

# SPOJOVÁNÍ OPTICKÝCH VLÁKEN

---

Optická vlákna se vyrábějí v max. délkách do 2,5 - 5 km. Podobně jako u klasických kabelů, je zapotřebí i zde jednotlivé délky vzájemně napojovat. Současně musí být k dispozici i technologie, dovolující spojovat přerušená vlákna. Požadavky kladené na tato spojení jsou značně vysoké a rostou s klesajícím průměrem jádra vlákna. Aby na spojení nedocházelo ke ztrátám energie, měla by spojovaná vlákna ležet v jedné společné ose, a to v těsném kontaktu obou vstupních stýkajících se plošek, jejichž povrch musí být opticky upraven. Téměř pro všechny druhy spojů vláken je základním požadavkem, aby čelní plocha jádra byla rovinná a kolmá k ose vlákna. Dosahuje se toho v praxi tak, že se vlákno po obvodu nařízne a přetrhne pod určitým napětím v tahu. K tomu účelu jsou používány speciální stroje.

## Spojování optických vláken

---

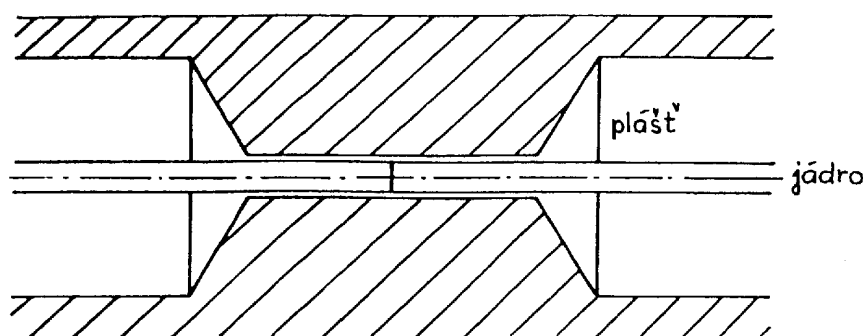
Požadavky na spoje (zdroj–vlákno, vlákno–vlákno, vlákno–detektor) jsou pak v zásadě stejné jako u klasických kabelů, tj.

- a) dobrá mechanická pevnost,
- b) odolnost proti mechanickým vlivům,
- c) odolnost proti klimatickým vlivům,
- d) elektrická stálost spoje,
- e) nízký přechodový útlum,
- f) snadná rozebíratelnost.

Provedení spojení lze rozdělit na **trvalé** a **rozebíratelné**. Trvalé spoje jsou čelní spoje s přímým stykem spojovaných ploch. U rozebíratelných spojení (konektorů) naopak požadujeme, aby se mechanické plochy nedotýkaly. Důvodem je opotřebování styčných ploch a tím i snižování kvality daného spoje. Z druhého pohledu však musí být brán zřetel na to, aby mezera nepřesáhla určitou hodnotu, neboť pak dochází k nadměrnému rozšiřování svazku vlivem difrakce, a tedy i k velkým ztrátám rozptylem světelných svazků. Mají-li být difrakční ztráty udrženy pod hodnotou asi 0,2 dB, je nutné, aby vzdálenost čelních ploch spojovaných jader nepřesáhla 10% průměru jádra svazku optických vláken, nebo průměru jádra jednotlivého vlákna. Pro svazek vláken o průměru 1 mm je tato hodnota 100  $\mu\text{m}$ , což je běžná tolerance; avšak pro jednotlivé vlákno o průměru 100  $\mu\text{m}$  je to již jen 10  $\mu\text{m}$ . Je tedy zřejmé, že nároky na spoje budou velké.

### TRVALÉ SPOJE.

Nejjednodušší a nejkvalitnější spoj lze dosáhnout svařením obou konců vláken. Po osovém vyrovnání obou konců jader jsou jádra svařena pomocí laseru, případně žhavého drátu jako ohříváč. Práce se provádí pod mikroskopem.



Obr. Spojení dvou vláken.

Velmi používanou metodou při pevném spojování vláken je jejich zavedení do přesně kalibrované válcové trubičky. Trubička má na obou koncích naváděcí trychtýřové rozšíření, viz. obrázek. Pro fixaci spoje jsou pak konce trubičky zasunuty do pláště, nebo

