

Optički materijali

Optički materijali su svi materijali koji propuštaju optičko zračenje (ultraljubičasto, vidljivo i infracrveno). Optički materijali se mogu nalaziti u sva tri agregatna stanja: gasnom – vazduh ili neki drugi prirodni gasovi, čvrstom – stakla, kristalni materijali, filmovi, tanki slojevi i tečnom – različiti tipovi ulja.

Optičke komponente se najčešće proizvode od bezbojnog ili obojenog stakla, kvarca ili plastike. Glavni element za proizvodnju optičkih komponenti je optičko bezbojno staklo.

Optičko staklo je staklo, koje se tokom proizvodnje pažljivo kontroliše, ima tačno određen hemijski sastav i fizičke osobine kao što su:

- indeks prelamanja za više talasnih dužina u oblasti primene,
- disperzija,
- Abbeov broj,
- transmisija.

Optičko staklo se razlikuje od tehničkog stakla po stepenu jednorodnosti, hemijskom sastavu i fizičkim osobinama. Ono je otporno na dejstvo vlage, ugljene kiseline, dobro održava svoj oblik i lako se obrađuje.

Po svom hemijskom sastavu staklo sadrži najviše silicijum dioksida (SiO_2). Ostala jedinjenja, koja ulaze u sastav pojedinih vrsta stakala su oksidi natrijuma, kalijuma, magnezijuma, aluminijuma, soli fosforne kiseline. U novim vrstama stakla često se nalaze i kiseline retkih metala (lantana, tantala, cezijuma).

Apsolutni indeks prelamanja definisan je kao odnos brzine svetlosti u vakuumu, prema brzini svetlosti u posmatranoj sredini. Poznato je da indeks prelamanja zavisi od talasne dužine svetlosti, $n = f(\lambda)$. Postoji veći broj formula koje prikazuju zavisnost indeksa prelamanja od talasne dužine, od kojih će ovde biti navedena samo Cauchyjeva formula

$$n_{\lambda}^2 = A_1 + A_2 \cdot \lambda^2 + A_3 \cdot \lambda^{-2} + A_4 \cdot \lambda^{-4} + A_5 \cdot \lambda^{-6} + A_6 \cdot \lambda^{-8}, \quad (5.1)$$

gde su:

λ - talasna dužina u μm ,

A_i - koeficijenti, koji se određuju za svaki tip stakla posebno i nalaze se u katalogu proizvođača stakla.

Za talasne dužine od 0.365 do 1.0139 μm , indeks prelamanja, proračunat po jednačini (5.1), ima tačnost $\pm 1 \cdot 10^{-5}$.

Disperzija je proces kod koga se zraci svetlosti za različite talasne dužine savijaju pod različitim uglovima. Disperzija se proračunava kao razlika indeksa prelamanja za dve talasne dužine. Za oblast vidljive svetlosti, disperzija je definisana razlikom indeksa prelamanja za F i C Fraunhoferovu liniju spektra. Fraunhoferove linije spektra predstavljaju tamne absorpcione linije, koje se mogu uočiti u spektru fotosfere sunca. Postoje hiljade takvih linija, a najvažnije od njih je uočio i imenovao Fraunhofer, početkom XIX veka. Tamna absorpciona linija znači da postoji odgovarajući element, koji absorbuje svetlost na toj talasnoj dužini. Tri najvažnije Fraunhoferove linije spektra su:

- F linija na talasnoj dužini 486.1 nm, nastala absorpcijom vodonika i plave je boje,
- d linija na talasnoj dužini 587.1 nm, nastala absorpcijom helijuma i žute je boje,
- C linija na talasnoj dužini 656.3 nm, nastala absorpcijom vodonika i crvene je boje.

