

OPTICKÉ KABELY

JÁDRO OPTICKÉHO KABELU

PLÁŠŤ OPTICKÉHO KABELU

ZNAČENÍ OPTICKÝCH KABELŮ

Optické kabely

Samotná skleněná vlnovodná struktura optického vlákna je málo odolná proti vnějším vlivům. Proto je již v procesu tažení nutné nanést na samotné vlákno tenkou vrstvu primární ochrany. Tato vrstva chrání vlákno proti chemickým vlivům, mechanickému namáhání a zabraňuje vzniku mikrotrhlin ve skle. Nejčastěji je tvořena polymerním UV tvrditelným materiálem. Průměr vlákna s primární ochranou (stejný u multivídných i jednovídných vláken) je $250\mu\text{m} \pm 15\mu\text{m}$. Vláknem s primární ochranou je připravené pro kabelování. Při kabelování OV by samotná primární ochrana nestačila dostatečně chránit vlákna před mechanickými a klimatickými vlivy. Proto se zpravidla vytváří další, tzv. sekundární ochrana vláken. Rozlišujeme dva druhy sekundární ochrany:

- **těsná** - další polymerní vrstva nanesená bezprostředně na primární ochranu tak, že se celkový průměr vlákna zvýší na 0,9 až 1,1 mm.
- **volná** – vlákno je volně uloženo v určitém chráněném prostoru uvnitř struktury kabelu.

Každý optický kabel se obecně skládá z optických vláken, tahových prvků, prvků zajišťujících jeho mechanickou odolnost proti příčným silám a eventuálně z dalších komponentů (pásy proti pronikání vody, plnicí gel, apod.). Každý kabel se rovněž skládá z tzv. jádra (duše) kabelu a pláště kabelu.

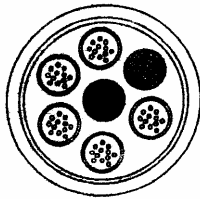
JÁDRO KABELU

Podle způsobu řešení sekundární ochrany vláken můžeme rozlišit následující základní typy **jádra kabelu**:

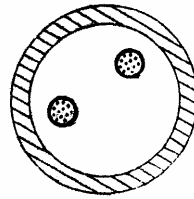
- 1) Jádro s volnou sekundární ochranou vláken (viz obrázek)
 - a) trubičková ochrana vláken (*Loose Tube Design*)
 - b) volný svazek vláken v jediné centrální trubce (*Loose Fiber Bundle*)
 - c) pásková struktura vláken v jediné centrální trubce (*Ribbon Design*)
 - d) drážková struktura (*Slotted Core Design*)

- 2) Jádro s těsnou sekundární ochranou vláken (*Buffer Coating*)

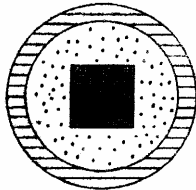
a) Loose Tube



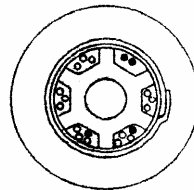
b) Loose Fiber Bundle



c) Ribbon



d) Slotted Core



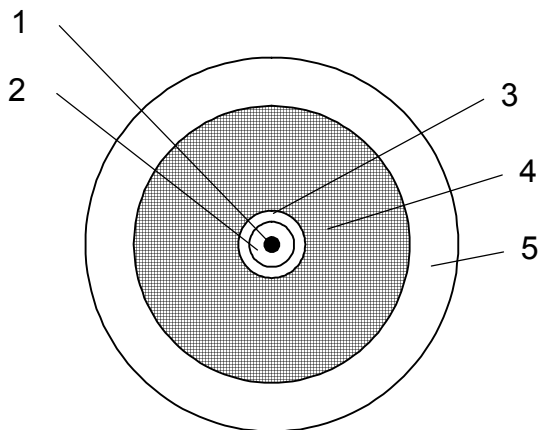
ad a) V jádru s **trubičkovou ochranou** vláken jsou vlákna volně uložena v trubičkách s vnějším průměrem přibližně od 2 do 4 mm. V každé trubičce může být uloženo až 12 vláken. Trubičky jsou symetricky uspořádány kolem centrálního členu, který zpravidla plní i funkci členu tahového.

