Мыцык Е.И., Виноградов Е.Л., Ваганов В.В.

Исследование оптических свойств прозрачных запечатываемых материалов

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-05-2019-37

idsp: ljjournal-05-2019-37

Аннотация

Методом оптического сканирования исследовано светоотражение и светопропускание образцов полиграфических прозрачных и полупрозрачных материалов (в основном, упаковочных), на одном из которых электрофотографическим способом был напечатан простейший модельный оттиск. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об универсальности метода сканирования и его высокой эффективности при оптимизации выбора субстратов, проводимой в целях повышения качества полиграфических продуктов.

Ключевые слова: запечатываемые материалы, оптическое сканирование, планшетный сканер, светопропускание, светоотражение.

Abstract

Light reflection and light transmission of samples of polygraphic transparent and semitransparent materials, basically of packing type, were discovered by means of optical scanning. One of these samples was used for printing an elemental simulative imprint by the method of electro photography. Received experimental information proves versatility of scanning method and its high efficiency while optimization of choice of substrate which is led in order to improve quality of polygraphic products.

Keywords: Printable materials, optical scanning, tablet scanner, light transmission, light reflection.

Введение

Печатное производство – прежде всего, оперативная полиграфия – динамично развивается. Сегодня в условиях конкуренции типографии способны предлагать клиентам гармоничное сочетание своих услуг, приемлемое соотношение цены, сроков изготовления, вида и качества изданий. В последнее время заметно растет спрос на деловую полиграфическую продукцию, в частности, на упаковочную.

Изготовление упаковки отличает огромное разнообразие и применяемых технологических схем, и запечатываемых материалов (это сильно различающиеся свойствами бумаги, картоны, полимерные пленки, металлы, стекло и др.).

Запечатанные упаковочные пленки встречаются на каждом шагу: в них упакованы многие продукты питания, канцелярские товары, одежда, из таких пленок делают пакеты, мешки и т. д. Причины широкого использования пленок в современной полиграфии, ориентированной на удовлетворение интересов потребителей, можно разделить на три категории:

- Причины технические – малый вес, безопасность для потребителя, более низкое энергопотребление при производстве. Кроме того, для хранения товаров в гибкой пленочной упаковке не нужны большие складские помещения, а расходы при их транспортировке существенно снижены. Важное значение имеют барьерные свойства пленок – создание препятствий проникновению в упакованные продукты влаги, масел, жиров, нефтепродуктов, большинства встречающихся в быту химических соединений, газов, микроорганизмов и ультрафиолетового излучения [1]. Пленки позволяют относительно просто наносить на них печати и информирующие потребителя товаров надписи.

- Экономические причины: пленки производятся в массовом порядке по низким ценам.

- Наконец, причины эстетические: пленки могут придавать продаваемому товару внешнюю привлекательность, если на них имеются соответствующие рисунки и надписи.

Ведущее положение среди печатных свойств любых субстратов занимают их свойства оптические; пленки в этом отношении исключения не представляют. Качество печати (удобство визуального съема информации с оттисков, точность передачи сведений при репродуцировании исходных данных) во многом определяется светоотражением, светопропусканием и оптической однородностью запечатываемых материалов [2].

В связи с изложенным проведенное нами детальное исследование оптики полимерных упаковочных пленок нужно считать актуальным.

Экспериментальные данные о сканировании запечатанных и незапечатанных пленочных материалов

Изучались оптические свойства широко используемых в полиграфии прозрачных пленок, а также напечатанного на одной из них модельного оттиска, представляющего собой прямоугольник, наполовину закрашенный черной краской. Ниже перечислены пленочные объекты исследования:

- 1) полипропиленовая пленка BOPP;
- 2) полипропиленовая пленка Cast;
- 3) полиэтилен высокого давления (ПЭВД);
- 4) полиэфирная пленка Lomond.

Пленка BOPP (двухосноориентированная полипропиленовая) обладает превосходной прозрачностью, хорошо заметным блеском, высокими эластичностью и прочностью на разрыв (что позволяет запечатывать ее тонкие образцы). Она является хорошим диэлектриком, обнаруживает прекрасные барьерные свойства при испытаниях на паро- и газопроницаемость. Специальный слой сополимера, нанесенный на поверхность пленки BOPP методом коэкструзии, обеспечивает ей способность к сварке. Эта пленка применяется для флексографской печати, ламинирования, изготовления декоративных оберток, из нее изготавливают упаковки пищевых продуктов [3].

Прозрачный материал Cast (неориентированная полипропиленовая пленка) также характеризуется высокой механической прочностью. Он стоек к действию кислот и жиров, способен термически свариваться, его можно металлизировать, запечатывать любыми способами. Благодаря высокой термической стойкости полипропилена продукты, герметично упакованные в пленку Cast толщиной от 30 до 40 мкм, можно стерилизовать без использования консервантов. На этот материал можно наносить микроперфорацию, что дает возможность упаковывать в него горячую продукцию.

Характерные свойства материала ПЭВД – гладкость и блеск поверхности, эластичность. Он легко тянется, стоек к низким температурам. Пленка ПЭВД защищает упакованную продукцию от кислорода и влаги, ее используют в качестве одноразовой упаковки пищевых продуктов короткого срока хранения.

Полиэфирные пленки Lomond Laser Film в отличие от других исследованных нами объектов не относятся к упаковочным материалам. Эти субстраты используются для печатания изображений разных типов на черно-белых и цветных лазерных принтерах и в копировальных аппаратах. Они обеспечивают превосходную контрастность и четкость изображений, реалистичную цветопередачу, отлично держат тонер. Применяются пленки Lomond при изготовлении слайдов, оригинал-макетов, цветоделенных форм.

