

УДК 519.72

Е. В. Барковский, магистрант (БГТУ);
Д. М. Медяк, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСТИСКИВАНИЯ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЛУЧА

В статье рассматривается модель растискивания с учетом влияния преломления луча. Растискивание включает две составляющие: механическую и оптическую. Процесс преломления влияет на величину смещения луча при выходе из бумаги, которая используется при расчете увеличения радиуса растровой точки при оптическом растискивании. В статье представлена зависимость значения растискивания от размера растровой точки. Для проверки адекватности модели были исследованы оттиски, сделанные на мелованной бумаге. Результаты исследования представлены в графическом виде.

A model of dot gain with account of the influence of beam refraction is presented in the article. The dot gain includes two components: mechanical and optical. The process refraction affects the amount of displacement of the beam at the exit of the paper, which is used in the calculation of the dot radius increases. Dependence of value of dot gain on the size of a screen dot is presented in the article. To test the adequacy of the model were investigated prints made on a coated paper. The results of investigation are presented in the graphical form.

Введение. Под качеством продукции понимается совокупность показателей, определяющих степень пригодности продукции для использования по назначению и соответствующих требованиям нормативных документов. Одним из таких показателей в офсетной печати является относительная площадь растровых точек, которая характеризует процесс растискивания. Растискивание – это увеличение размера растровых точек. Этот дефект приводит к искажению полутонового изображения. Основными факторами, оказывающими влияние на увеличение растровой точки, являются:

- 1) давление между цилиндрами печатного аппарата;
- 2) количество подаваемой краски;
- 3) структурные свойства поверхности бумаги;
- 4) физико-механические свойства и степень износа офсетного полотна;
- 5) тип печатной машины.

Растискивание включает две составляющие: механическую и оптическую. Механическое растискивание проявляется при взаимодействии краски с бумагой под действием давления печатания. Причиной оптического растискивания является то, что луч, падая на пробельные элементы частично проникает в толщу бумаги, и, отразившись от ее структурных элементов, поглощается красочным слоем. При этом в толще бумаги происходит преломление света согласно закону преломления [1].

Целью данной работы является анализ учета влияния преломления света на показатель растискивания.

Основная часть. Оптические показатели качества оттиска измеряются с помощью ден-

ситометра. Данные приборы позволяют рассчитать относительную площадь растровой точки. При расчетах используется формула Мюррея – Дэвиса. Для уточнения результатов расчета вводится коэффициент Юла – Нильсена. Однако при этом не учитывается глубина проникновения света в толщу бумаги и микроструктура ее поверхности.

В модели растискивания кроме оптической составляющей следует учитывать влияние механической составляющей растискивания. На показатель растискивания оказывает влияние только первая фаза механического растискивания, которая заключается в растекании краски на бумаге. Модель процесса растискивания с учетом преломления луча, которое происходит внутри бумаги, представлена на рис. 1.

В работе [2] рассматривались четыре модели оптического растискивания. В процессе моделирования были приняты параметры освещения, соответствующие характеристикам спектроденситометра X-Rite 508, с помощью которого измеряется растискивание растровых точек. Глубина проникновения принималась равной средней высоте микронеровностей поверхности. Из четырех предложенных моделей оптического растискивания, наиболее подходящей для моделирования реального процесса офсетной печати, была выбрана четвертая. Данная модель учитывает влияние толщины красочного слоя и частичного поглощения излучения краской в случае прохождения светового потока внутрь бумаги.

Процесс преломления луча влияет на величину смещения луча при выходе из толщи бумаги, которая используется для расчета увеличения размера растровой точки.

