

Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон

**Тема 2. Основные физико-химические свойства
чистого и легированных кварцевых стекол**

Основные физико-химические свойства стекол

- **Вязкость**

- Вязкость – это свойство жидкостей оказывать сопротивление перемещению одной части жидкости относительно другой. Согласно постулату Ньютона сила F , необходимая для поддержания постоянной разницы скоростей между двумя движущимися параллельно слоями жидкости, равна

- $$F = \eta \times S \times dV/dx$$

- где η – динамическая вязкость, Па·с;
- S – площадь поверхности раздела, м²;
- dV/dx – градиент скорости .

- Уравнение Френкеля –Андрате:

$$\eta = A \times \exp(U_g/RT)$$

- где U_g – энергия активации процесса течения

Изменение энергии активации кварцевого и боратного стекол



| Температура, °С | Энергия активации, ккал/моль | Температура, °С | Энергия активации, ккал/моль |
|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 260 | 83 | 1300÷1450 | 170±8 |
| 315 | 64 | 1720÷2000 | 151±10 |
| 450 | 40 | 1925÷2060 | 134±9 |
| 500 | 38 | 1935÷2320 | 89±21 |
| 600 | 30 | | |



Зависимости температуры размягчения легированного кварцевого стекла в зависимости от его состава и концентрации легирующих компонентов:

1 – $\text{SiO}_2 \cdot \text{GeO}_2$; 2 – $\text{SiO}_2 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$; 3 – $\text{SiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$

