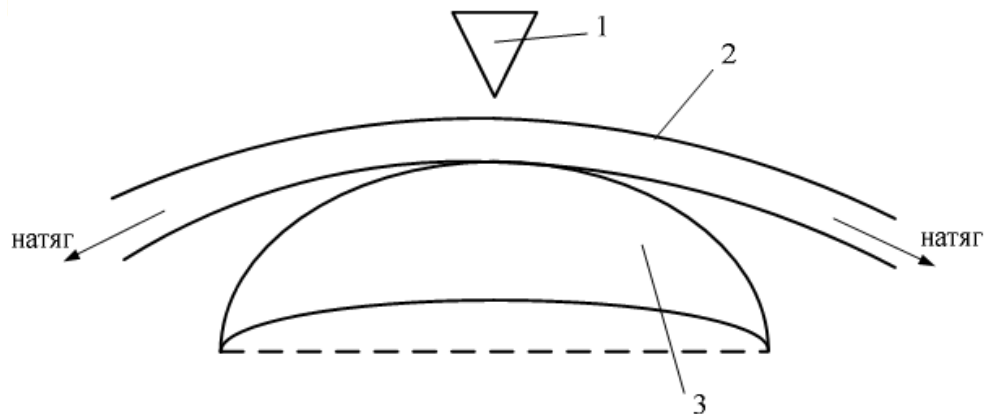


За конструкцією оптичне волокно – це два циліндра, які знаходяться один в одному. Внутрішній циліндр – це ядро, а зовнішній – це оболонка. Світловий імпульс завжди знаходиться в ядрі і на межі двох середовищ відбивається в середину внутрішнього циліндра

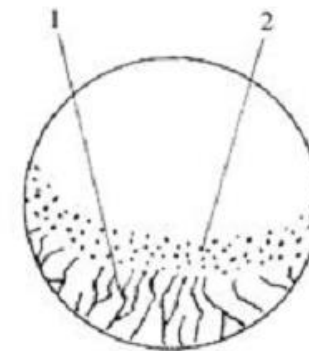
При виборі метода з'єднання слід враховувати: стабільність загасання в місці з'єднання, механічну міцність з'єднання, стабільність роботи в умовах навколишнього середовища.

Загалом процес з'єднання ОВ складається з чотирьох етапів:

1. Підготування ОВ до з'єднання.
2. Юстирування ОВ.
3. З'єднання ОВ.
4. Захист місця з'єднання



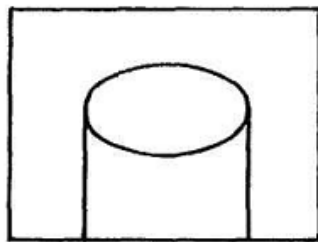
Вид пристрою для сколювання торців ОВ:
1 – спеціальний різець, 2 – ОВ, 3 – оправка



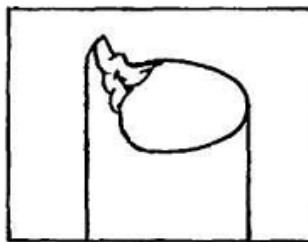
Торцева поверхня сколеного ОВ:
1 – пір'їва зона, 2 – зона туману

Для того, щоб уникнути цього виконують полірування торців при механічних способах з'єднань або попереднє оплавлення при зварюванні.

Якісний скол



Неякісні сколи



Можливі види поверхні торця ОВ

Зварні з'єднання

Зварювання може бути виконано шляхом розплавлення кінців ОВ за допомогою потужного джерела теплової енергії наступними методами:

- розміщення кінців ОВ у зону потужного лазерного випромінювання;
- розміщення кінців ОВ у полум'я газового пальника;
- розміщення кінців ОВ у поле електричного розряду.

