

Лекція 3 . Властивості оптичного безбарвного скла

1. Механічні властивості скла

Механічні властивості скла оцінюються наступними показниками: міцність, твердість, крихкість, пружність.

Міцність визначає граничну напругу, що викликає його руйнування. Специфічною особливістю скла являється порівняно висока міцність при стиску $\sigma_c = (50 \div 80) \cdot 10^{-7} \text{ Па}$ і низька при розтяганні $\sigma_p = (8 \div 15) \cdot 10^{-7} \text{ Па}$. Головним фактором, що знижує міцність скла являється порушений шар, що утвориться на поверхні заготовок у результаті їхньої механічної обробки і взаємодії з водою. Міцність скла можна підвищити глибоким шліфуванням і поліруванням, при якому видаляють поверхневий тріщинуватий шар і зберігають високу якість поверхні. Видалення дефектного поверхневого шару травленням підвищує міцність скла в 2-4 рази, але знижує якість поверхні.

Твердість – це здатність його чинити опір проникненню в нього іншого тіла. Розрізняють твердість:

- 1) Склерометричну - визначається по шкрябанню;
- 2) Абразивну - по швидкості зшліфовування;
- 3) Мікротвердість – по відбитку індентора у вигляді піраміди.

В оптичному приладобудуванні користуються відносною твердістю по зшліфовуванню - яка відповідає відношенню об'єму зшліфованого скла марки ДО8 до об'єму зшліфованого скла іншої випробовуваної марки в стандартних умовах обробки. Наприклад, відносно твердості по зшліфовуванню ОФ5 складає 0,3; для ДО8 – 1; для СТК12 – 3. Скло, що має твердість по зшліфовуванню більше 1 менше піддаються шкрябанню, ніж скло, що має твердість менше 1.

Крихкість скла визначає його опір динамічним навантаженням, наприклад, ударам.

Пружність скла обумовлює його здатність відновлювати свою первісну форму після зняття напруги. Міцність контактного з'єднання скла оберненопропорційна модулю його пружності. Так, наприклад, модуль пружності E скла ЛК6 - $498 \cdot 10^8 \text{ Па}$, для К8 - $823 \cdot 10^8 \text{ Па}$, для СТК9 - $1182 \cdot 10^8 \text{ Па}$.

2. Теплові властивості скла

В оптичному виробництві застосовують технологічні процеси, зв'язані з виділенням або поглинанням скла скломасою. Тому теплові властивості мають важливе значення і повинні враховуватися при призначенні режимів обробки скла. Теплові властивості скла характеризують: питома теплоємність, теплопровідність, теплове розширення, термостійкість, температура спікання $T_{\text{сп}}$.

Питома теплоємність – це необхідна кількість тепла при даній температурі для нагрівання одиниці маси скла на 1°C . Теплоємність оптичного скла має наступні значення для деяких марок скла: для ТФ3 – $C=0,407 \text{ КДж}/^{\circ}\text{C}$, ДО8 – $C=0,739 \text{ КДж}/^{\circ}\text{C}$, Кварц – $C=0,8895 \text{ КДж}/^{\circ}\text{C}$.

Теплопровідність скла визначається його здатністю передавати теплову енергію в напрямку більш низьких температур. З підвищенням температури теплоємність скла підвищується. Підвищену теплопровідність має скло з великим вмістом Al_2O_3 , Ba_2O_3 , MgO і CaO . Граничним випадком являється кварцове скло. Скло, що містить багато PbO і BaO має низьку теплопровідність. Теплопровідність скла характеризується коефіцієнтами теплопровідності і температуропроводності.

Теплове розширення скла характеризується коефіцієнтами лінійного α й об'ємного β розширення. Коефіцієнт розширення скла залежить у першу чергу, від його хімічного складу. В оптичного скла він змінюється в досить широких межах. Так, наприклад, для кварцового скла це $2 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, для ЛК5 – $33 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, для ЛК1 – $111 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Термостійкість скла – це здатність скла витримувати без руйнування різкі перепади температури. Мірою термостійкості являється різниця температур, що витримує скло без руйнування. На відміну від інших теплових властивостей, термостійкість залежить не тільки від хімічних властивостей скломаси, але і від геометрії і розмірів заготовки, інтенсивності теплообміну.

Температура спікання $T_{\text{сп}}$ – це температура, при якій починається спікання в зразків скла розміром $20 \times 20 \times 10 \text{ мм}$ покладених один на одного полірованими сторонами і нагріваються з постійною швидкістю 2°C в хвилину, що приводить до в'язкості скла $10^9 \text{ Па} \cdot \text{сек}$. Так, наприклад, для скла $T_{\text{сп}}$ маємо наступні значення: ТФ7 – 460°C , ДО8 – 620°C , ТК14 – 680°C .

3. Хімічні властивості скла

Хімічні властивості скла характеризуються хімічною стійкістю. Встановлено два показники хімічної стійкості: хімічна стійкість до дії вологої атмосфери, стійкість до дії реагентів, що заплямовують. По стійкості до дії вологої атмосфери оптичне скло поділяють на:

Для силікатного скла: А – неналітонебезпечні;
 Б – проміжні;
 В – налітонебезпечні.

Для несилікатного скла: а – стійкі,
 у – проміжні;
 д – нестійкі.

По стійкості до дії реагентів, що заплямовують, силікатне і несилікатне оптичне скло поділяють на наступні групи:

- I – не заплямовуючи;
- II – середньої плямованості
- III – заплямовуючи;
- IV – нестійке скло, що вимагає застосування захисних покриттів.

Найбільш стійкими (група I) являються крони, кронфлінти, баритові флінти, флінти і легкі флінти. Заплямовуючими і не стійкими (III і IV групи) являються важкі і над важкі крони, важкі баритові флінти, важкі й особливі флінти. Облік хімічних властивостей оптичного скла необхідний з одного боку, для запобігання не бажаного впливу рідкої фази обробних суспензій і навколишнього середовища на поліровані поверхні оптичних деталей, заготовок на всіх стадіях їхньої обробки. З іншого боку для цілеспрямованої зміни поверхні при спрямованому травленні штрихів, міток, цифр і т.д.; створенню просвітлюючих, захисних і інших покриттів визначеної товщини за рахунок гідролізу поверхні; інтенсифікації процесів полірування шляхом уведення до складу поліруючих композицій водяних розчинів окислювачів;