

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛЮМИНОФОРОВ

В.А. Ваганов, Д.Т. Валиев, А.Т. Тулегенова

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.М. Лисицын
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: nba_vitas@mail.ru

LUMINESCENT PROPERTIES OF INDUSTRIAL PHOSPHORS

V.A. Vaganov, D.T. Valiev, A.T. Tulegenova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.M. Lisitsyn
National research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: nba_vitas@mail.ru

***Abstract.** The results of luminescent investigations of industrial phosphors in the form of solid solutions of oxides of Y, Al, Gd, activated by Ce^{3+} , Pr^{3+} , Eu^{3+} were shown. It has been observed that in the excitation spectra of phosphors manifested two bands with maxima at 340 and 460 nm, for FL-6040 for typical mono broad band with a maximum at 510 nm. The differences in the luminescence spectra depend on different ways of excitation of luminescence.*

Возбуждение потоками высокоэнергетических электронов наносекундной длительности является перспективным для изучения процессов передачи энергии возбуждения центрам свечения в люминофорах, сцинтилляторах [1]. При таком способе возбуждения энергия передается матрице, а затем только центрам свечения. В настоящей работе приведены результаты исследований спектров фотолюминесценции и импульсной катодолюминесценции (ИКЛ) группы близких по составу промышленных люминофоров различных фирм.

Элементный состав выбранных люминофоров был определен с использованием сканирующего электронного микроскопа Quanta3D 200i с системой энергодисперсионного рентгеновского анализа (EDAX). Информация по составу исследованных люминофоров приведена в работе [2]. Образы люминофоров представляют собою твердые растворы окислов Y, Al, Gd, активированных Ce, Pr, Eu, в виде порошка со средним размером частиц ~30 мкм.

Спектры оптического возбуждения и люминесценции люминофоров были измерены с использованием спектрофлуориметра «AGILENT CARY ECLIPSE». Интегральные спектры ИКЛ измерялись при возбуждении импульсом потока электронов со средней энергией 250 кэВ, длительностью импульса – 10 нс. Регистрация интегральных спектров свечения ИКЛ осуществлялась оптоволоконным спектрометром AvaSpec-2048 в спектральном диапазоне 200 – 1100 нм. Время интегрирования составляло 2мс.

Примеры измеренных спектров возбуждения и люминесценции люминофоров при оптическом возбуждении приведены на рис.1.

Люминесценция всех исследованных люминофоров хорошо возбуждается оптическим излучением в области 300-500 нм. В спектре возбуждения большинства исследованных образцов проявляются две полосы с максимумами на 340 и около 460 нм. В некоторых люминофорах спектр возбуждения сложный. Например, спектр возбуждения люминофора FL 6040, имеет вид несимметричной монополосы перекрывающей область от 300 до 550 нм с максимумом на 510 нм. Спектры ФЛ большинства исследованных люминофоров имеют вид монополосы с максимумами в области 512 – 533 нм, в некоторых - в области 580 – 610 нм.

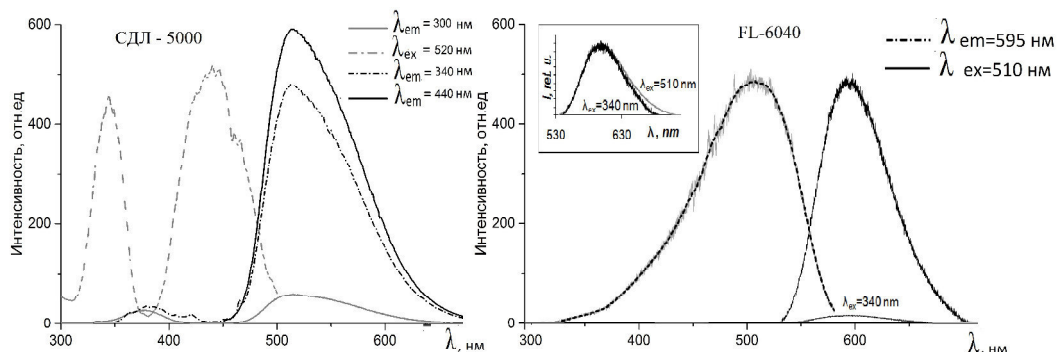


Рис.1. Спектры оптического возбуждения и люминесценции люминофоров СДЛ 5000 и FL-6040