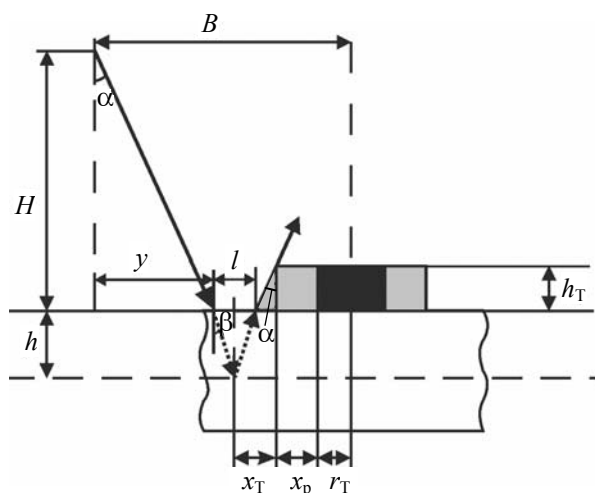


Рис. 1. Модель процесса растискивания с учетом преломления света: α – угол падения; β – угол преломления; l – смещение луча на выходе с учетом преломления; h – глубина проникновения света в толщу бумаги; x_T – увеличение радиуса растровой точки при оптическом растискивании, h_T – толщина красочного слоя; r_T – радиус растровой точки; B – расстояние от источника излучения до центра растровой точки; H – высота расположения источника освещения в денситометре, x_p – увеличение радиуса растровой точки при механическом растискивании

Выражение для расчета увеличения радиуса растровой точки при оптическом растискивании без учета преломления имеет следующий вид [2]

$$x_T = \frac{(h_T + h_S)(B - r)}{H + h_T + 2h}, \quad (1)$$

где h_T – толщина красочного слоя; h_S – глубина проникновения света в толщу листа; B – расстояние от источника излучения до центра растровой точки; r – радиус растровой точки; H – высота расположения источника освещения в денситометре.

Выражение (1) с учетом преломления луча примет вид

$$x_T = \frac{l}{2} + h_T \cdot \text{tg}(\alpha). \quad (2)$$

Толщина слоя краски на растровых точках оттиска рассчитывается по формуле [3]

$$h_T = h_{пл} \cdot \left(1 - \frac{L}{10^4} \cdot \sqrt{\frac{S_{\min}}{S_0}} \right), \quad (3)$$

где $h_{пл}$ – толщина сплошного красочного слоя (на плашке) оттиска, мкм; L – линиятура растра, см⁻¹; S_{\min} – площадь наименьших растровых точек, которые воспринимают печатную краску, мкм²; S_0 – относительная площадь растровой точки.

Ширина ореола растекания краски на бумаге определяется по формуле [4]

$$x_p = \sqrt{\frac{2K_{\Pi} \cdot P_0}{\eta}} \cdot t_{\text{конт}}, \quad (4)$$

где K_{Π} – коэффициент проницаемости пористой среды (бумаги); P_0 – давление в зоне печатного контакта; η – динамическая вязкость краски; $t_{\text{конт}}$ – время печатного контакта.

Величина растискивания определяется по формуле [4]

$$\Delta S = \left(\frac{x_T + x_p}{r} + 1 \right)^2 - 1. \quad (5)$$

Таким образом, подставив (3) в (2), а (2) и (4) в (5) получаем окончательное выражение для определения величины растискивания.

Значение смещения луча при выходе из толщ бумаги с учетом преломления зависит от фрактальной размерности поверхности бумаги и глубины проникновения света в толщу материала. Величина угла падения является величиной постоянной. Таким образом, оптическое увеличение радиуса растровой точки согласно выражению (2) будет зависеть от толщины красочного слоя, фрактальной размерности поверхности и максимальной высоты микронеровности поверхности бумаги.

На рис. 2 представлены зависимости растискивания для трех основных видов печатной бумаги.

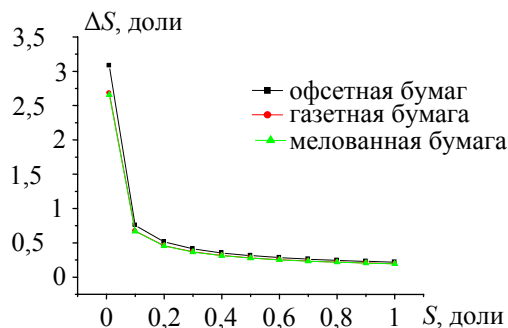


Рис. 2. Зависимости значения растискивания от размера растровой точки с учетом преломления

Расположение кривых показывает, что растискивание на мелованной бумаге имеет меньшую величину, чем на газетной и офсетной. Это объясняется влиянием механической составляющей на процесс растискивания. Показатель механического растискивания оказывает существенное влияние на мелованную бумагу и меньше влияет на газетную [4].

Для проверки адекватности модели реальным печатным процессам были исследованы оттиски, сделанные на мелованной бумаге. С помощью денситометра X-Rite 508 определены размеры растровых точек.