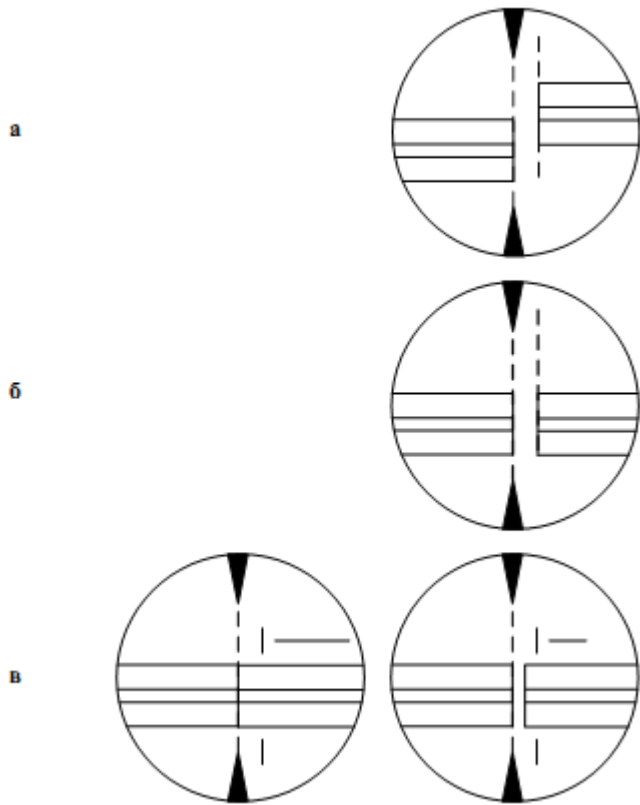
Достоїнством зварювання ОВ за допомогою **лазера** слід вважати можливість отримання чистих з'єднань, завдяки відсутності в них сторонніх матеріалів, і як наслідок, досить малих втрат сигналу, близько 0,1 дБ. Як правило, джерелами лазерного випромінювання великої потужності (до 5 Вт) є CO₂ газові лазери.

Зварювання в **полум'ї** газового пальника використовують головним чином для з'єднання багатомодових ОВ. До достоїнств цього способу слід віднести можливість отримання дуже міцних з'єднань. Як джерело для полум'я використовують суміш пропану та кисню, або кисню-хлору-водню. Втрати в з'єднаннях близькі до 0,1 дБ.

Зварювання ОВ у полі **електричного розряду** виконується в наступній послідовності:

1. Підготування торцевих поверхонь ОВ.
2. Юстирування (вирівнювання) кінців ОВ.
3. Попереднє оплавлення торців ОВ. Ця операція виконується з метою часткової ліквідації мікронерівностей, що виникають на торцевих поверхнях під час сколювання ОВ. Струм в режимі оплавлення сягає 10...12 мА. Іноді цю операцію називають термо- або гарячим очищенням.
4. Безпосереднє зварювання ОВ. При цій операції струм дуги сягає 12...16 мА.

- Юстирування (вирівнювання) кінців ОВ. При цьому виконуються такі операції:
- первинне встановлення – кінці ОВ установлюються і виставляються відносно маркерів;
 - вирівнювання серцевин за їх геометричними розмірами або за мінімумом втрат світла, що розповсюджується скрізь серцевини ОВ;
 - встановлення відстані між кінцями ОВ.



Для реалізації зварного з'єднання ОВ розроблено ряд зварювальних апаратів, які можна класифікувати за:

- способом юстирування кінців ОВ (за геометричними розмірами серцевин, або за втратами світла, що розповсюджується через місце зварювання);
- способом виконання операції (ручний, автоматичний);
- типом контрольного пристрою (мікроскоп, монітор на рідких кристалах, тощо);
- кількістю ОВ, що зварюються (одномодове ОВ, багатомодове ОВ).