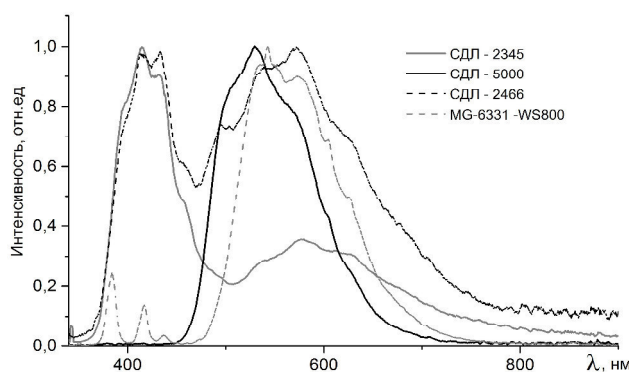


Рис.2. Интегральные спектры ИКЛ люминофоров СДЛ-2345, СДЛ-5000, СДЛ-2466, MG-6331-WS800 при возбуждении импульсом потока электронов

В спектрах ИКЛ (рис.2.) проявляются полосы излучения в видимой области, подобные известным для фотолюминесценции. Кроме того, в некоторых люминофорах проявляются полосы излучения в УФ области. В люминофорах СДЛ2345, СДЛ2466 наблюдается интенсивная полоса люминесценции в области 350-460 нм, в этой же области слабая в FL630, 32ФЛЖ. В MG 531W S 800, MG 633 1W s800, MG-397 2 W S800, MG571-1w s800, MG-562-1w s800, L-2083-2+I2085-1s1000, L-2082-1+AWS-90821-3S 1000, L-2086 2W S 1000, GD

257 2W, GD 273-1 1W наблюдаются две узкие слабые полосы люминесценции на 390 и 416 нм.

Использование спектрометра AvaSpec-2048 позволяет получить одновременно совокупность информации о спектре люминесценции: спектр люминесценции, ширину спектра, положение максимума. Кроме этого спектрометр позволяет отобразить информацию о цветовых характеристиках: диаграмму и координаты цветности. Информация о координатах цветности является принципиально важной для характеристики излучательных свойств источников света, но малоинформативной для изучения физических процессов в люминофоре. Отметим также, что координаты цветности люминесценции люминофоров являются параметром более подходящим для их различения, чем положение и полуширина полосы люминесценции (рис. 3). Сопоставление спектров ИКЛ и ФЛ позволяет сделать следующие выводы: спектры в основном подобны, но имеют несколько отличий по положению и по форме.

В таблице 1 приведены сводные характеристики спектров ИКЛ и фотолюминесценции для исследованных люминофоров.



Рис. 3. Пример информации отображаемой на дисплее спектрометра

Таблица 1

Интегральные спектры ИКЛ и фотолюминесценции в люминофорах

Наименование люминофора	ИКЛ		$\lambda_{\text{возб}} = 440 \text{ нм}$		Координаты цветности ИКЛ		
	Полуширина $\Delta E, \text{ eV}$	$\lambda_{\text{Макс}}, \text{ нм}$	Полуширина $\Delta E, \text{ eV}$	$\lambda_{\text{Макс}}, \text{ нм}$	x	y	z
СДЛ5000	0,47	534	0,393	515			
СДЛ2345	0,47 / 0,684	416 / 585			0,274	0,235	0,491
СДЛ4100	0,455	535	0,403	533	0,402	0,554	0,043
СДЛ 3000	0,473	575			0,470	0,508	0,022
СДЛ 1000	0,24	633	0,440	530			
СДЛ3300	0,477	572	0,384	532	0,451	0,526	0,023
СДЛ5100	0,447	532			0,343	0,553	0,104
СДЛ2700	0,482	580			0,488	0,492	0,020
СДЛ3400	0,48	582			0,445	0,528	0,028
СДЛ4000	0,432	535			0,417	0,549	0,033
MG 531W S 800	0,494	540	0,399	533			
MG 633 1W s800	0,436	545	0,405	533			
L-2083 2+120851s100	0,477	545	0,415	533	0,444	0,517	0,038
AWS 5 90818-1	0,463	540	0,406	533			
FL-5049	0,242	630	0,502	564			

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов С.А., Валиев Д.Т., Вишнякова Е.А. и др. Импульсная фото- и катодолюминесценция силикатного люминофора с европием// Известия Вузов. Физика Т.58 №6-2 стр. 259-264
2. Зоренко Ю.В., Савчин В.П., Горбенко В.И., Возняк Т.И., Зоренко Т.Е. Люминесценция и сцинтилляционные свойства монокристаллов и монокристаллических пленок $Y_3Al_5O_{12} : Ce$ // Физика твердого тела. – 2011. – Т. 53. – № 8. 1542-1545 – С.