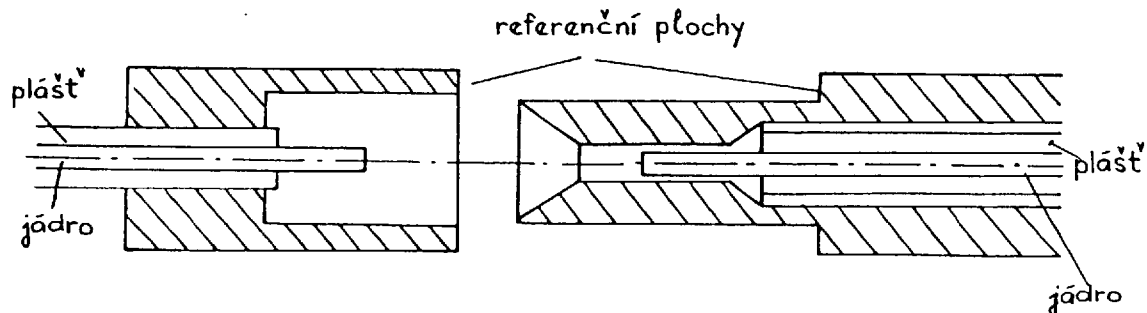
v některých případech je zamáčknut stavěcí šroubek kolem pláště. Je-li trubička před zavedením vlákna vyplněna silikonovou kapalinou, lze dosáhnout útlumu spoje pod 0,3 dB.

Další metoda využívá trubičku se čtvercovým průřezem, do které se zavedou vlákna a vhodným natáčením se hledá optimální vazba. Poté se trubička zalije epoxidovou pryskyřicí, která působí jako látka pro přizpůsobení indexu lomu a po zatvrdnutí jako fixace spoje.

V současné době je pak největší zájem soustředěn na vývoj vhodných lepidel, pomocí nichž by bylo možné vlákna pouze jednoduše slepit. Z hlediska útlumu však dosud nebylo dosaženo nejlepších výsledků.

### KONEKTORY

Požadavkem na konektory je snadná manipulovatelnost, opakovatelnost spojení a to bez podstatného snížení vazební účinnosti. Jedna z možných konstrukcí je uvedena na obrázku.

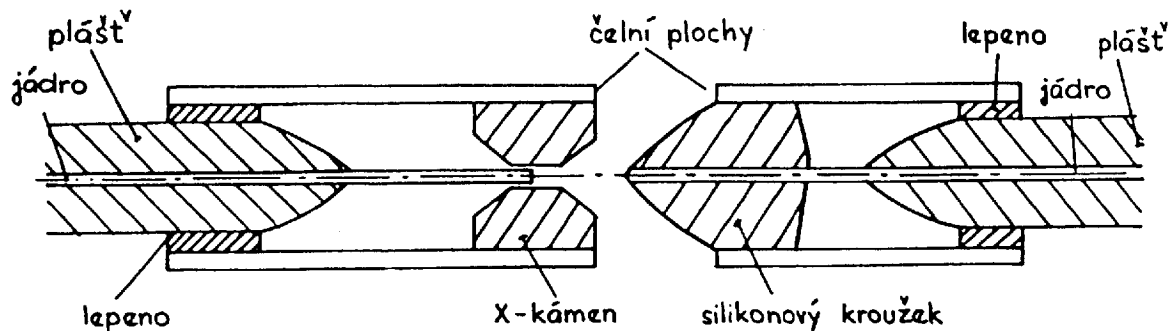


Obr. Souosý konektor.

Je zřejmé, že osové vyrovnaní se provádí pomocí kalibrovaného otvoru, který má na koncích naváděcí kuželová rozšíření. Vzdálenost mezi konci obou vláken ve stavu spojení je nastavena pomocí referenčních plošek tak, aby v konečné poloze byla mezi konci vláken malá mezera. Konce jsou pak zamáčknuty do plastického povlaku vlákna. Tím je vlákno fixováno ve správné poloze v příslušné části konektoru.

## Spojování optických vláken

Obdobnou konstrukcí je uspořádání podle následujícího obrázku.



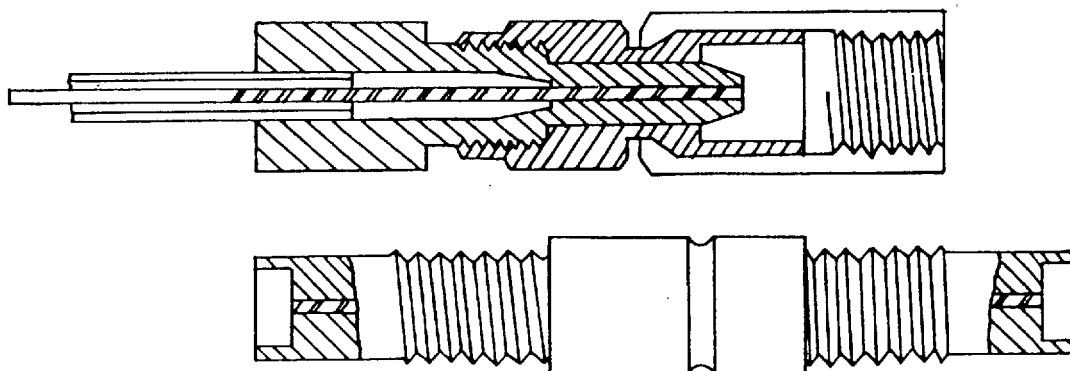
Obr. Kuželový konektor.