Abbeov broj je konstanta optičke sredine, koja opisuje odnos indeksa prelamanja prema disperziji. Visoka vrednost Abbeovog broja označava ravnomernije prelamanje na svim talasnim dužinama. Abbeov broj se definiše kao

$$v = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C}, \quad (5.2)$$

gde su:

- v - Abbeov broj,
- n_d - indeks prelamanja za Fraunhoferovu d liniju spektra,
- n_F - indeks prelamanja za Fraunhoferovu F liniju spektra,
- n_C - indeks prelamanja za Fraunhoferovu C liniju spektra.

Sva stakla se mogu podeliti na dve velike grupe stakala:

- Crown stakla sa indeksima prelamanja od 1.43 do 1.75 i Abbeovim brojem od 49.6 do 91. Osnovne karakteristike crown stakala su manje vrednosti indeksa prelamanja i više vrednosti Abbeovog broja;
- Flint stakla sa indeksom prelamanja od 1.53 do 1.96 i Abbeovim brojem od 20 do 49.6. Osnovne karakteristike flint stakla su veće vrednosti indeksa prelamanja i manje vrednosti Abbeovog broja.

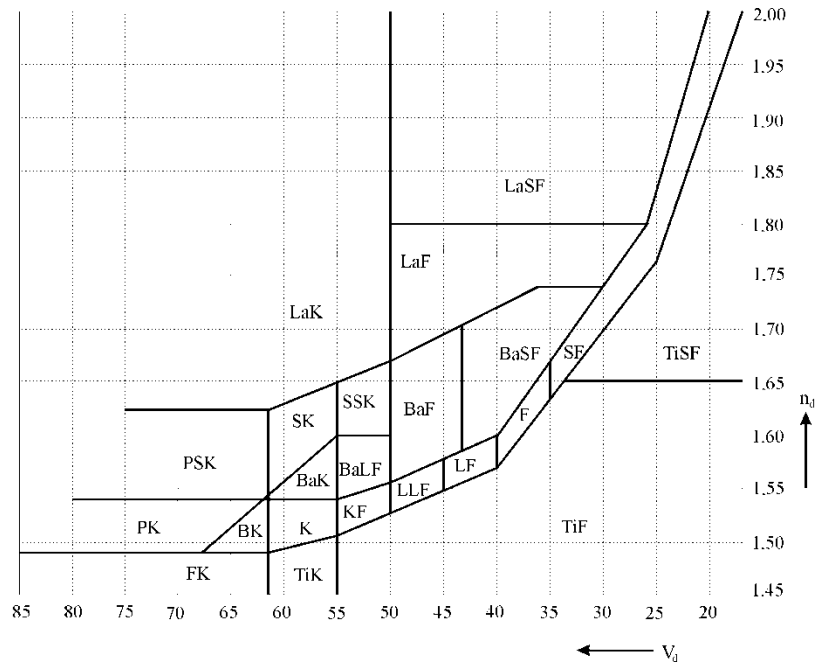
U Schottovom katalogu stakala, sva crown stakla se lako poznaju, jer u svom imenu sadrže slova K, a sva flint stakla u svom imenu sadrže slovo F.

Na slici 5.1 prikazan je dijagram stakala iz Schottovog kataloga stakala. Na apscisi je nanet Abbeov broj, a na ordinati indeks prelamanja stakla za Fraunhoferovu d liniju spektra. Na dijagramu su označene samo glavne grupe stakala, a ne i pojedinačna stakla, kojih u Schottovom katalogu ima oko 260.

Transmisija u optici označava provođenje energije zračenja kroz optičku sredinu. Transmisija se često definiše kao procenat energije koja prolazi kroz optički element, ili sistem, relativno u odnosu na ukupnu ulaznu energiju.

Još jedan veoma perspektivan materijal za optičke komponente je plastika – organski providan materijal. Dosadašnja primena ovih materijala pokazala je sledeće nedostatke:

- vremenska nestabilnost,
- nedovoljna tvrdoća,
- velika promena indeksa prelamanja sa promenom temperature.



Slika 5.1 . Dijagram stakala iz Schottovog kataloga stakala
Preuzeto iz [27]