

## **Лекция 4. Стекла оптические с особыми свойствами**

### **1. Цветные оптические стекла**

Цветные оптические стекла применяют для изготовления светофильтров, ограничивающих или ослабляющих пропускание света, заданного спектрального состава. Основной характеристикой цветного оптического стекла является нормированная спектральная кривая зависимости светопропускания  $\tau_\lambda$  или оптической плотности  $D_\lambda$  от длины волны  $\lambda$ . Каталог цветного оптического стекла, выпускаемого промышленностью, содержит 117 марок разделенных по 15 типов в зависимости от цвета. В обозначении стекла используют 2-3 буквы а за ними цифры. Например: УФС-1 (ультрафиолетовое стекло), ЖЗС-5 (желто-зеленое стекло), СЗС-22 (сине-зеленое стекло), ЗС-11 (зеленое стекло). Окраска стекла обуславливается введением в его состав химических красящих веществ (красителей) которые могут находиться в стекле в молекулярном растворенном или каллоидном состоянии. Молекулярные красители - окислы тяжелых металлов: кобальт, железо, никель и др., которые при варке стекла полностью растворяются в его основе. Характер спектральной кривой пропускания у стекол окрашенных молекулярными красителями при изменении концентрации красителей практически не изменяется, а изменяется лишь интегральный коэффициент светопропускания. Избирательное поглощение света в них обусловлено резонансными колебаниями электронов красителей. При вторичной термообработке окраска стекла не изменяется.

Окраска стекол каллоидными красителями: золотом, серебром, сульфатами и селенидами кадмия основана на избирательном рассеивании света дисперсными частичками красителей. Стекла содержащие каллоидные красители в атомарном состоянии бесцветны. Окраска появляется в результате роста мельчайших кристалликов металла ( $L=100$  нм) при вторичной наводке. Наибольшее распространение среди этих стекол получили селенокадмиевые стекла, имеющие желтую, красную и оранжевую окраски.

### **2. Стекла светорассеивающие**

Стекла светорассеивающие (молочные) применяют для изготовления деталей диффузионно рассеивающих проходящий или отраженный свет. Их обозначение МС. Они получили рассеивающие свойства благодаря введению в их состав соединений фтора или фтористого натрия, обеспечивающих "глушение" стекла.

### **3. Стекла фотохромные**

Стекла фотохромные обратимо изменяют свою прозрачность в видимой части спектра в зависимости от величины освещенности и длительности облучения. После прекращения облучения пропускание стекла восстанавливается. Их применяют для изготовления

светофильтров, светозащитных очков и экранов и обозначают ФХС. Основными характеристиками фотохромных стекол является: коэффициент фотохромности  $K_{\phi}$  - это величина характеризующая уменьшение оптической плотности за 30 секунд термического обесцвечивания; чувствительность  $S_{\phi}$  - величина обратная количеству освещенности для получения добавочной оптической плотности равной 0,2.

#### **4. Радиационно стойкие стекла**

Радиационно стойкие стекла - это стекла которые сохраняют свои свойства под воздействием ионизирующего излучения. Большинство обычных оптических стекол под действием радиации темнеют, уменьшается их светопропускание до значения зависящего от дозы радиации и состава стекла. Устойчивость стекла к воздействию ионизирующего излучения характеризуется приращением оптической плотности  $\Delta D_H$ . Повышение радиационной устойчивости стекол достигается введением в состав добавок, способных предотвращать образование центров окраски. Наибольший эффект достигается введением в качестве добавки окиси церия  $\text{CeO}_2$ . Стекла содержащие  $\text{CeO}_2$  сохраняют светопропускание при облучении дозами до  $10^{+5}$  рентгена и обозначают серии выше 100. По другим свойствам радиационно стойкие стекла серии 100 не отличаются от своих аналогов серии 0.

#### **5. Стекла оптические люминесцирующие**

Стекла оптические люминесцирующие активированные неодимом имеют узкие полосы люминесценции, причем на полосу 1060 нм приходится до 80% всей энергии люминесценции. Их используют для изготовления активных элементов в твердотельных ОКГ с длинами волн 900, 1060, 1300 нм. Спектр поглощения стекол имеет много полос в видимой и ближней инфракрасной области спектра. Стекла обозначают ГЛС (генерирующие люминесцирующие стекла), характеризуются показателем поглощения  $K_{\lambda}$  при длине волны  $\lambda=586$  нм. Значение  $K_{\lambda}$  находится в пределах 0,19-0,47.

#### **6. Инфракрасные безкислородные стекла**

Инфракрасные безкислородные стекла это стеклообразное вещество, отличающееся от обычных стекол тем что в их составе нет химических соединений содержащих кислород, а процесс стеклообразования происходит в бескислородной среде. Наиболее известны халькогенидные безкислородные стекла, основным компонентом которых является трех сернистый мышьяк, селен, германий, теллур. Халькогенидные стекла прозрачные в инфракрасной области спектра от 1-17 мкм. Имеют высокую химическую и термохимическую прочность, обозначают ИКС, различаются границами пропускания и показателем преломления. Безкислородные инфракрасные стекла используют для изготовления оптических деталей и волоконных элементов работающих в инфракрасном диапазоне.

## **7. Стекло оптическое кварцевое**

Стекло оптическое кварцевое это однокомпонентное силикатное стекло на основе кремнезема  $\text{SiO}_2$ . Оно обладает следующими физико-химическими свойствами:

- 1) Прозрачность в широком диапазоне волн и радиочастот.
- 2) Высокая термостойкость.
- 3) Химическая и радиационная устойчивость.
- 4) Малый коэффициент линейного рассеивания.

Оптические кварцевые стекла применяют для изготовления прозрачных люков летательных аппаратов, уголковых отражателей, активных элементов ОКГ, оболочек источников света и других оптических деталей подвергающихся резким температурным воздействиям. В зависимости от основной области спектрального пропускания выпускается оптическое кварцевое стекло следующих марок: КУ1, КУ2 - прозрачные в ультрафиолетовой области спектра, КВ, КВР - прозрачные в видимой области спектра, КИ - прозрачные в инфракрасной области спектра.

## **8. Оптические ситаллы**

Ситаллы - это особый класс стеклокерамических материалов, имеющих микрокристаллическую структуру с кристаллами размером не более 1-2 мкм, равномерно распределенных по всему объему стеклообразного вещества. Оптические ситаллы отличаются особо тонкой зернистой структурой, размеры кристаллов не превышают длины полуволны видимого участка спектра. Оптическая плотность кристаллов и стекловидной массы совпадают или близки между собой что исключает светорассеивание на границах раздела фаз "стекло - кристалл". Ситаллы имеют повышенную по сравнению со стеклом термостойкость, механическую прочность и твердость. Коэффициент линейного расширения некоторых марок приближенно равен нулю. В оптической промышленности применяются ситаллы: СО115М, СО156, СО21.

СО115М - термостойкий ситалл с малым близким коэффициентом линейного теплового расширения. Применяют для изготовления оптических деталей в которых не допускается изменение формы поверхности с изменением температуры: астрономических зеркал, оптических деталей гироскопов, подставок интерферометров.

СО156 - ситалл с малым коэффициентом линейного теплового расширения. Отличается повышенной прозрачностью в видимой области спектра и лучшей однородностью. Применяют для изготовления пробных стекол и деталей измерительной техники.

СО21 - ситалл с малым коэффициентом линейного теплового расширения в пределах 0-+350°C. Обладает максимальной термостойкостью (до +700°C) и максимальной относительной твердостью по сошлифовыванию. Применяют для изготовления деталей приборов лазерных гироскопов и приборов работающих в космосе.