

3. В нелегированных керамиках из ZnO ниже 15 К температурный ход электропроводности $\sigma(T)$ подчиняются закону Шкловского-Эфроса для прыжковой проводимости по локализованным состояниям.

Литература

1. *Sawalha Ayman*, Electrical conductivity study in pure and doped ZnO ceramic system / *Ayman Sawalha, M.Abu-Abdeen, A. Sedky*. //Physica B –2009. – Vol. 404 –P. 1316.
2. *Janotti, A.* Fundamentals of zinc oxide as a semiconductor / *A. Janotti, C.G. Van de Walle* // Rep. Prog. Phys. – 2009. – Vol. 72. – №12. – P. 26501.
3. *B.I. Shklovskii, A.L. Efros*.Electronic Properties of Doped Semiconductors(Berlin, Springer, 1984).

СВЕТОРАССЕИВАЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЛОЙ ОФСЕТНОЙ БУМАГИ В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ

У. В. Перетолчина

Многообразие окружающих тел и свойств разных предметов распознается человеком по оценке отраженного от них света. Особый класс объектов составляет бумага, которая служит одним из основных средств отображения, хранения и передачи информации. Развитие методов цветной печати выдвинуло целый ряд специальных требований к офсетной бумаге и, как следствие, привело к разработке технологий изготовления бумаги с определенными оптическими характеристиками.

Большое практическое значение имеют отражающие свойства бумаги при различном естественном и искусственном освещении. Эти свойства обычно выражают с помощью физических характеристик, которые вводятся и нормируются для определенных условий освещения и наблюдения [1]. *Глянец* – характеристика поверхности, отражающей свет, показывающая соотношение интенсивностей зеркально и диффузно отражённого от поверхности излучения. *Шероховатость*, приводящая к рассеянию света, – это совокупность микронеровностей, появляющихся на поверхностях готовых изделий. *Белизна* – это способность бумаги отражать свет рассеянно и равномерно во всех направлениях

В соответствии с международными стандартами оптические характеристики бумаги задаются и нормируются по-разному. В США используется стандарт TAPPI для определения яркости, а в Европе, России и Беларуси применяются стандарты ISO как для определения яркости, так и степени белизны. Принципиальное различие между стандартами TAPPI и ISO заключается в используемой при измерениях геометрии освещения.

Цель настоящей работы – изучение индикатрис отражения потока света от листов офисной писчей бумаги ряда производителей при различных условиях освещения.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Экспериментально исследованы светорассеивающие характеристики белой офсетной бумаги в видимом диапазоне. В качестве объектов были выбраны образцы:

№1 – бумага для офисных задач марки Ballet Universal – белизна 146 CIE;

№2 – бумага Votocopy – белизна 153 CIE;

№3 – бумага Maestro Special – белизна 160 CIE;

№4 – бумага Xerox Performer – белизна ISO 96 %, 146 CIE;

№5 – бумага Papyrus Slim – белизна ISO 95 %.

Спектры отражения для них были исследованы в работе [2] в диапазоне 350-600 нм при следующих условиях. Световой поток от лампы КГМ направлялся на образец под углом 0° к поверхности, а отраженный поток регистрировался под углом 45° относительно нормали к поверхности стопки бумаги.

В нашей работе измерения проводились с помощью спектрополяриметра-гониометра по методике [3]. Спектрополяриметр собран на базе гониометра Г-5 и монохроматора МСД-1 с шаговым двигателем, и включает поляризационный фильтр, фотоэлектронный умножитель ФЭУ – 100 и вольтметр В7-34. В качестве источника излучения используется лампа накаливания КГМ 12-100 с диффузно рассеивающим фильтром и стабилизированным по мощности потоком.

Поляризационный фильтр, установленный перед входной щелью монохроматора, при измерениях ориентировался осью параллельно и перпендикулярно входной щели монохроматора, что позволяло учитывать поляризующее влияние установки.

Измерения проводились при четырех различных длинах волн: 450, 470, 484 и 555 нм. Первые три принадлежат области, где существенно влияние отбеливателей. Стандарты белизны и степени белизны предписывают измерения в «синей» области спектра, а $\lambda=555$ нм – соответствует максимуму чувствительности человеческого глаза.

