

## Лекція 2. Оптичне безбарвне неорганічне скло

### 1. Типи і марки безбарвного оптичного скла

Оптичне скло характеризується показником заломлення, середньою і окремою дисперсією (відносні окремі дисперсії і коефіцієнт дисперсії), що визначають область застосування оптичного скла у відповідних приладах. У якості номінального відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 3514-76 встановлено показник заломлення  $n_e$  для лінії ртуті хвилі, що має довжину,  $\lambda=546,7$  нм. Дисперсія визначається різницею показників заломлення для двох обраних довжин хвиль. Номінально встановлена середня дисперсія  $n_F - n_C$  для ліній кадмію довжини хвиль яких відповідно, 480 нм і 643,8 нм. Оптичне безбарвне неорганічне скло в залежності від розташування на діаграмі показники заломлення - коефіцієнт дисперсії підрозділяють на наступні марки :

ЛК - легкий крон;

ФК - фосфатний крон;

ТФК - важкий фосфатний крон;

К – крон;

БК - баритовий крон;

ТК - важкий крон;

СТК - над важкий крон;

ОК - особливий крон;

КФ - крон флінт;

БФ - баритовий флінт;

ТБФ - важкий баритовий флінт;

ЛФ - легкий флінт;

Ф – флінт;

ТФ - важкий флінт;

СТФ – над важкий флінт;

ОФ - особливий флінт.

Кожен тип скла у залежності від значень показника заломлення  $n_e$  і середньої дисперсії  $n_F - n_C$  обумовлених хімічним складом і режимами термічної обробки скла включає кілька марок позначених відповідними номерами. У цілому ГОСТ 3514-76 містить 95 марок скла, які діляться на дві серії. Звичайне оптичне скло має нумерацію від 1 до 99. Скло серії

100 і більш - радіаційно стійке скло яке мало змінює властивості під впливом іонізаційного випромінювання.

## **2. Показники якості оптичного безбарвного скла**

Якість зображення, що створюється оптичним приладом, знаходиться в прямій залежності від якості матеріалу з якого виготовлено деталі оптичної системи. Відповідно до ГОСТ 3514-76 оптичне безбарвне неорганічне скло в заготовках нормується по наступним параметрам:

- 1) показник заломлення  $n_e$ ;
- 2) середньої дисперсії  $n_F - n_C$ ;
- 3) однорідності партії заготовок по показнику заломлення;
- 4) однорідності партії заготовок по середній дисперсії;
- 5) оптичній однорідності;
- 6) подвійному променезаломленні
- 7) радіаційно оптичній стійкості;
- 8) показнику заломлення  $n_d$ ;
- 9) бессвільності;
- 10) пузирності.

Усі перераховані вимоги можуть бути зведені в дві групи: основну, що визначає якість деталей, і додаткову. Причому, у залежності від службового призначення деталі ці вимоги можна групувати різними способами. Необгрунтоване зниження основних вимог до матеріалу заготовки призводить до помітного погіршення роботи всього приладу в цілому. Підвищення вимог до показників які не є визначальними не забезпечує помітного поліпшення всього приладу в цілому, підвищує його вартість.

Граничне відхилення показника заломлення  $n_e$  і середньої дисперсії  $n_F - n_C$  від значень установлених для скла усіх марок нормується п'ятьма категоріями:

- 1) числові значення граничних відхилень для всіх категорій знаходяться в межах від  $\pm 2 \cdot 10^{-4}$  до  $\pm 20 \cdot 10^{-4}$  для  $n_e$  і від  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$  до  $\pm 20 \cdot 10^{-5}$  для  $n_F - n_C$ ;
- 2) однорідність партії заготовок скла по показнику заломлення  $n_e$  нормується чотирма класами. Числові значення граничних відхилень  $n_e$  для всіх класів лежать у межах від  $\pm 0,2 \cdot 10^{-4}$  до  $\pm 20 \cdot 10^{-4}$ ;

3) однорідність партії заготовок скла по середній дисперсії нормується двома класами. Числові значення граничних відхилень складають від  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$  до  $\pm 20 \cdot 10^{-5}$ ;

4) оптична однорідність показника заломлення у всьому обсязі заготовки в залежності від її розмірів і умов роботи деталей оцінюється по її роздільній здатності, чи по її оптичному градієнту показника заломлення, що характеризується хвильовими аберациями. Встановлено п'ять категорій оптичної однорідності;

5) подвійне променезаломлення є показником якості відпалення скла, що характеризується різницею ходу (у міліметрах на один сантиметр шляху) двох променів, на які розділяється падаючий промінь під дією залишкових напруг у товщі скла в напрямку найбільшого розміру.

Подвійне променезаломлення, нормується п'ятьма категоріями. Числові значення для всіх категорій знаходяться в межах від 1,5 до 65 нм/см. У заготовок малого розміру подвійне променезаломлення не робить істотного впливу на якість зображення і впливає лише на деталі, що мають значну товщину.

Показник заломлення  $n_d$  величина зворотна відстані, на якому потік випромінювання від джерела типу А послаблюється в результаті поглинання і розсіювання в 10 разів. Установлено 8 категорій, для допустимих значень показника ослаблення, які знаходяться в межах від  $2 \cdot 10^{-4}$  до  $130 \cdot 10^{-4}$ .

Свілі це різко виражені локальні оптичні неоднорідності скла. Вони являють собою прозорі нитковидні чи шаруваті включення, що мають показник заломлення, відмінний від показника заломлення основної маси скла. Наявність у склі свілей різко знижує якість зображення, формованого оптичною системою. Клас бессвільності характеризується відсутністю видимих включень при перегляді зразка скла в одному (А) чи двох (Б) взаємно перпендикулярних напрямках. Установлено дві категорії бессвільності. Встановлено, що якщо скло бессвільне в двох взаємно перпендикулярних напрямках, то воно бессвільне й у будь-якому іншому напрямку. Наявність у склі шаруватих свілеподібних включень викликає астигматизм в оптичних деталях.

Пузирі нормуються через видимість їх у поле зору приладу, що призводить до появи різних плям у зображенні і збільшення коефіцієнта дифузійного розсіювання світла, а як наслідок зниження освітленості в площині зображень. Пузирність характеризують діаметром найбільшого пузиря, що допускається в заготовці при її перегляді. Встановлено 11 категорій пузирності. Припустимі граничні відхилення діаметрів пузирів для всіх категорій знаходяться в межах від 0,002 до 5 мм. Наявність на поверхні прихованих пузирів робить

неможливим одержання поверхонь високих класів чистоти. Великі пузири викликають появу навколо них місцевих ям на поверхні. Вони також утрудняють очищення поверхонь, нанесення на них покриттів високої якості, з'єднання або склеюванням оптичним контактом. Розкриті пузири являються також центром хімічного і біологічного руйнування полірованих поверхонь деталі.