ad b) V jádru s **volným svazkem** vláken jsou všechna vlákna volně uložena v jediné centrální trubičce, jejíž průměr se zpravidla pohybuje kolem 10 mm. Vlákna jsou v trubičce uspořádána do svazků, které jsou drženy pohromadě barevně značenými nitkami.

ad c) **Pásková struktura** vláken s jedinou centrální trubkou je založena na stejném principu jako předchozí struktura. Rozdíl spočívá v tom, že vlákna nejsou uspořádána v centrální trubce do svazků, ale do plochých pásků. Pásky jsou drženy pohromadě UV vytvrditelným polymerem a obsahují až 12 vláken. Uvedená struktura jádra je vhodná zejména pro velké počty vláken. Do kabelu s uvedeným jádrem se vejde až 216 vláken (18 pásků s 12 vlákny). U této páskové struktury se dá s výhodou využít i tzv. hromadného svařování nebo spojování (*mass fusion splicing*, *mass mechanical splicing*) všech vláken v pásku.

ad d) V **drážkové struktuře** jádra je v jádru umístěn člen s několika drážkami. V každé drážce je opět volně umístěno až 12 vláken.

Optické kabely



Optický kabel s PCS vláknem a těsnou sekundární ochranou

(dovolené namáhání 300N)

1 – optické vlákno PCS 200 μ m

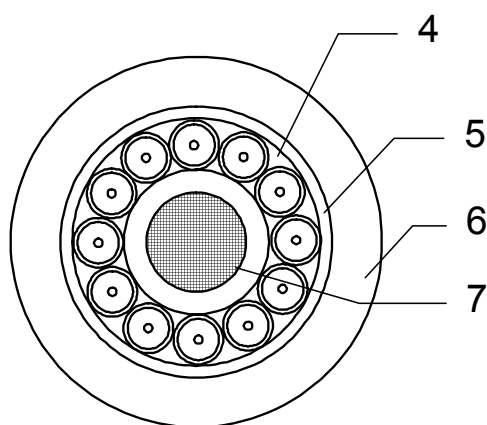
2 – primární ochrana 380 μ m

3 – těsná sekundární ochrana 600 μ m

4 – nekovové tahové prvky

5 – PVC plášť

Průřez kabelem s těsnou sekundární ochranou a vlákny PCS (fluorovaný plast).



Optický kabel s GI vláknem a volnou sekundární ochranou

(dovolené namáhání 2000 N).

1 – kovový (nebo nekovový) tahový prvek;

2 – optické vlákno GI 50/125 μ m s primární ochranou 250 μ m;

3 - neplněná (plněná) volná sekundární ochrana;

4 – neplněná (petrolátem plněná) duše kabelu;

5 – vodoblokující obvodová izolace (hliníková folie potažená kopolymerem);

6 - plášť PE;

7- plastový obal nosného prvku.

Kabel s gradientními nebo jednovidovými vlákny a volnou sekundární ochranou.

Volná sekundární ochrana umožňuje zvýšit mezní dovolené namáhání oproti těsné ochraně až 10 \times .

PLÁŠŤ KABELU

V plášti se může vyskytovat celá řada prvků i materiálů. Zpravidla je zde umístěna většina prvků zajišťujících mechanickou odolnost kabelu. Pokud není v jádru, může zde být umístěn i tahový člen zvyšující pevnost kabelu v tahu. Jako materiál pro tahový člen bývají nejčastěji použita speciální **skleněná vlákna**, **kevlar** nebo **ocel**. Vnější plášť kabelů bývá nejčastěji tvořen PE (polyetylén) nebo PVC.