Освещение плоских образцов в виде стопки листов бумаги проводилось под углами $-\alpha$: 30, 45, 55, 60 градусов. Данные углы соответствуют стандартам определения глянца для различных поверхностей, в том

числе и для бумаги. Визирование (измерение) проводилось в плоскости отражения для углов $-\gamma$ с интервалом 5° .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам измерений построены индикатрисы рассеяния для 5 образцов бумаги, на 4 длинах волн при освещении неполяризованным светом под разными углами. Проведенный анализ экспериментальных данных позволяет отметить для всех спектральных интервалов в некоторой степени схожую светорассеивающую способность бумаги.

В таблице в качестве примера приведены некоторые наборы нормированных по максимальному значению величин интенсивности рассеянного света с длиной волны 450 нм при угле освещения 45° . На рисунке представлены угловые распределения диффузно отраженного образцами света. Для углов рассеивания от 0° до 40° значения интенсивности отраженного потока варьируются незначительно. Однако экспериментальные индикатрисы отличаются от индикатрисы для идеального рассеивателя при таких же условиях наблюдения.

Таблица

**Нормированная интенсивность света с $\lambda=450$ нм,
отраженного от различных образцов бумаги для $\alpha=45^\circ$**

Угол визирования, γ	Нормированные значения интенсивности диффузно отраженного света (номер образца)				
	№1	№2	№3	№4	№5
-5	0,95	0,93	0,92	0,93	0,87
0	0,95	0,93	0,92	0,93	0,87
5	0,97	0,94	0,93	0,95	0,89
10	0,99	0,96	0,95	0,97	0,92
15	0,99	0,97	0,96	0,98	0,92
20	1,00	0,99	0,97	0,99	0,95
25	0,99	0,99	0,97	0,99	0,96
30	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
35	0,97	1,00	0,99	1,00	0,99
40	0,95	0,99	1,00	0,99	0,99
45	0,90	0,97	0,97	0,97	1,00
50	0,88	0,95	0,95	0,94	0,97
55	0,86	0,93	0,92	0,92	0,95
60	0,82	0,89	0,88	0,88	0,92
65	0,78	0,86	0,84	0,85	0,88
70	0,74	0,81	0,78	0,79	0,83
75	0,65	0,71	0,69	0,70	0,74
80	0,56	0,60	0,58	0,59	0,63

Для углов визирования больше 50° наблюдается существенное уменьшение коэффициента отражения. Тем не менее, следует отметить различия в степени диффузности отраженного потока для разных образцов бумаги.

Наибольшие отличия в угловых распределениях относительной интенсивности при малых углах отраженного потока излучения имеют образцы № 1 и № 5.