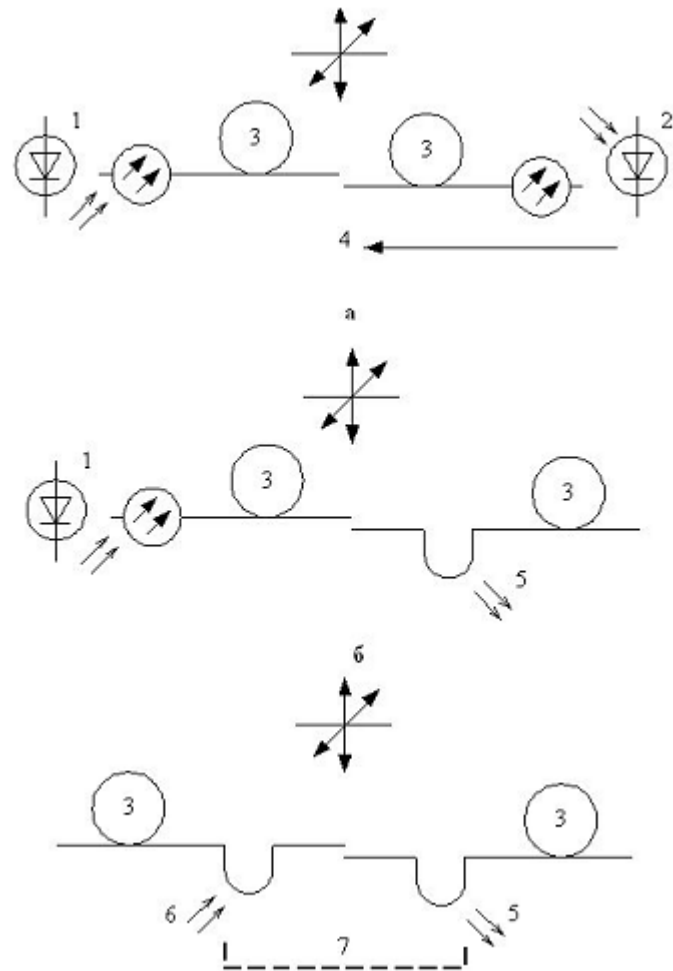
Послідовність операцій юстирування ОВ

Метод активного юстування

перша схема ґрунтується на використанні оптичних передавачів та приймачів на протилежних кінцях ОВ, що підлягають з'єднанню (а). Інформація від приймача передається назад на передавач.

друга схема використовує оптичний передавач на дальньому кінці та детектор у точці з'єднання (б). Оптичний сигнал виводиться (випромінюється) з ОВ на його вигині, на невеликій відстані (наприклад, до 0,5 м) від місця з'єднання.

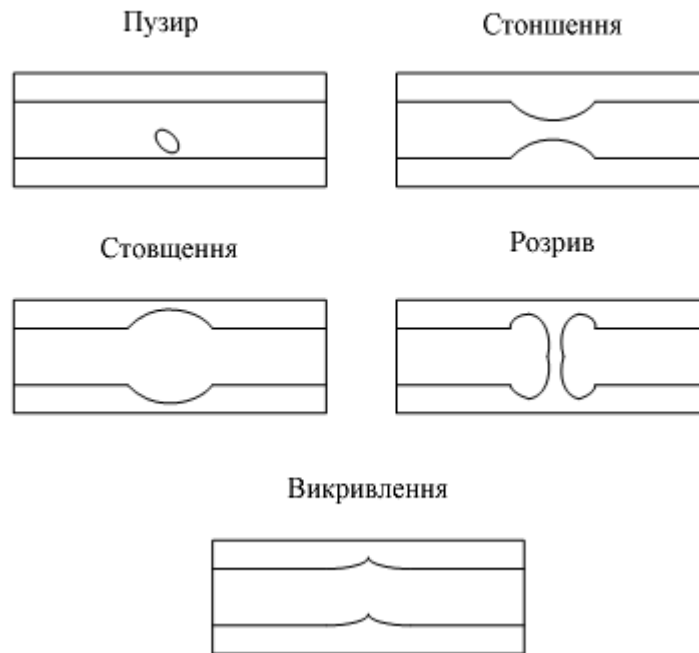
третя схема є реалізацією LID (Local Injection and Detection) метода і являє собою процедуру юстирування, що обмежена лише місцем з'єднання (в). Схема базується на введенні оптичного сигналу в серцевину одного ОВ та визначенні його у серцевині другого ОВ на його вигин



Схеми юстування з

введенням/знаходженням світла:

- 1 – джерело випромінювання, 2 – детектор,
- 3 – прокладена будівельна довжина ОК,
- 4 – зворотний зв'язок, 5 – виведення оптичного сигналу, 6 – введення оптичного сигналу, 7 – ділянка юстування



