

## СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ОПТИЧНИХ З'ЄДНУВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ЗБИРАННЯ

Омаров М.А., Аллахверанов Р.Ю., Хатнюк І.С., Андрусевич В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Леніна, каф. ТАВР,<sup>1</sup> (057) 702-14-86,

E-mail: [tavr@kture.kharkov.ua](mailto:tavr@kture.kharkov.ua); факс (057) 702-14-86

In this work the features of optical connectors construction are examined and the technological process of connectors assembling is analysed.

### Вступ

Контактні оптичні з'єднувальні пристрої (ОЗП) мають більш просту конструкцію по порівнянню з ОЗП, в яких використовуються елементи узгодження. Однак лінзові з'єднувальні пристрої менш чутливі до стирання сполучених деталей по порівнянню з контактними, тобто контактні ОЗП мають менший термін служби.

З точки зору тривалості та складності виробництва цих двох типів ОЗП обладнання для виготовлення лінзових ОЗП використовується теж саме, що й для контактних ОЗП, плюс додаткове для виготовлення мікролінз (відносно оптичних наконечників). Тобто виготовлення лінзових ОЗП коштує більш дорого.

### Основні питання суміщення волоконних світловодів

Для розробки ОЗП для волоконних світловодів (ВС) були визначені поля допусків на розузгодження ВС, які б забезпечували при найменшій трудоемкості виробництва ОЗП прийнятні втрати на рівні 0.17 - 0.25 дБ.

Контактні ОЗП мають більш просту конструкцію, та їх втрати обумовлюються ступенем перекриття площей торців ВС, величиною зазору поміж ними, а також френелівськими втратами на торцях цих ВС. Причому по порівнянню із багатомодовими ВС усі наведені фактори, що впливають на поле допусків, для одномодових ОЗП повинні за точністю узгодження бути вище на порядок. При простому суміщенні торців ВС для отримання з'єднання з малими втратами крім допусків на неспіввісність жили та оболонки ВС необхідно брати до уваги й допуски на капіляри, цанги і арматурні деталі, поля допусків яких знаходяться у тісному взаємозв'язку. Отже питання узгодження, суміщення одномодових ВС залежить від побудови технологічних процесів обробки, збирання, контролю усіх деталей ОЗП.

При проектуванні також необхідно брати до уваги й вплив процесів шліфувки та поліровки на увесь технологічний процес виготовлення ОЗП, тому що абразиви, суспензії, час обробки та інше також впливають на точність виготовлення ОЗП в цілому.

### Технічні вимоги, що ставляться до елементів ОЗП

Технічні вимоги до елементів багатомодових ОЗП:

- величина діаметру базової (циліндричної) поверхні наконечника –  $2.5_{-0.04}^{+0.04}$  мм;
- неперпендикулярність торцевої поверхні наконечника відносно базової (циліндричної) поверхні не більш  $0,3^\circ$ ;
- радіальне биття базової (циліндричної) поверхні відносно серцевини ВС - 0.003 мм;
- шорсткість торцевої поверхні ВС - капіляр  $R_z=0.2$  мкм.

Технічні вимоги до елементів ОЗП одномодових ВС:

- величина діаметру базової (циліндричної) поверхні наконечника  $2.5_{-0.0007}^{-0.0002}$  мм;
- неперпендикулярність торцевої поверхні наконечника відносно базової (циліндричної) поверхні не більше  $0,3^\circ$ ;

- радіальне биття базової (циліндричної) поверхні відносно серцевини ВС - 0.001мм;

- шорсткість торцевої поверхні ВС  $R_z=0,1$  мкм..

Забезпечення наведених вимог потребує проведення активного контролю на протязі усього процесу виготовлення. Основні операції контролю, які треба виконувати, наступні:

- контроль величини діаметру (циліндричної) базової поверхні наконечника;  
- контроль неперпендикулярності торцевої поверхні наконечника відносно базової поверхні і не перпендикулярності торцевої поверхні;

- контроль радіального биття циліндричної (базової) поверхні відносно вісі серцевини ВС;

- контроль шорсткості торцевої поверхні ВС;

- контроль діаметра серцевини ВС, щільності заповнення епоксидного клею поміж волокном і капіляром (для багатомодових ОЗП), якості обробки торцевої поверхні ВС і капіляра.

