

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Кисель Д.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Котов Д.А. – канд. техн. наук, доцент

Проведены измерения оптических покрытий на примере просветляющего покрытия и многослойного диэлектрического зеркала на спектрофотометре МС 122. Описана оптическая система спектрофотометра МС 122. Представлены спектральные характеристики оптических покрытий.

Научно-технический прогресс в оптическом приборостроении активизировал развитие в области оптики и спектроскопии пленок и интерференционных покрытий. И наоборот, фундаментальные исследования в области физики тонких пленок позволили создать принципиально новые типы систем оптоэлектроники.

Основными параметрами, определяющими оптические свойства пленок, являются дисперсия показателя преломления и поглощения. Для определения параметров оптических пленок разработаны и успешно применяются на практике спектрофотометрические методы, в основу которых положен анализ спектров пленок и покрытий. Этой задаче в настоящее время уделяется большое внимание. Основные трудности при ее реализации связаны с неоднозначностью анализа спектрофотометрических спектров, в особенности при исследовании пленок, обладающих дополнительными полосами поглощения, отсутствующими в монокристаллах.

Метод абсорбционной спектроскопии (спектрофотометрии) относится к оптическим методам анализа и основан на взаимодействии вещества с излучениями ближней ультрафиолетовой (УФ), видимой и части ближней инфракрасной (ИК) областей электромагнитного спектра, а именно на избирательном поглощении электромагнитного излучения однородными нерассеивающими системами.

В данной работе для получения спектральной характеристики оптических покрытий был использован абсорбционный спектрофотометр МС 122, позволяющий анализировать не только спектры поглощения и пропускания, но и отражения.

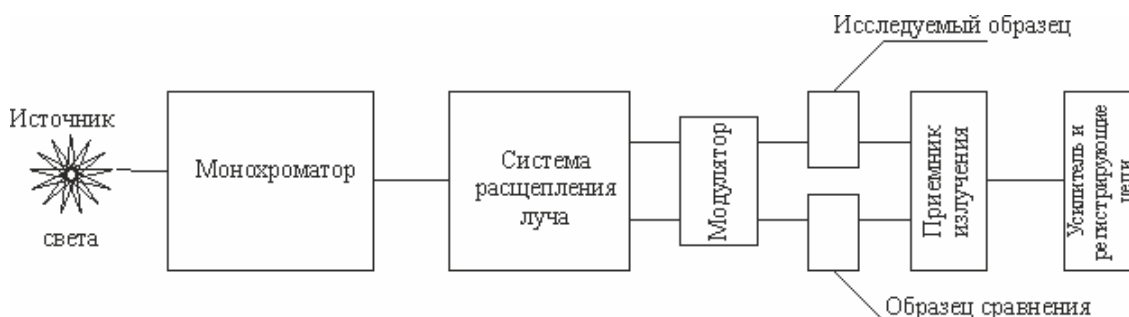


Рисунок 1 – Блок-схема абсорбционного спектрофотометра МС 122

На рисунке 1 показано, что МС 122 обладает двухлучевой оптической системой. Это позволяет обеспечить минимальные потери интенсивности разделенных лучей при сканировании по спектру. Спектрофотометр МС 122 позволяет проводить измерения в диапазоне 190 – 1100 нм. В приборе имеются два источника непрерывного спектра: дейтериевая лампа для работы в области 190 – 350 нм и галогенная лампа для измерений в области 320 – 1100 нм. Для обеспечения работы прибора в широком диапазоне спектра используется фотоприемник – кремниевый фотодиод.

Для аналитических исследований были использованы 7-слойное просветляющее покрытие

Перед проведением измерений просветляющего покрытия была произведена калибровка прибора, то есть измерение нулевого спектра. Для этого был пропущен пучок света через пустую кювету и промерен спектр воздуха в диапазоне 300 – 1100 нм для просветляющего покрытия и 750 – 860 нм для многослойного интерференционного зеркала с шагом спектрального сканирования 5 нм.

Оптические покрытия были получены методом электронно-лучевого испарения на вакуумной установке ВУ-1А на подложках стекла К8. Конструкция просветляющего покрытия является многослойной и состояла из последовательно чередуемых слоев  $ZrO_2$  и  $SiO_2$  с показателями преломления  $n=2,05$  для  $ZrO_2$  и  $n=1,46$  для  $SiO_2$  соответственно. В результате получено оптическое покрытие с минимальным уровнем коэффициента отражения (менее 1,5%) в области 350 – 1000 нм, что отображено на рисунке 2. Образец был установлен на специальный держатель и измерен в диапазоне 300 – 1100 нм под углом падения  $\alpha=0^\circ$ .