Образцы всех четырех пленок сканировались на аппарате МФУ Canon PIXMA MX320, работающем на отражение. Для каждого образца эта операция выполнялась дважды – при размещении на черной и зеркальной подложках [2, 4].

Полученные электронные версии изображений изучаемых объектов были обработаны в пакете прикладных программ Scilab, имеющем открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчетов. Выбор этого пакета обусловлен следующими обстоятельствами: во-первых, в его составе имеется инструмент Scilab Image and Video Processing Toolbox, необходимый для статистического анализа изображений субстратов и оттисков, в том числе, многоцветных; во-вторых, он в отличие от более мощного пакета MATLAB бесплатен и, следовательно, доступен для предельно широкого круга исследователей и полиграфистов-практиков. Программное обеспечение Scilab позволяет также выводить на экран монитора оптические профилограммы образцов, то есть графики изменений уровней серого (уровней тона) при переходе от одного облученного локуса (пикселя) к другому. Такие графики наглядно показывают оптическую (следовательно, и структурную) неоднородность просканированных образцов – чередование светлых и темных участков в строках их изображений.

В результате компьютерной обработки сканов были определены значения таких параметров субстратов, как

- их средние уровни тона при размещении на зеркальной и черной подложках r_1 и r_0 ;

- соответствующие средние коэффициенты отражения R_1 и R_0 ,

$$R = r/255, \quad (1)$$

где 255 — максимальный уровень тона, характеризующий объект, который идеально отражает свет;

- средний коэффициент светопропускания T ,

$$T = \sqrt{(R_1 - R_0)(1 - R_0)}, \quad (2)$$

- показатели неоднородности объектов – стандартные отклонения s_1 и s_0 , коэффициенты вариации K_1 и K_0 ,

$$K = s/r\sqrt{N}, \quad (3)$$

где N – количество пикселей в сканах.

Результаты проведенных опытов представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1.

Показатели оптических свойств субстратов

Материал	R_1	R_0	K_1	K_0	T
ВОРР	0,927	0,189	0,000014	0,00020	0,774
Cast	0,924	0,185	0,000013	0,00019	0,776
ПЭВД	0,925	0,231	0,000013	0,00019	0,731
Полиэфирная пленка	0,91	0,211	0,000011	0,00021	0,743

Из таблицы видно, что все исследованные материалы достаточно однородны и прозрачны, причем их коэффициенты светопропускания (они порядка 0,75 – 0,8) и коэффициенты вариации различаются незначительно. Замена зеркальной подложки на черную приводит к существенному снижению отражательной способности и однородности систем подложка-пленка. Это и понятно: через прозрачные пленки хорошо видна черная подложка, вероятно, менее однородная по сравнению с зеркальной.

Рис. 1. Профилограмма границы между пробельной и запечатанной частями полиэфирной пленки Lomond

По профилограмме (рис. 1), полученной при компьютерной обработке скана запечатанной на лазерном принтере HP LaserJet 1020 полиэфирной пленки, можно судить о четком окрашивании запечатываемого участка модельного оттиска черным тоном (для плотного слоя краски $R_1 = 0,00004$). Граница краска-пробел обнаруживается по перелому профилограммы приблизительно на трехсотом пикселе. Впрочем, красочный слой неоднороден, характеризующий его коэффициент вариации равен 0,223, а граница слоя незначительно размыта – вблизи нее заметно «затекание» тонера в пробел.

Заключение

Использованному в нашей работе компьютеризованному методу оптического сканирования полиграфических прозрачных материалов и модельных оттисков присущи многие достоинства.

1. Во-первых, этот метод уникально информативен, а для его внедрения не требуются серьезные финансовые и временные затраты. При наличии планшетных сканеров, черных и зеркальных подложек он позволяет в одном опыте продолжительностью в несколько десятков минут не только измерять усредненные показатели светоотражения и светопропускания изучаемых объектов, но и определять характеристики их оптической неоднородности. Планшетные сканеры и персональные компьютеры с программным обеспечением типа Scilab-5.3.3 широко распространены и сравнительно дешевы.

2. Во-вторых, оптическое сканирование универсально. Его с успехом можно применять для изучения свойств плоских объектов, светопроницаемость которых изменяется в предельно широких пределах – от практически светонепроницаемых фотобумаг до прозрачных полимерных пленок.

3. В-третьих, апробированный нами метод обладает высочайшей точностью, поскольку измеряемые с его помощью параметры получаются «мгновенным» усреднением отсчетов в десятках тысяч точек сканируемого объекта.

Таким образом, имеются все основания рекомендовать оптическое сканирование в целях совершенствования полиграфических процессов переноса тиражируемой информации на любые вещественные носители.

1. Ваганов В. В., Ваганов Г. В. Наноматериалы и нанотехнологии в полиграфии. // СПб.: Издательство политехнического университета, 2014. – 240 с.
 2. Ваганов В. В., Виноградов Е. Л., Тропец В. А. Оптика бумаги и оттиска. // СПб.: Издательство политехнического университета, 2015. – 144 с.
 3. Виды пленок и их свойства [Электронный ресурс] <http://www.lenpoligraf.ru/polezno-znat/vidy-plenok-i-ikh-svoystva.php> (дата обращения 02.05.2019).
 4. Виноградов Е. Л., Тропец В. А., Чекменев К. А. Новый способ исследования оптических свойств запечатываемых материалов с применением сканирующих устройств, работающих на отражение. // Дизайн. Материалы. Технология, 2015, № 1 (36). – с. 53-56.
-