

## Лекция 3 . Свойства оптических бесцветных стекол

### 1. Механические свойства стекла.

Механические свойства стекла оцениваются следующими показателями: прочность, твёрдость, хрупкость, упругость.

*Прочность* определяет предельное напряжение, вызывающее его разрушение. Специфической особенностью стекла является сравнительно высокая прочность при сжатии  $\sigma_c = (50 \div 80) \cdot 10^{-7}$  Па и низкая при растяжении  $\sigma_p = (8 \div 15) \cdot 10^{-7}$  Па. Главным фактором, снижающим прочность стекла является нарушенный слой, образующийся на поверхности заготовок в результате их механической обработки и взаимодействия с водой. Прочность стёкол можно повысить глубоким шлифованием и полированием, при котором удаляют поверхностный трещиноватый слой и сохраняют высокое качество поверхности. Удаление дефектного поверхностного слоя травлением повышает прочность стекла в 2-4 раза, но снижает качество поверхности.

*Твёрдость* – это способность его сопротивляться проникновению в него другого тела. Различают твёрдость:

- 1) Склерометрическая – определяется по царапанию;
- 2) Абразивную – по скорости сошлифовывания;
- 3) Микротвёрдость – по отпечатку вдавливаемого инденторатора в виде пирамиды.

В оптическом приборостроении пользуются относительной твёрдостью по сошлифовыванию – это соответствует отношению объёма сошлифованного стекла марки К8 к объёму сошлифованного стекла другой испытываемой марки в стандартных условиях обработки. Например, относительная твёрдость по сошлифовыванию ОФ5 составляет 0,3; для К8 – 1; для СТК12 – 3. Стёкла, имеющие твёрдость по сошлифовыванию больше 1 подвержены царапанию меньше, чем стёкла, имеющие твёрдость меньше 1.

*Хрупкость* стекла определяет его сопротивляемость динамическим нагрузкам, например, ударам.

*Упругость* стёкол обуславливает их способность восстанавливать свою первоначальную форму после снятия напряжения. Прочность контактного соединения стёкол обратнопропорциональна модулю их упругости. Так, например, модуль упругости  $E$  стёкол ЛК6 -  $498 \cdot 10^8$  Па, для К8 -  $823 \cdot 10^8$  Па, для СТК9-1182 -  $10^8$  Па.

### 2. Тепловые свойства стекла.

В оптическом производстве применяют технологические процессы, связанные с выделением или поглощением стекла стекломассой. Поэтому тепловые свойства имеют важные значения и должны учитываться при назначении режимов обработки стекла. Тепловые свойства стекла характеризуют: удельная теплоёмкость, теплопроводность, тепловое расширение, термостойкость, температура спекания  $T_{сп}$ .

*Удельная теплоёмкость* – это количество необходимое при данной температуре для нагревания единицы массы стекла на  $1^\circ\text{C}$ . Теплоёмкость оптических стекол имеет следующее значение для некоторых марок стёкол: для ТФЗ –  $C=0,407$  КДж/ $^\circ\text{C}$ , К8 –  $C=0,739$  КДж/ $^\circ\text{C}$ , Кварц –  $C=0,8895$  КДж/ $^\circ\text{C}$ .

*Теплопроводность* стекла определяется его способностью передавать тепловую энергию в направлении более низких температур. С повышением температуры теплоёмкость стёкол повышается. Повышенную теплопроводность имеют стёкла с большим содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ba}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$ . Предельным случаем является кварцевое стекло. Стёкла содержащие много  $\text{PbO}$  и  $\text{BaO}$  имеют низкую

теплопроводность. Теплопроводность стёкол характеризуется коэффициентами теплопроводности и температуропроводности.

*Тепловое расширение* стекла характеризуется коэффициентами линейного  $\alpha$  и объёмного  $\beta$  расширения. Коэффициент расширения стекла зависит в первую очередь от его химического состава. У оптических стёкол он изменяется в довольно широких пределах. Так, например, для кварцевого стекла это  $2 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , для ЛК5 –  $33 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , для ЛК1 –  $111 \cdot 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

*Термостойкость* стёкол – это способность стёкол выдерживать без разрушения резкие перепады температуры. Мерой термостойкости является разность температур, которую выдерживает стекло без разрушения. В отличие от других тепловых свойств, термостойкость зависит не только от химических свойств стекломассы, но и от геометрии и размеров заготовки, интенсивности теплообмена.

*Температура спекания*  $T_{\text{сп}}$  – это температура, при которой начинается спекание у образцов стекла размером  $20 \times 20 \times 10$  мм положенных один на другой полированными сторонами и нагреваемых с постоянной скоростью  $2^{\circ}\text{C}$  в минуту, что приводит к вязкости стекла  $10^9 \text{ Па} \cdot \text{сек}$ . Так, например, для стёкол  $T_{\text{сп}}$  имеют следующие значения: ТФ7 –  $460^{\circ}\text{C}$ , К8 –  $620^{\circ}\text{C}$ , ТК14 –  $680^{\circ}\text{C}$ .

### 3. Химические свойства стекла.

Химические свойства стекла характеризуются химической устойчивостью. Установлено два показателя химической устойчивости: химическая устойчивость к действию влажной атмосферы, устойчивость к действию пятнающих реагентов. По устойчивости к действию влажной атмосферы оптические стёкла делят на:

- Для силикатных стёкол:     А – неналётоопасные;  
  Б – промежуточные;  
  В – налётоопасные.
- Для несиликатных стёкол:   а – устойчивые,  
  у – промежуточные;  
  д – неустойчивые.

По устойчивости к действию пятнающих реагентов силикатные и несиликатные оптические стёкла делят на следующие группы:

- I – не пятнающиеся;  
II – средней пятнаемости;  
III – пятнающиеся;  
IV – нестойкие стёкла, требующие применения защитных покрытий.

Наиболее устойчивыми (группа I) являются кроны, кронфлинты, баритовые флинты, флинты и лёгкие флинты. Пятнающимися и нестойкими (III и IV группы) являются тяжёлые и сверхтяжёлые кроны, тяжёлые баритовые флинты, тяжёлые и особые флинты. Учет химических свойств оптических стёкол необходим с одной стороны для предотвращения не желательного воздействия жидкой фазы обрабатывающих суспензий и окружающей среды на полированные поверхности оптических деталей, заготовок на всех стадиях их обработки. С другой стороны, для целенаправленного изменения поверхности при направленном травлении штрихов, меток, цифр и т.д.; образованию просветляющих, защитных и прочих покрытий определённой толщины за счёт гидролиза поверхности; интенсификации процессов полирования путём введения в состав полирующих композиций водных растворов окислителей; изменение прочностных и др. свойств оптического контакта за счёт различной толщины гидролизных плёнок.