Види дефектів при зварюванні ОВ

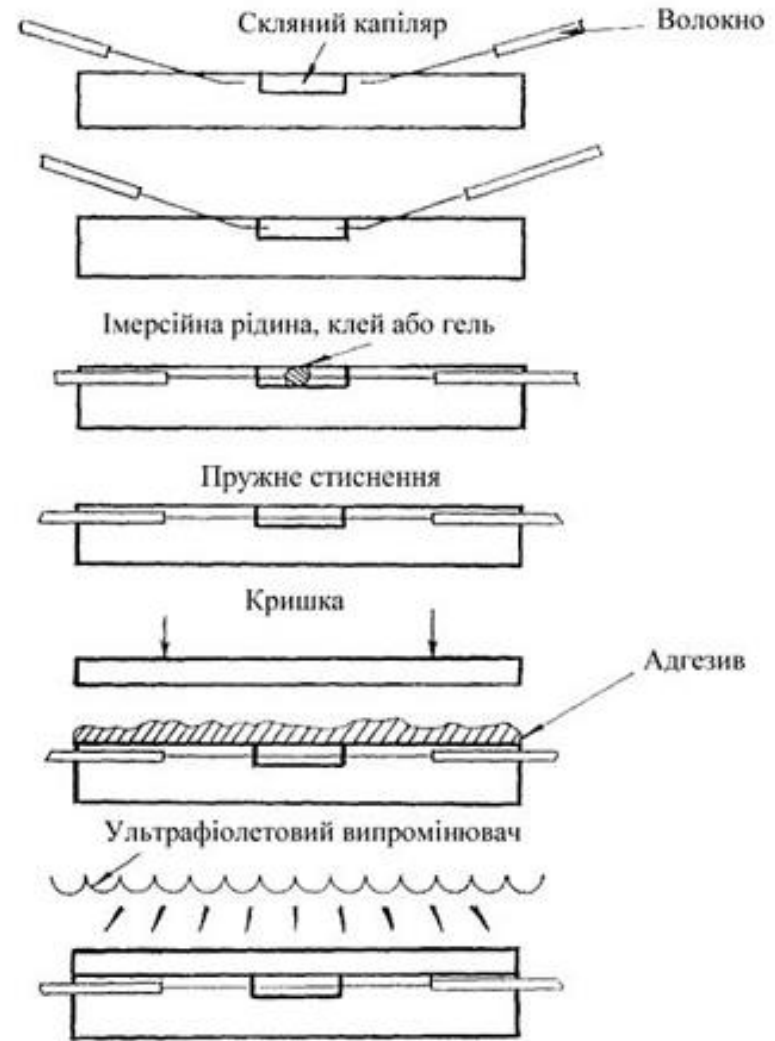
Дефект	Причина	Спосіб видалення
Пузир	Неякісний скол або бруд на кінці ОВ	Повторний скол ОВ та зварювання. При стійкому отриманні неякісного сколу, слід замінити сколювач
Стоншення	Невірне (сильне) розтягування	Повторні сколи ОВ та зварювання
Стовщення	Невірне (слабке) розтягування	Повторні сколи ОВ та зварювання
Розрив	ОВ не зведені разом, або надто великий струм при зварюванні	Повторні сколи ОВ та зварювання
Викривлення	Неперпендикулярні торці ОВ, або надмірне зведення кінців ОВ	Повторний скол ОВ та зварювання. При стійкому отриманні неперпендикулярного сколу, слід замінити сколювач

Клейові з'єднання

Перевагою цього способу є оперативність та відсутність деформації серцевин ОВ, що з'єднуються. Це сприяє отриманню малих втрат, відсутності напруги в області стику, забезпеченню добрих міцностних якостей, тощо. Однак обмежений строк експлуатації та часова нестабільність втрат в клейових з'єднаннях стримує широке застосування цього метода

Клейове з'єднання за допомогою капіляру має низку етапів:

1. Підготування ОВ до з'єднання.
2. Введення ОВ у капіляр.
3. Нагнітання імерсійної рідини, гелю або клею.
4. Регулювання з'єднання, юстирування ОВ.
5. Нанесення шару адгезивної речовини.
6. Цементування адгезиву ультрафіолетовим опромінюванням.