### Розробка технологічної конструкції ОЗП

У багатомодовому з'єднувальному пристрої ВС (рис.1) закріплюється у наконечнику 1 через капіляр з клеєм. Такі циліндричні наконечники сполучаються за допомогою зовнішнього, теж каліброваного циліндра - цанги або розрізної втулки. Усі частини, які утримують ВС: капіляр, втулка, арматурні деталі потребують високої точності. У такій конструкції наконечника використовується капіляр, як елемент армування, що значно поліпшує якість збирання та забезпечує її простоту. Наконечник виготовлено з нержавіючої сталі, що дозволяє збільшити зносостійкість з'єднувача, якість обробки поверхні. Фіксація сполучення -здійснюється епоксидною смолою.

Геометричні похибки складених наконечників ОЗП усуваються за допомогою станка обробки наконечників, у склад якого введено додатковий пристрій активного контролю та вузол плавного регулювання (центровки) серцевини ВС з віссю шпинделя., що забезпечує точність обробки діаметру наконечника з точністю до 1 мкм і менше.

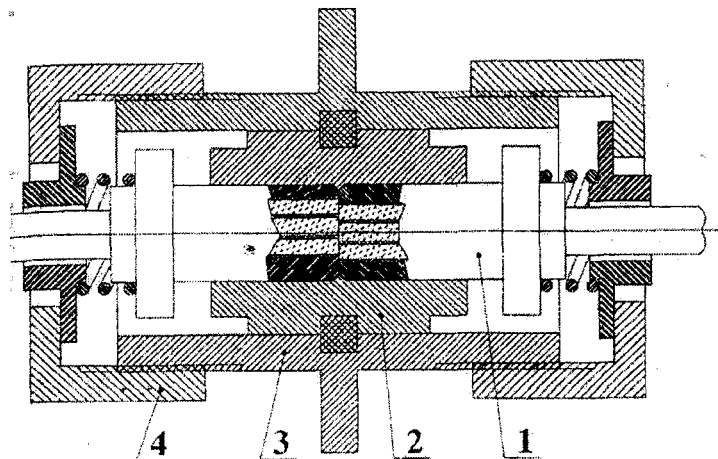


Рис. 1. Схема конструкції роз'ємного багатомодового ОЗП

Основною частиною конструкції є оптичний наконечник, який в значній мірі визначає якість та надійність виробу. Наконечник повинен забезпечувати:

- розташовування серцевини волокна з високою точністю відносно базової поверхні, фіксацію та запобігання механічним діям;

- надійний контакт з кабельною частиною;

- жорсткість базової поверхні відносно серцевини;

- жорсткість складання для можливої механічної обробки;

- стійкість до агресивних середовищ, кліматичних умов, вібрацій.

Забезпечення високоточного розміщення оптичного волокна у наконечнику здійснюється шляхом обробки (або формування) базової поверхні відносно серцевини волокна, що вже зафіксоване у наконечнику.

Для виготовлення корпусу багатомодових наконечників використовуються високолеговані сталі типу 12X18H10T та 40X13. На рис.2 наведено конструкцію багатомодового наконечника в зборі з капіляром та волокном.

В конструкції багатомодового оптичного наконечника використовується кварцовий капіляр для юстировки світлового потоку по куту.

Конструкція одномодових ОЗП у загальному така ж, як й багатомодового ОЗП. Але армування наконечниками одномодових волокон значною мірою відрізняється від багатомодових. Різниця полягає у тому, що наконечники одномодових ОЗП безкапілярні. В них виготовляється прецизійний отвір діаметром 0.135..0.140 мм. Для цього використовується прецизійний верстат *KHAUBLIN BOSCH*.