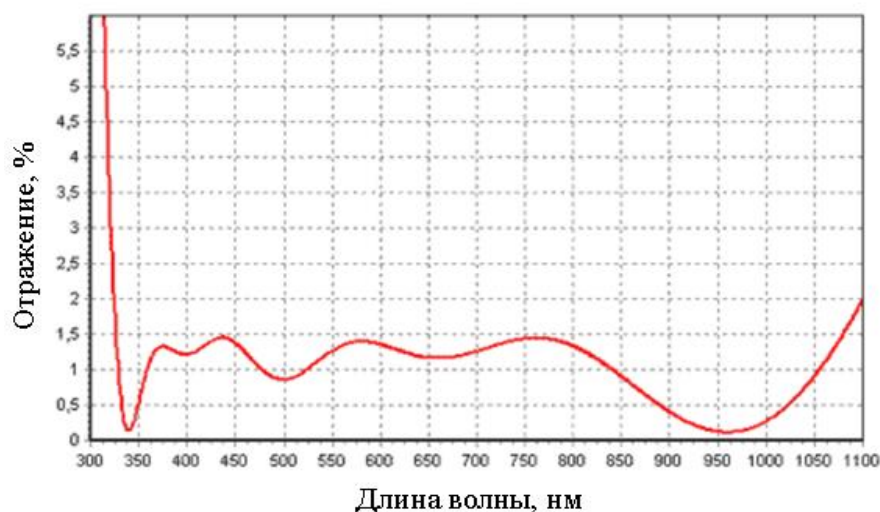


Рисунок 2 – Спектр просветляющего покрытия для 350-950 нм под углом 0°, полученного на спектрофотометре МС 122

Аналогичным образом (с помощью ЭЛИ) было получено многослойное интерференционное оптическое зеркало. Его конструкция состояла из последовательно чередуемых слоев высокопреломляющего пленкообразующего  $\text{HfO}_2$  ( $n=1,9$ ) и низкопреломляющего  $\text{SiO}_2$  ( $n=1,46$ ). Измерения проводились в диапазоне 750 – 860 нм, результаты измерения отображены на рисунке 3.

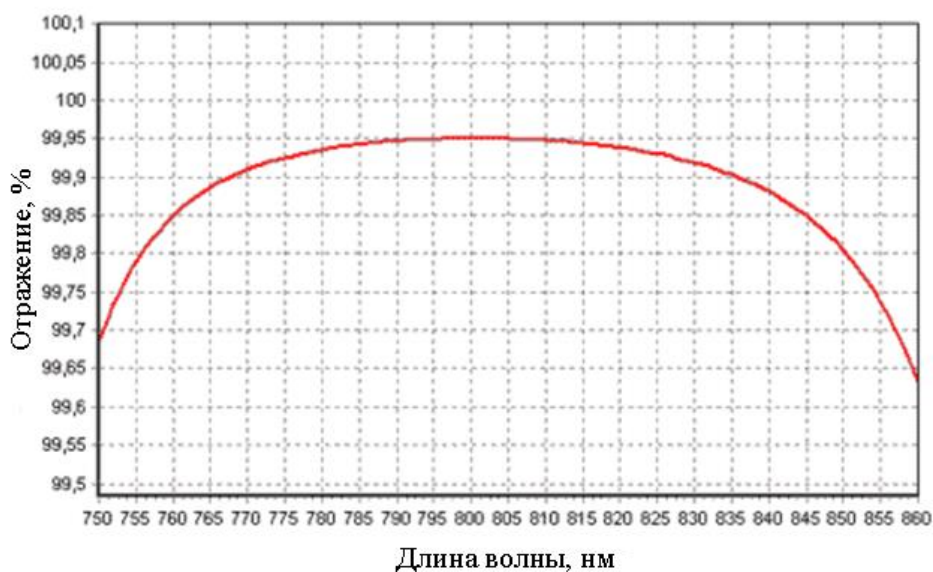


Рисунок 3 – Спектр интерференционного зеркального покрытия для 800 нм под углом 0°, полученного на спектрофотометре МС 122

Как видно из результата спектрофотометрических измерения, приведенных на рисунке 3, в области 750 – 860 нм с контрольной длиной волны  $\lambda=800$  нм, среднее отражение сохраняется на уровне 99,5 – 99,9% с минимальными потерями на поглощение и светорассеяние.

Оптические покрытия, аналогичные полученным на рисунках 2 и 3, могут применяться во многих областях, где свет проходит через оптический элемент и требуется снизить потери интенсивности. Наиболее распространёнными случаями являются линзы очков и объективы камер.

**Список использованны хисточников:**

1. Яковлев П.П., Мешков Б.Б. Проектирование интерференционных покрытий. М.: Машиностроение, 1987. 186 с.
2. Котликов Е.Н., Терещенко Г.В. Исследование оптических констант пленок, используемых для синтеза широкополосных просветляющих покрытий // Оптика и спектроскопия. 1997. Т. 82, № 4. С. 653–659.
3. Справочник технолога-оптика / Под общ. ред. М.А. Окатова. СПб.: Политехника, 2004. 679 с