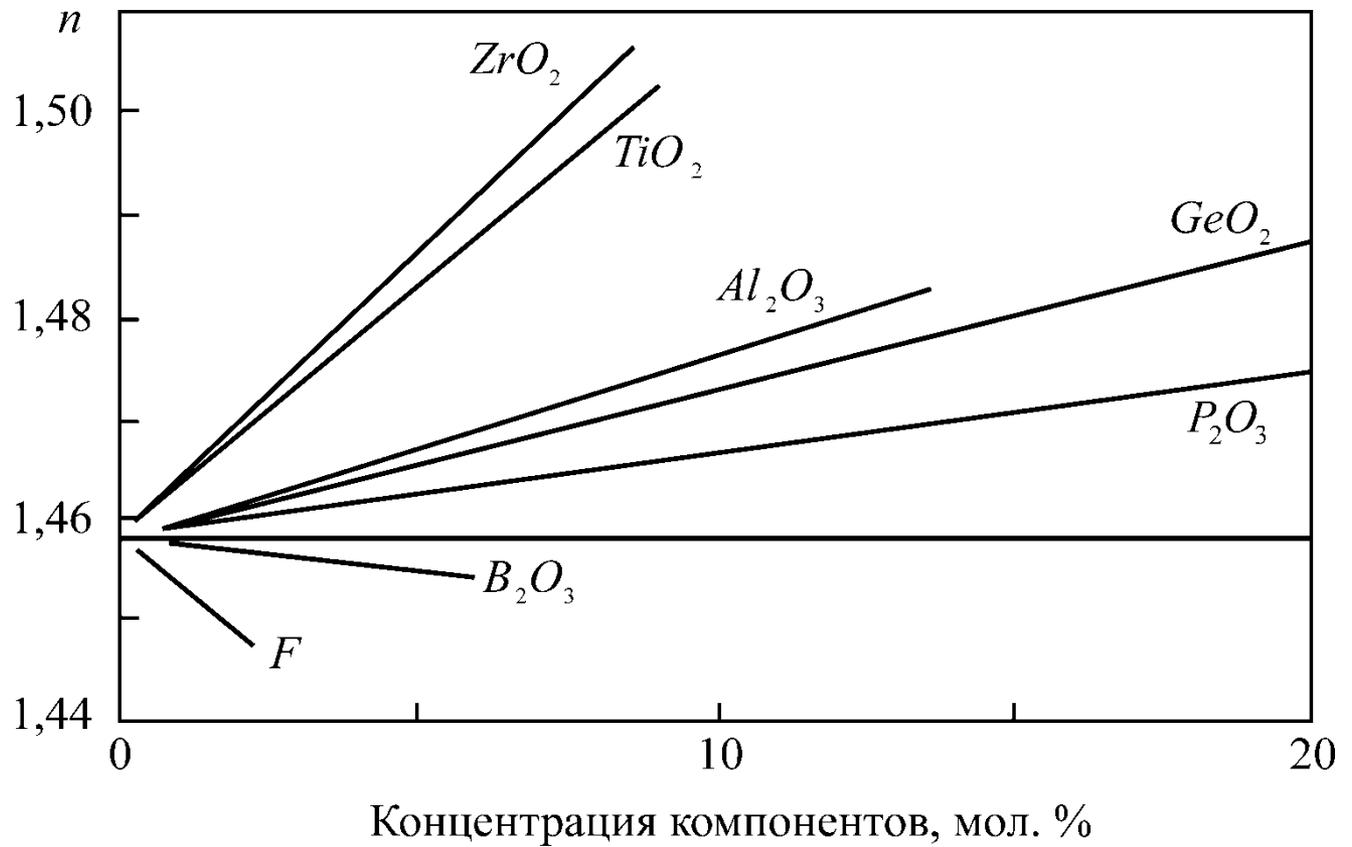
$$\lg \eta = A + B/T$$

Поверхностное натяжение

Поверхностное натяжение расплавов и твердых тел определяет действие межмолекулярных сил на частицы поверхности слоя среды. Мерой поверхностного натяжения в (Дж/м² или Н/м) является работа A , которую необходимо затратить на образование единицы поверхности среды S , т.е.

$$\sigma = A/S.$$

Действие поверхностного натяжения направлено на уменьшение площади поверхности. Для промышленных стекол $\sigma = 0,159...0,470$ Н/м, а для кварцевого стекла составляет $\sim 0,4$ Н/м. Поверхностное натяжение мало зависит от температуры.



Зависимости показателя преломления кварцевого стекла от концентрации легирующих компонентов

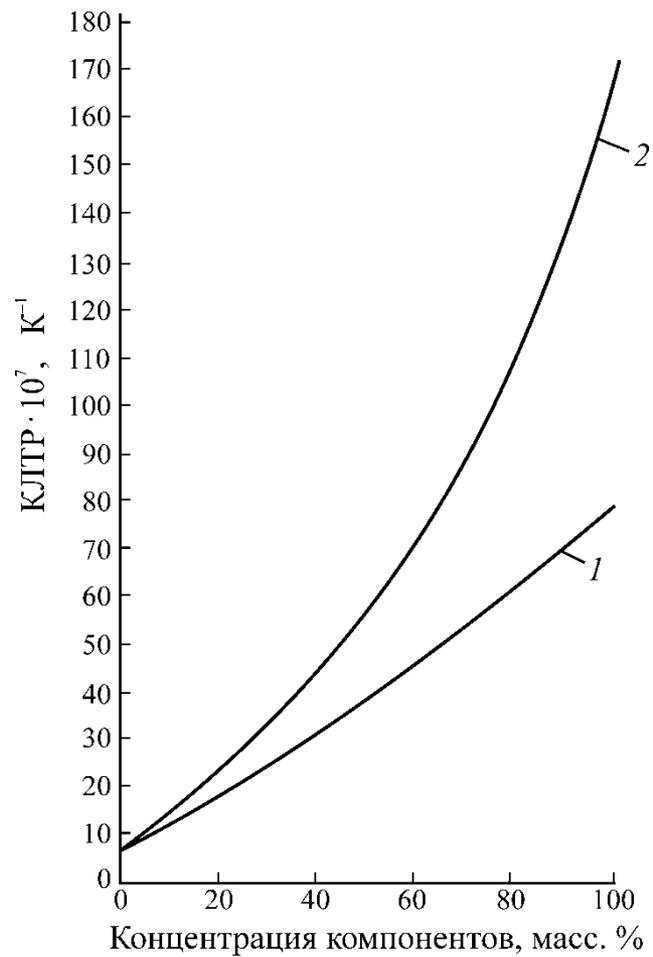
Термическое расширение

Термическое расширение оценивается коэффициентами линейного термического расширения (КЛТР, $K-1$), которые рассчитываются по формуле

$$\alpha_t = (1/l) \times (dl/dT) \text{ или } \alpha_t = (1/l) \times (\Delta l / \Delta T),$$

где l - длина образца.

КЛТР сильно зависят от состава стекла. Поэтому при выборе конструкции ОВ необходимо учитывать КЛТР оболочки и сердцевины с тем, чтобы не допустить сильных напряжений на границе между ними, ибо эти напряжения могут привести к разрушению ОВ.



Зависимости КЛТР кварцевого стекла от концентрации :

1 – GeO₂; 2 – B₂O₃