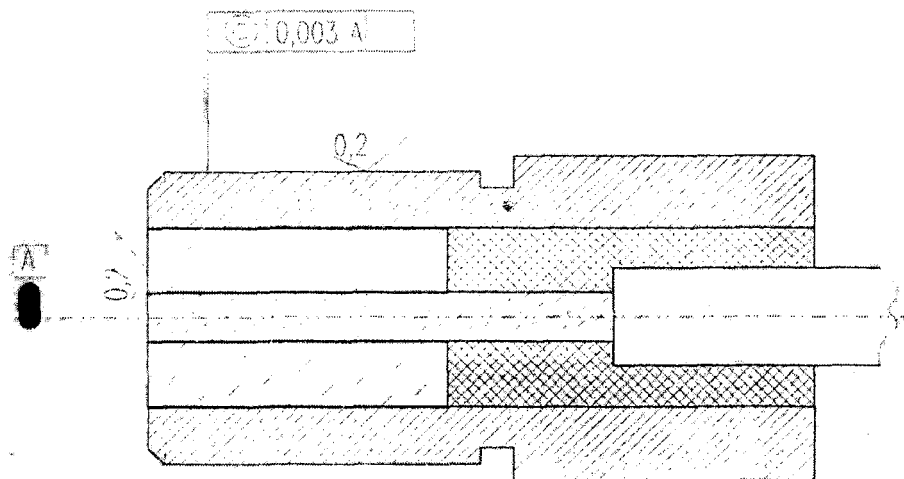


Рис. 2. Схема наконечника багатомодового наконечника

Інший варіант наконечника пресується з металокераміки з технологічним отвором 1 під обробний дріт електроерозійного верстату. Прецизійний отвір 2 волокно  $0.135^{+0.01}$  виконується методом електроерозійної обробки. Таким чином одномодове волокно вклеюється у наконечник безпосередньо, а не як багатомодове - через капіляр.

З'єднувальні втулки та муфти призначено для прецизійної стиковки наконечників, захисту місця стиковки від забруднень, механічних діянь. В даних конструкціях використовуються втулки, які мають найбільш поширену форму - циліндричну базову поверхню. Вони здійснюють центрування за рахунок пружних властивостей деформації матеріалу або примусового обтиску. Конструктивно вони мають вигляд втулок з поздовжніми розрізами. Прорізання поздовжніх пазів виконується електроерозійним методом.

Усі втулки (одномодові та багатомодові) на остаточній операції підлягають калібруванню прецизійними калібрами та алмазними пастами.

### Маршрут технології збирання ОЗП

Виготовлення з'єднувача поділяється на етапи, що наведено на структурній схемі (рис.3).

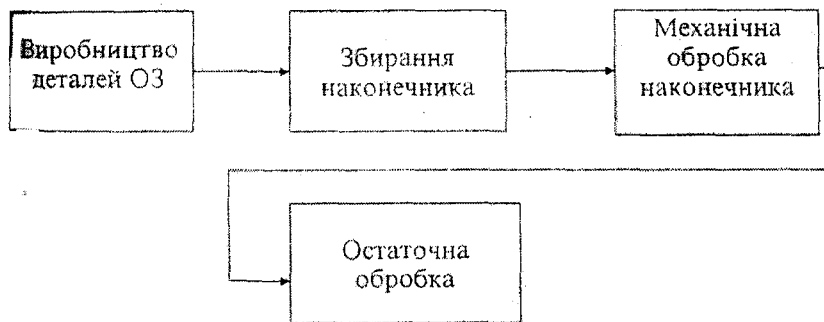


Рис. 3 . Загальна схема виготовлення ОЗП

Виготовлення корпусних деталей ОЗП здійснюється звичайними методами механічної обробки.

Найбільш складними і багатоопераційними етапами у такій схемі є збирання наконечника та механічна обробка торця наконечника і його базової поверхні.

Схема технології збирання.

1. Підготовча.

Перевіряється цілісність кабеля та оптичні втрати.

2. Установочна.

3. Обробна:

- знімається зовнішня захисна оболонка ВС;

- знежирений капіляр збирається з ВС та наплавляється на поліамідну оболонку;

- здійснюється вклейка ВС у капіляр епоксидним клеєм. Клей вбирається у капіляр за рахунок термоудара.

4. Формовочна.

На зовнішній оболонці формується різьба.

5. Складальна :

- кабель у зборці з капіляром вклеюється (епоксидним клеєм) у наконечник (у одномодових ОЗП волокно безпосередньо вклеюється у наконечник);

- кабель вміщується у сушильну шафу для полімеризації клею при  $+50^{\circ}$  на 5 годин.

6. Попереднє шліфування торця до  $R_z \leq 0,63$  мкм.

7. Попередня обробка базової поверхні наконечника відносно серцевини ВС до  $2,530_{-0.006}$  мм.

8. Шлифівка і поліровка торця до  $R_z < 0,1$  мкм.

9. Обробка базової поверхні наконечника серцевини ВС до  $2,5_{-0.002}$  мм, неспіввідношення серцевини ВС та вісі базової поверхні не більше 1 мкм.

10. Остаточна поліровка торця до  $R_z \leq 0,1$  мкм.

### Висновки

Розробка ОЗП відбувалася за наступними напрямками

- розробка одноконтактних ОЗП з використанням оптичних наконечників стик у стик (фізичний контакт);

- розробка ОЗП з використанням проміжних мікролінз;

- розробка одномодових однополюсних з'єднувальних пристроїв;

- розробка польових з'єднувальних пристроїв.

Запобігання недоліку контактних ОЗП - його більшій чутливості до стирань сполучених деталей, здійснюється використанням більш твердих матеріалів, завдяки чому досягається достатньо тривалий термін служби пристроїв.