При анализе полученных значений были сделаны выводы, что значения размера растровых

точек для черной, голубой, пурпурной и желтой краски на практике получаются увеличенными. Наибольшее увеличение растровых точек в тенях характерно для черной краски. Для желтой краски увеличение размера растровых точек является минимальным. Наибольшее увеличение растровых точек наблюдается для голубой краски. Это объясняется оптическими свойствами красок, в частности ее прозрачностью. Так черная краска поглощает все лучи, отраженные поверхностной структурой, голубая, пурпурная и желтая краска поглощают лучи определенного спектра. Голубая краска поглощает луч красной зоны спектра, пурпурная – зеленой зоны спектра, желтая – синей зоны спектра. Однако реальные краски поглощают не только в данных зонах спектра, но и частично в других. Рассматриваемая модель рассчитана только на растискивание растровых точек черной точки, т. е. полное поглощение света при выходе из бумаги красочным слоем.

Радиус растровой точки с учетом оптического растискивания можно определить по формуле

$$r = x_T + r_T + x_p. \quad (6)$$

Размер растровой точки с учетом преломления и растискивания определяется по формуле [3]

$$S = \pi \cdot r^2 \cdot \left(\frac{L}{2,54 \cdot 10^4} \right)^2. \quad (7)$$

Значения размера растровой точки при печати и размера радиуса растровой точки с учетом преломления были рассчитаны для мелованной, офсетной и газетной бумаги при линиатуре 100 lpi.

На рис. 3 представлены зависимости значения растровой точки при печати с учетом преломления от исходного размера растровой точки.

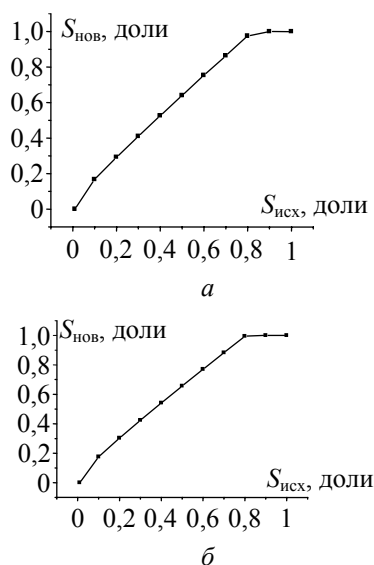


Рис. 3. Зависимость размера растровой точки с учетом преломления от исходного размера растровой точки: а — газетная бумага, б — офсетная бумага

На рис. 3а для газетной бумаги значение размера растровой точки для 50% растровой точки составляет 64%. На рис. 3б для офсетной бумаги значение размера растровой точки для 50% растровой точки составляет 65,1%.

Для мелованной бумаги на рис. 4 представлены расчетные значения размера растровой точки и измеренные на оттисках.

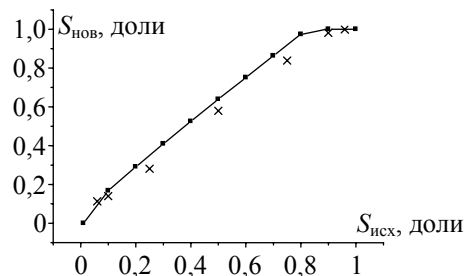


Рис. 4. Зависимость размера растровой точки с учетом преломления от исходного размера растровой точки для мелованной бумаги

Можно отметить, что измеренные значения меньше, чем теоретические. Для 50% растровой точки расчетное значение составляет 63,9%, а измеренное значение 58%. Это объясняется недостаточной точностью модели и различием в характеристиках бумаги и условиях печати для исследуемого оттиска и рассматриваемой модели.

Закключение. Результатом работы является модель, которая учитывает влияние нелинейного эффекта преломления света. Модель позволяет определить показатель оптического растискивания с учетом смещения луча при выходе из толщи бумаги. Данную модель можно использовать для интегрированной оценки процесса офсетной печати.

Литература

1. Кулак, М. И. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы / М. И. Кулак, С. А. Ничипорович, Д. М. Медяк. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 419 с.
2. Медяк, Д. М. Структурная модель оптического растискивания растровых точек / Д. М. Медяк // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. – 2008. – Вып. XVI. – С. 22–25.
3. Раскин, А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. – М.: Книга, 1989. – 432 с.
4. Кулак, М. И. Закономерность влияния давления печатного контакта на изменение размера растровых точек / М. И. Кулак, Д. М. Медяк, О. П. Старченко // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2007. – №1. – С. 61–67.

Поступила 23.04.2013