Zde jsou holé konce vláken usazeny do silikonového kužele, který zajišťuje lepší středění a odolnost vlákna. Použité hodinářské kameny umožňují přesné zpracování jak vnějšího poměru, tak i přesné středění díry pro konce vlákna. Celková osová přesnost malého otvoru v kameni vzhledem k vnější ploše je lepší než  $5\text{ }\mu\text{m}$ . Hodnota útlumu se pohybuje kolem 1,5 dB.

## Spojování optických vláken

---

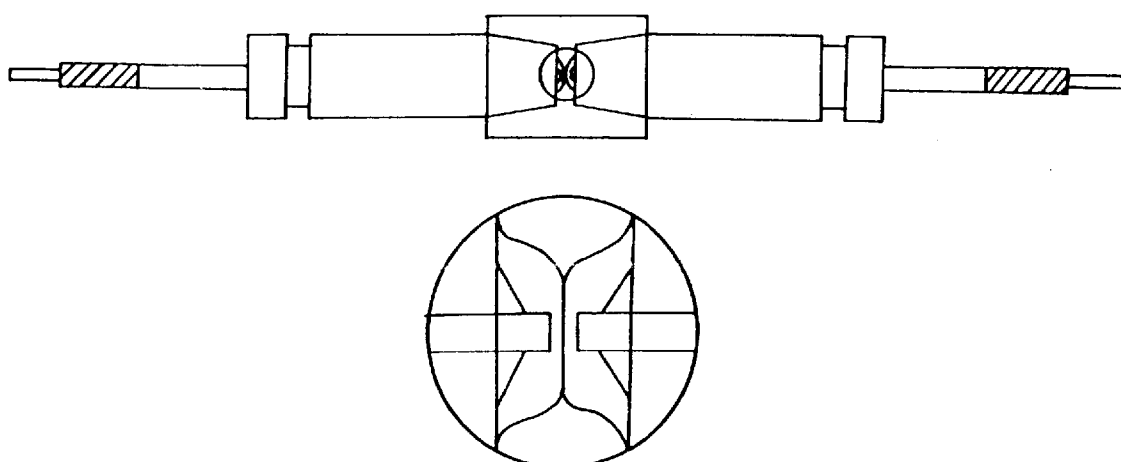
Detailní, praktické provedení obdobné konstrukce je znázorněno na dalším obrázku:



**Obr. Praktické provedení konektoru.**

Konektor firmy Bell je konstrukčně proveden tak, že vzájemný styk vláken je usnadněn poduškami z průhledné umělé hmoty.

Viz další obrázek:

