

СВЕТОФИЛЬТРУЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКИСЛОВ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧАЕМЫЕ МЕТОДОМ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ОСАЖДЕНИЯ

В.И. Лапшин, И.М. Неклюдов, В.В. Кунченко, Ю.В. Кунченко, В.Д. Коцубанов, И.К. Никольский, Н.М. Кирюхин¹

*Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
ООО «Хартрон - Плазмед»¹ г. Харьков, Украина*

Показана возможность получения однослойных светофильтрующих покрытий (СФП) для автомобильных сигнальных, противотуманных ламп накаливания. Для обеспечения пропускания желтого цвета белого спектра излучения лампы используются соединения железа с кислородом, синтезируемые на стеклянной поверхности баллона лампы в процессе вакуумно-дугового осаждения. Требуемые значения спектральных характеристик СФП (цветовые координаты: $0,50 < X < 0,60$; $0,39 < Y < 0,44$; $1,8E-02 < Z < 4,19E-02$; коэффициент пропускания $T \sim 75 \dots 95\%$) определяются соответствующими значениями давления кислорода ($1 \times 10^{-1} < P_0 < 8 \times 10^{-1}$ Па) в процессе осаждения покрытия и его толщиной при прочих постоянных условиях осаждения.

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в мировой практике широко используют автомобильные сигнальные противотуманные лампы накаливания со светофильтрующими стеклянными колбами. При этом светофильтрующие качества обеспечиваются либо путем создания специального прозрачного стекла с добавками экологически вредных элементов, либо путем нанесения дорогостоящих сложных многослойных интерференционных покрытий [1...7].

Специфика эксплуатации таких ламп предъявляет жесткие требования к качеству полученных покрытий. К ним относятся, кроме соответствия цветовых характеристик, принятых стандартом на такие лампы, высокая адгезия материала покрытия к основе (стекло), термостойкость при циклических нагревах, стабильность цветовых характеристик в процессе длительной эксплуатации.

Целью настоящей работы [8] является демонстрация возможности получения светофильтрующего покрытия, пропускающего желтую составляющую белого спектра излучения автомобильных ламп накаливания в диапазоне 550...650 нм. Цель достигается использованием не токсичных материалов – основы покрытий (α -Fe, O_2), а экологически чистого метода вакуумно-дугового осаждения, обеспечивающего высокие адгезионные качества покрытия и, наконец, путем создания одного из самых простых и дешевых вариантов – однослойного покрытия [8].

2. ЭКСПЕРИМЕНТЫ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проведена с использованием установки «Булат-6», в качестве распыляемого материала использовалось армко-железо, в качестве активного газа – кислород.

Покрытия наносились на стеклянные колбы и колбы ламп типа 3157NA фирмы OSRAM.

Измерения цветовых характеристик проведены по спектрофотометрической методике с использованием спектрофотометрического комплекса, адапти-

рованного к проведению колориметрических работ. В него входят: спектральный дифракционный монохроматор типа МДР-23 со сменной дифракционной решеткой 1200 штр/мм; угол блеска решетки 19° , рабочий порядок – первый, спектральная ширина измерительного канала 0,5 нм; фотоумножитель ФЭУ-84-1 (спектральная характеристика С-8); оптика, передающая излучение лампы ко входу монохроматора, изготовлена из кварцевого стекла КУ-1.

Калибровка комплекса осуществляется при помощи эталонной ленточной вольфрамовой лампы СИ 10-300.

Измерения характеристик ламп проводятся при напряжении их питания ($13,5 \pm 0,5$) В в вертикальном положении лампы в направлении, перпендикулярном нити накала и продольной оси лампы.

Вычисление цветовых координат производится на основании полученного энергетического спектра с помощью методики и таблиц, приведенных в работе [9].

Спектр пропускания покрытия определяется из сравнения энергетических спектров ламп с покрытием и без него.

С целью обеспечения необходимой адгезии к стеклу тщательно обезжиренные, вымытые с использованием стандартных средств лампы или колбы ламп размещаются в специально изготовленном держателе в вакуумной камере установки «Булат-6». Держатель обеспечивает планетарное вращение ламп вокруг собственной и оси камеры, чем достигается равномерность толщины получаемого покрытия. Обезгаживание производится в вакууме $P_0 \sim 10^3$ Па при нагревании до температуры не ниже 100° С. Нанесение покрытий, состоящих из окислов железа, осуществляется включением вакуумно-дугового испарителя при давлении кислорода в интервале $P_0 = 1 \times 10^{-1} \dots 8 \times 10^{-1}$ Па. Для получения светофильтрующего покрытия с требуемыми характеристиками время нанесения и основные параметры процесса осаждения поддерживаются на уровне значений, полученных в предварительных экспериментах. В них устанавливаются закономерности в изменении цветовых характеристик получаемых покрытий в зависимости от этих параметров (рис. 1,2).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 1 и 2 приведены соответственно значения цветовых координат (x, y, z) на хроматической диаграмме (точность измерений $\pm 0,0005$ – светлые кружки) и коэффициента светопропускания (T) излучения ламп с покрытиями на основе соединений Fe-O₂, полученных в контролируемых условиях осаждения; a – область значений координат, характеризующая желтый цвет, соответствующая требованиям американского стандарта – SAE j578; b – европейского ECE. Стрелкой обозначено изменение цвета от светло-желтого до оранжевого.