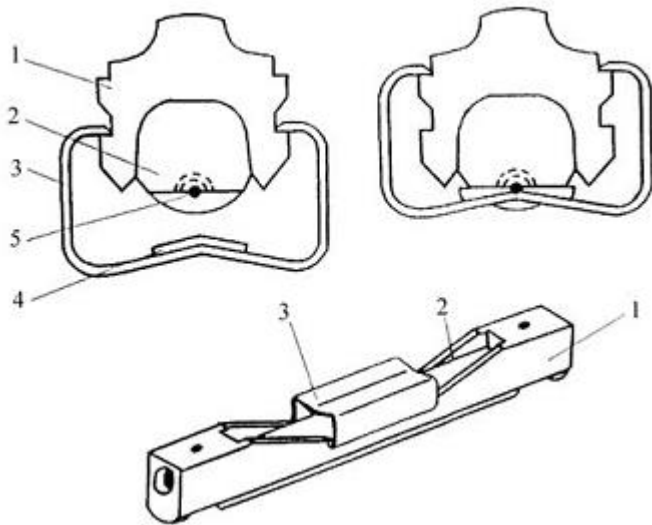


Етапи отримання клейового з'єднання за допомогою капіляру

Механічні з'єднання

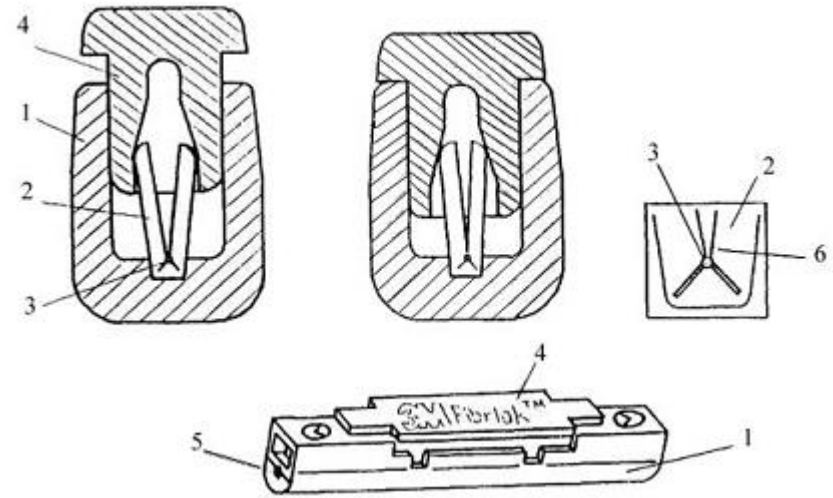
Механічні з'єднувачі можуть бути **активними**, в яких є можливість вирівнювати та оптимізувати положення ОВ по мінімуму втрат, і **пасивними**.

За використанням механічні з'єднувачі розділяють на **одноразові** та **багаторазові**.



Механічний з'єднувач CSL LightSplice:

- 1 – прозорий пластиковий корпус,
- 2 – скляна капілярна трубка, 3 – металева пружина,
- 4 – тонкий шар еластичного матеріалу,
- 5 – процес з'єднання ОВ



Механічний з'єднувач Fibrlok:

- 1 – пластмасова-алюмінієва основа,
- 2 – металевий елемент, в середині якого виконується з'єднання ОВ,
- 3 – ОВ, 4 – пластмасова кришка,
- 5 – отвір для ОВ, 6 – гель для оптичного узгодження в місці стику кінців ОВ

Достоїнством з'єднувачів є швидкість та легкість отримання з'єднання, а також можливість використання на всіх ступенях мереж зв'язку: магістральних, абонентських, локальних, інформаційних і мережах керування й телеметрії.

Роз'ємні з'єднання

Потреба в роз'ємних з'єднаннях виникає при багаторазовому підключенні ОВ до джерел (приймачів) випромінювання та стикування ОВ між собою, забезпечуючи мінімальні втрати в місцях з'єднань. Конструктивні рішення роз'ємних з'єднань, як правило, істотно розрізняються. Це обумовлено специфічними особливостями активних елементів лінійного тракту (джерел випромінювання – світлодіода, лазерного діода, та фотодетекторів).



Роз'єм FJ (Fibre Jack) або Opti-Jack



Роз'єми Mini-MT і MT-RJ (Mini Mass Termination)



Роз'єм Optoclip II



Роз'єм типу VF-45 (VG-45)



Роз'єм SC (subscriber connector - абонентський роз'єм)



Роз'єм ST (straight tip connector – "прямий роз'єм"; іноді використовується неофіційна розшифровка цього скорочення - Stick-and-Twist – "встав і поверни")



Роз'єм FC-PC (Flat Contact-Physical Contact)



Роз'єм LC (Link Control, також дуже поширена розшифровка цієї аббревіатури як Lucent Connector)



Роз'єм MU (Mini Unit - малогабаритний варіант роз'єму SC, що іноді підкреслюється позначенням "Mini-SC")



Роз'єм F-3000 (вдосконалена версія роз'єму E-2000)



Роз'єм E-2000 (Європа, 2000 рік)