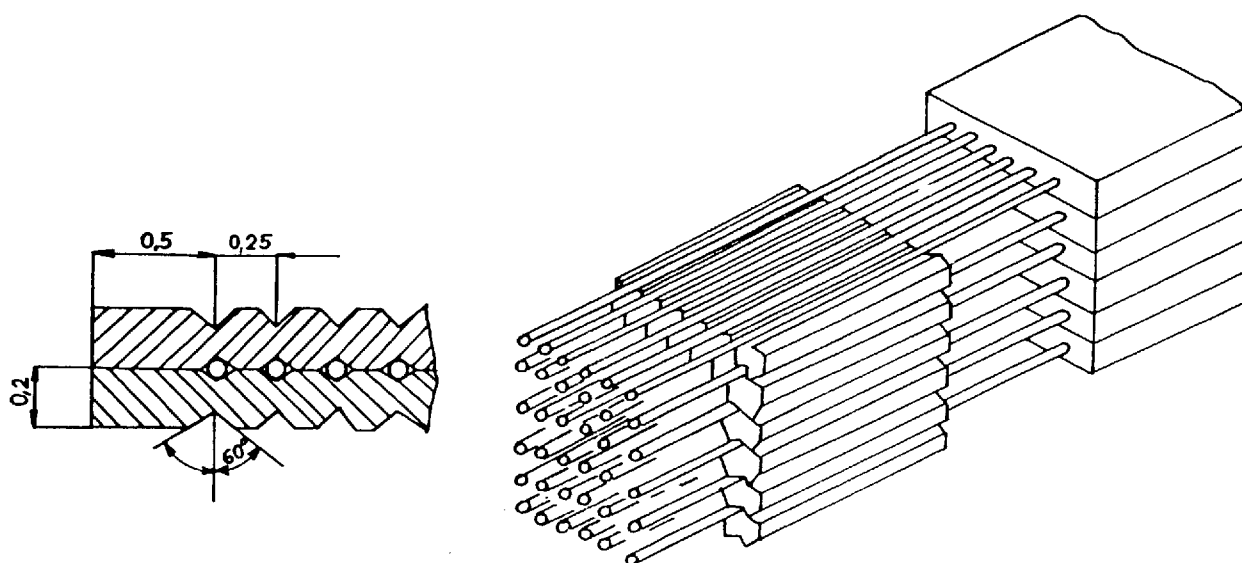


**Obr. Konektor firmy Bell.**

## Spojování optických vláken

---

Vlákna lze ukládat do klínové drážky, ve které se poloha vláken upravuje automaticky za předpokladu, že obě vlákna mají tožné rozměry. Na tomto principu byl navržen konektor pro rovinnou skupinu vláken, pro které drážky tvořily okraje válcově uspořádaných elementů. Do drážek pak jsou vlákna přitlačována vrcholy protilehlých elementů druhé části konektoru. Takto byl navržen konektor pro svazek  $12 \times 12$  vláken ve firmě Bell, který je uveden na následujícím obrázku (je vyznačeno pouze 36 vláken).

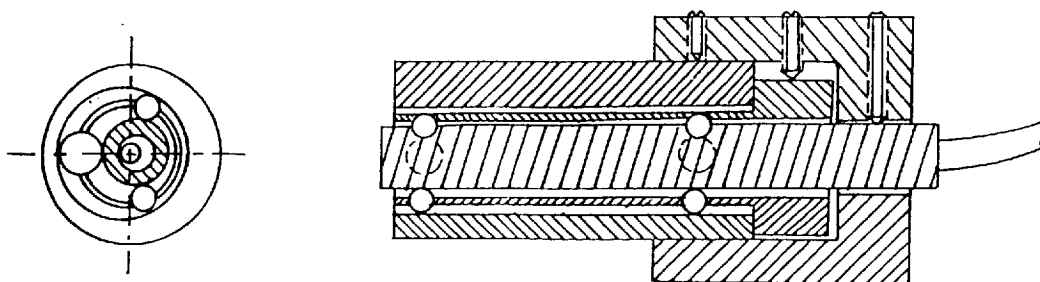


Obr. Rovinný konektor.

## Spojování optických vláken

---

Jinou, velice přesnou konstrukcí je uložení vlákna mezi tří vál-  
ce, které mohou za pomoci justovacích kontaktů ve třech povr-  
chových přímkách zajišťovat polohu vlákna obou spojovaných  
vláken. Příklad konstrukce tohoto typu konektoru od firmy SEL  
je na obrázku:



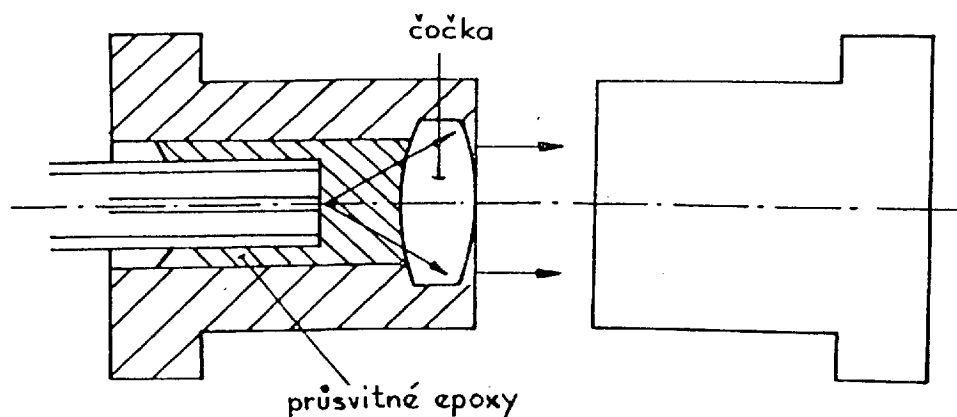
**Obr. Justovací konektor.**



## Spojování optických vláken

---

Velkým problémem je připojování optických vláken ke zdrojům záření. V těchto místech mohou vznikat velké ztráty energie zdroje, kterým lze čelit jen vhodnou úpravou zdroje a zachováním optimálních podmínek vazby. Napojení se většinou provádí pomocí čoček. Tohoto způsobu je možné rovněž využít při přechodu na větší případně menší průměry vláken. Možný náznak řešení je uveden na obrázku:



**Obr. Rozšíření světelného svazku.**

Problém napojení zdroje na vlákno se nejvýhodněji řeší již u výrobce, který je schopen vyrobit v optimální vazbě zdroj (detektor) přímo v návaznosti s úsekem vlákna, a další propojení se již provádí standardním konektorem, což si již uživatel provádí sám.