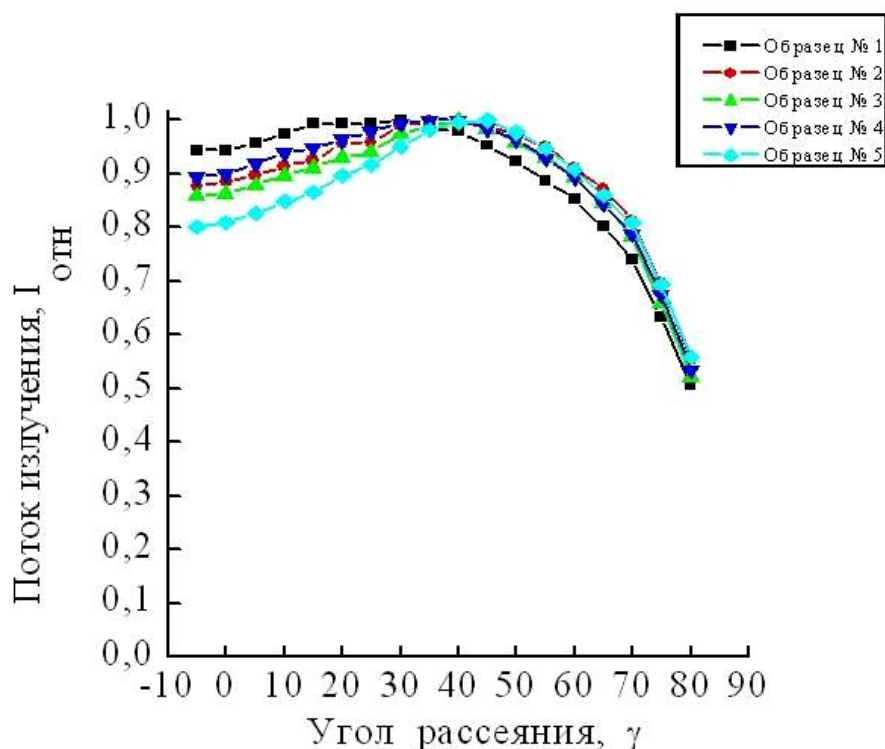


Рис. Индикатрисы отражения света для 5 образцов

Как отмечено выше, производители заявляют практически одинаковые значения белизны для всех образцов. Полученные нами данные показывают различный характер диффузного отражения разных сортов бумаги. Проведенные спектрально-гониометрические исследования отражающих свойств бумаги свидетельствуют о достаточно высокой чувствительности метода, что проявляется в значениях её глянцевого и, тем самым, белизны. Эти оптические характеристики офсетной бумаги особенно важны для печати цветных изображений.

Литература

1. Омельченко А. А. Проблемы измерения белизны светорассеивающих материалов: сб. материалов XVI Республиканской научно-методической конференции моло-

- дых ученых, часть 1 / БрГУ имени А. С. Пушкина; науч. ред. В.В. Зданович. – Брест, 2014. – С. 46.
2. Блинова И. А., Минакова А. Р. Определение белизны бумаги и картона // Методические указания к лабораторным работам. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014.
 3. Атрашевский Ю.И., Сикорский А.В., Сикорский В.В., Стельмах Г.Ф. Особенности отражения и рассеяния света растительным листом// Ж. прикл. спектроск., Минск, 1999.

МИКРОСТРУКТУРА НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ZrSiN, ОБЛУЧЕННЫХ ИОНАМИ КСЕНОНА

А. Д. Подобед

В связи с прогрессивным развитием ядерной энергетики, проектированием реакторов новых поколений, возрастает необходимость в синтезе новых материалов, обладающих не только высокими механическими свойствами, но и устойчивых к радиационному воздействию.

Формирование нанокристаллической структуры, наличие большой площади раздела фаз, существенно повышает радиационную стабильность микроструктуры и фазового состава к различным видам радиационных воздействий (нейтроны, ионы, электроны, гамма-кванты), подавляя процессы радиационного порообразования и набухания [1].

Уникальность таких покрытий заключается в высокой объемной доле границ раздела фаз и их прочности; в отсутствии дислокаций внутри кристаллитов; взаимной нерастворимости металлических и неметаллических компонентов, входящих в состав кристаллической и межзеренной аморфных фаз соответственно [2].

Данная работа посвящена исследованию микроструктуры нанокompозитного покрытия ZrSiN, облученного ионами Xe^{2+} .

Покрытие ZrSiN осаждалось на монокристаллическую подложку Si (001) методом реактивного несбалансированного магнетронного распыления [3]. Осаждение проводилось при температуре подложки 600°C и давлении в вакуумной камере не выше чем 10^{-5} Па. Мишени Zr (99.2% чистоты) и Si (99.999% чистоты) совместно распылялись смешанной плазмой Ar+N₂. Для получения нанокompозитного покрытия ZrSiN мощность на Si и Zr катодах составляла 70 и 300 Вт, соответственно. Концентрация кремния в покрытии составила 7.1 ат.%, толщина – 280 нм.

Облучение ионами Xe^{2+} (с энергией ионов 360 кэВ и дозой $5 \cdot 10^{16}$ см⁻²) проводилось на имплантере ионов EATON NV3206 в Институте P' Университета Пуатье (Франция).

Микроструктура покрытия исследовалась методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) и высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии (ВРПЭМ) в Центре микроскопических