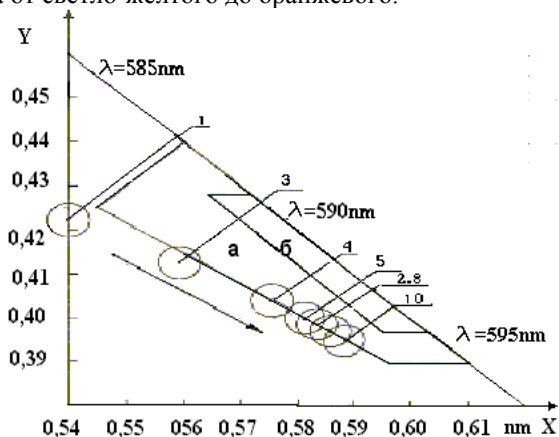


Рис.1. Зависимость координат цветности от изменения давления кислорода при осаждении

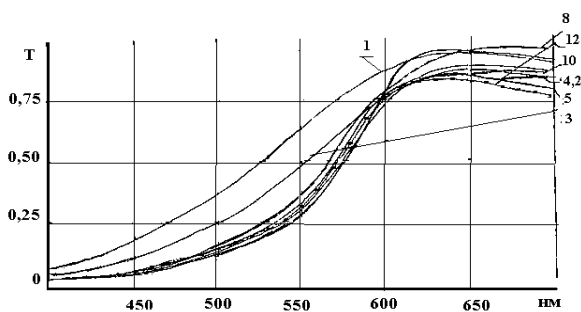


Рис.2. Зависимость коэффициента пропускания (T) от длины волны (λ для покрытий, полученных при различных давлениях кислорода (P_0))

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что, изменяя материал путем изменения давле-

ния кислорода при конденсации железа и контролируя коэффициент пропускания (толщину покрытия), можно получать необходимые (заданные) характеристики желтого спектра излучения автомобильных ламп от субъективно воспринимаемого светло-желтого до оранжевого цвета в соответствии с установленной последовательностью (см. рис. 1, стрелка).

Стендовые испытания ламп с покрытиями в циклическом режиме в нормальных условиях и в атмосфере с повышенной влажностью при нормальном напряжении питания 13,5 В в течение 300 ч, как и в условиях осенне-зимней эксплуатации на автомобиле, не приводят к нарушению сплошности покрытий и изменениям цветовых характеристик

Запайка стеклянных колб с покрытием при их разогреве до 900⁰ С также не приводит к нарушению светофильтрующего покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sh.A. Furman. *Thick optical layers*. Leningrad: «Mashinostroenie», 1977, 264 p.
2. US Patent 5.179.469, Jan. 1993. Hall et al. *Broad band light absorbing film*.
3. US patent 4.293.326 October 1981. Ternen. et.all. *Химические методы осаждения покрытий на стекло с разложением металлосодержащих соединений типа тетраоксида олова*.
4. US patent 4.663.577 May 1987. Ir. Martin et.all. *Высокотемпературное светофильтрующее многослойное покрытие на основе SiO₂ и Ta₂O₅*.
5. US Patent 5.138.219 Aug. 11, 1992, Krisl et all. *Optical interference coating and lamps using same*.
6. US Patent 5.422.534 Jun, 1995, Dynys, et all. *Тантал-кремниевые интерференционные фильтры и их использование на лампочках*.
7. New Scheinwerferlampen mit 30% Mehr Licht. Werk und Techn. –1997, №5-6, с. 9.
8. Н.М. Кирюхин, В.В. Кунченко, Ю.В. Кунченко, В.Д. Коцубанов, И.К. Никольский. *Светофильтрующее покрытие, способ его нанесения на подложку и электрическая осветительная лампа с фильтрующей спектральной излучения* /Заявка на изобретение № 2000 11 6604 от 22.11.2000 г. Укрпатент.
9. М.М. Гуревич. *Цвет и его измерение*. М.: Изд. АН УССР, 1950.

СВІТЛОФІЛЬТРУЮЧІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ ОКСИДІВ ЗАЛІЗА, ОДЕРЖАНІ МЕТОДОМ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ОСАДЖЕННЯ

В.И. Лапшин, И.М. Неклюдов, В.В. Кунченко, Ю.В. Кунченко, В.Д. Коцубанов, И.К. Никольский, Н.М. Кирюхин

Доведено можливість здобуття одношарових світлофільтруючих покриттів (СФП) для автомобільних сигнальних, протитуманних ламп розжарювання. З метою пропускання жовтого кольору білого спектру випромінювання лампи використовуються сполуки заліза з киснем, які синтезуються на скляній поверхні балону лампи під час процесу вакуумно-дугового осаджування. Необхідні значення спектральних характеристик СФП (кольорові координати: $0,50 < X < 0,60$; $0,39 < Y < 0,44$; $1,8E-02 < Z < 4,19E-02$; коефіцієнт пропускання $T \sim 75 \dots 95\%$) визначаються відповідними значеннями тиску кисню ($1 \times 10^{-1} < P_0 < 8 \times 10^{-1}$ Па) під час процесу осадження покриття та його товщиною за інших сталих умов.

LIGHT-FILTERING IRON OXIDES COATINGS OBTAINED BY MEANS OF ARC-VACUUM DEPOSITION

V.I. Lapshin, I.M. Neklyudov, V.V. Kunchenko, Y.V. Kunchenko, V.D. Kotsubanov, I.K. Nikol'skiy, N.M. Kiryuhin

The possibility to produce monolayer light filtering coatings (LFC) for automobile signal and fog lights filament lumps is demonstrated. Filtering material consisting of iron – oxygen composition (Fe_xO_y) which transmits yellow band of white bulb spectrum is deposited on glass bulbs surface by vacuum – arc method. The necessary values of the chromaticity coordinates ($0,50 < X < 0,60$; $0,39 < Y < 0,44$; $1,8\text{E}-02 < Z < 4,19\text{E}-02$) and light transmittance (75..95%) are defined by particle pressure of oxygen in the process of coating deposition and its thickness at other constant parameters of deposition.