Základní dělení optických kabelů:

vnitřní

obsahují vlákna v těsné sekundární ochraně a jejich konstrukce je navržena na menší rozmezí pracovních teplot.

venkovní

musí pracovat v širokém rozsahu venkovních teplot a musí být rovněž odolné proti pronikání vlhkosti k samotným vláknům. Proto musí být vyplněny speciálním gelem proti pronikání vody. Průnik vlhkosti do pláště kabelu může být identifikován a lokalizován použitím pomocného vláknového vlnovodu, který je vložen mezi podložku s periodickou geometrií a bobtnavý materiál. Při průniku vlhkosti se přitlačením vlákna na podložku vytvoří mikro-ohyby působící lokální nárůst útlumu. Průnik vlhkosti pak může být lokalizován metodou zpětného rozptylu.

Venkovní kabely se rozdělují podle způsobu uložení a podle prostředí, ve kterém se nacházejí:

- **univerzální:** uložení v zemi, tvárnicích, ve vzduchu
- **podmořské:** hluboko pod vodou, odolnost proti vysokému hydrostatickému tlaku a proti pronikání vody
- **závěsné:** samonosné, pro zavěšení mezi sloupy, zvýšená tahová pevnost, speciální ocelové nebo dielektrické tahové členy
- **speciální:** optické zemnicí lano (vlákna jsou umístěna v ose zemnicího vodiče pod vedením vysokého napětí), speciální odolnost proti bleskům (měď v pancéřování ulehčuje disipaci tepla), odolnost proti hlodavcům (nerez ocel v pancéřování), vojenské účely, apod.

ZNAČENÍ OPTICKÝCH KABELŮ

Provedení a přenosové vlastnosti kabelu jsou dány označením kabelu.

1. písmeno značení je společné pro všechny kabely a charakterizuje konstrukci:

G – kabel s optickými vlákny

2. písmeno – sekundární ochrana vlákna:

A – těsná (GI);

T – těsná z fluorovaného plastu (PCS);

H – volná trubková ochrana z PE;

Hp – volná plněná gelem.

3. písmeno – nosný (tahový) prvek

O – kovový s plastovou izolací

S – nekovový s plastovou izolací

4. písmeno – plášť kabelu

Y – PVC

E – PE

Doplňující písmeno A mezi 3. a 4. písmenem – zvýšení odolnosti proti vlhkosti pomocí folie Al s oboustranným plastovým povlakem (zvyšuje odolnost proti vlhkosti).

Následující skupina čísel označuje přenosové vlastnosti kabelu.

Pro vlákna SI – PCS:

počet vláken kabelu	×	průměr jádra	průměr primární ochrany	průměr sekundární ochrany	-	útlum (dB/km)
------------------------	---	--------------	-------------------------------	---------------------------------	---	------------------

Příklad celého označení:

GTSY 1 × 200 / 380 / 600 / - 50

- optický kabel s těsnou sekundární ochranou, nekovovým nosným prvkem a PVC pláštěm, obsahuje jedno vlákno PCS s průměrem jádra 200μm, průměrem primární ochrany (identická s pláštěm vlákna) 380μm a průměrem sekundární ochrany 600μm, vlákno má útlum 50dB.

Pro vlákna GI má číselná skupina tvar:

počet vláken kabelu	×	průměr jádra	-	třída útlumu	třída šířky pásma	pracovní vlnová délka
------------------------	---	--------------	---	-----------------	----------------------	--------------------------

Třída útlumu je označena římskou číslicí:

Třída	Vlnová délka (μm)	
	0,85	1,3
I	≤ 3,5 dB	≤ 1,0 dB
II	> 3,5 dB	> 1,0 dB

Třída šířky pásma je označena arabskou číslicí:

Třída	Vlnová délka (μm)	
	0,85	1,3
1	> 0,4 GHz km	> 0,6 GHz km
2	≤ 0,4 GHz km	≤ 0,6 GHz km

Příklad celého označení:

G H_p OAE(P) 12 × 50/125 – I/1/1300

- optický kabel s volnou sekundární ochranou plněnou gelem, vodoizolační AL-folií, polyetylenovým pláštěm, duše plněná petrolátem, 12 gradientních vláken (jádro 50μm / plášť 125 μm) – útlum ≤ 1 dB, pásmo > 0,6 GHz km, vlnová délka 1300 nm).