

## УЧЕТ ФРАКТАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕЧАТНОГО КОНТАКТА ПРИ РАСЧЕТЕ МАТЕРИАЛОВ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА

In article technological calculations of the basic materials of printed process are resulted in view of the developed model of ink transfer. Results allow to estimate economy of a paper and a ink, decrease of time and labour input of carried out operations.

Исследование свойств бумаги, краски, построение фрактальной модели краскопереноса позволило оптимизировать процесс переноса краски с формы на бумагу и повысить эффективность технологии печатания. Предложенная модель краскопереноса позволяет повысить качество печатной продукции, снизить расход краски при печатании, уменьшить количество отходов на технологические нужды, уменьшить время на подготовительные операции и общее время печатания [1–3].

Произведем расчет основных материалов. В качестве исходных данных для расчета будут использоваться следующие параметры: средний тираж изданий ( $T$ ) — 16 тыс. экземпляров; средняя красочность ( $K_{cp}$ ) — 1,6; средний объем издания в печатных листах ( $V$ ) — 14 печ. л.; формат бумаги ( $\Phi$ ) — 60×90 см; масса 1 м<sup>2</sup> бумаги ( $M$ ) — 70 г; среднее количество бумажных листов на приладку в технологических инструкциях ( $\Pi_1$ ) — 30 бум. л.; количество бумажных листов на приладку с учетом предложенной модели краскопереноса ( $\Pi_2$ ) — 6 бум. л. Необходимо отметить, что разработанная в данной статье модель краскопереноса, основанная на определении краскостойкости печатной бумаги, позволяет сократить количество приладочных оттисков при печатании тиража.

Определим количество бумаги на приладку  $K_{бум}$  с учетом расхода 30 бум. л. и 6 бум. л. на каждую печатную форму по следующей формуле:

$$K_{бум} = (\Pi \times V \times K_{cp} \times \Phi \times M) / 1000. \quad (1)$$

$$K_{бум1} = (\Pi_1 \times V \times K_{cp} \times \Phi \times M) / 1000 = (30 \times 14 \times 1,6 \times 0,6 \times 0,9 \times 70) / 1000 = 25,4 \text{ кг.}$$

$$K_{бум2} = (\Pi_2 \times V \times K_{cp} \times \Phi \times M) / 1000 = (6 \times 14 \times 1,6 \times 0,6 \times 0,9 \times 70) / 1000 = 5,1 \text{ кг.}$$

Как показывают расчетные данные, экономия бумаги на приладку с учетом сокращения приладочных оттисков для одного тиража объемом 14 печ. л. составила 83,3%.

Учитывая, что среднее количество изданий по Республике Беларусь за год составляет 6064 наименований ( $N$ ), можно рассчитать годовую экономию бумаги  $\mathcal{E}_{бум}$ :

$$\mathcal{E}_{бум.} = (\Pi_1 - \Pi_2) \times K_{cp} \times V \times N. \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_{бум} = (30 - 6) \times 1,6 \times 14 \times 6064 = 3\,260\,007 \text{ бум. л.}$$

Экономия бумаги в весовом выражении составит

$$\mathcal{E}_{бум.вес} = (\mathcal{E}_{бум} \times \Phi \times M) / 1000. \quad (3)$$

$$\mathcal{E}_{бум.вес} = (3\,260\,007 \times 0,6 \times 0,9 \times 70) / 1000 = 123\,229 \text{ кг.}$$

Таким образом, годовая экономия бумаги по республике за счет сокращения приладочных оттисков на основе использования новой модели краскопереноса составила 123,3 тонны.

Рассмотрим, какое влияние оказывает предложенная в данной работе модель перехода краски с формы на бумагу в процессе печатания на расход печатной краски. Для этого, используя исходные данные, необходимо определить количество листо-прогонов и краско-оттисков с учетом среднего значения технических отходов на приладку в технологических инструкциях, а также с учетом сокращения количества приладочных оттисков.

Количество листо-прогонов ( $L$ ) для данного тиража определялось по формуле

$$L = T \times V. \quad (4)$$

$$L = 16\,000 \times 14 = 224\,000 \text{ листо-прогонов.}$$

Количество краско-оттисков с учетом средней красочности составило

$$K_{\text{отт}} = L \times K_{\text{ср}}. \quad (5)$$

$$K_{\text{отт}} = 224\,000 \times 1,6 = 358\,400 \text{ краско-оттисков.}$$

Далее было определено общее количество листо-прогонов с учетом технических отходов на приладку:

$$L_{\text{т.о.}} = L + (\Pi \times K_{\text{ср}} \times V). \quad (6)$$

Расчет общего количества листо-прогонов производился с учетом сокращения количества листов на приладку.

$$L_{\text{т.о.1}} = L + (\Pi_1 \times K_{\text{ср}} \times V) = 224\,000 + (30 \times 1,6 \times 14) = 224\,672 \text{ листо-прогонов.}$$

$$L_{\text{т.о.2}} = L + (\Pi_2 \times K_{\text{ср}} \times V) = 224\,000 + (6 \times 1,6 \times 14) = 224\,135 \text{ листо-прогонов.}$$

На основе полученных данных также было определено общее количество краско-оттисков с учетом сокращения бумажных листов на приладку:

$$K_{\text{отт.т.о.}} = L_{\text{т.о.}} \times K_{\text{ср}}. \quad (7)$$

Общее количество краско-оттисков составило:

$$K_{\text{отт.т.о.1}} = L_{\text{т.о.1}} \times K_{\text{ср}} = 224\,672 \times 1,6 = 359\,475 \text{ краско-оттисков.}$$

$$K_{\text{отт.т.о.2}} = L_{\text{т.о.2}} \times K_{\text{ср}} = 224\,135 \times 1,6 = 358\,616 \text{ краско-оттисков.}$$

Используя нормы расхода краски на печатание 1000 краско-оттисков, можно определить экономию краски при печатании с учетом оптимизации процесса перехода краски на основе фрактальной модели краскопереноса. Для расчета будем использовать данные норм расхода  $N_{\text{расх}}$  для печати многокрасочной продукции, которые составляют 100 г на 1000 краско-оттисков. Также необходимо учесть, что данные норм приведены для формата краско-оттисков 60×90 см, и, соответственно, коэффициент перевода  $K_{\text{пер}}$  к данному формату составляет 1.

Определим количество краски на печать рассматриваемого тиража с учетом сокращения приладочных оттисков по следующей формуле:

$$K_{\text{кр.}} = (K_{\text{отт.т.о.}} \times K_{\text{пер}} \times N_{\text{расх}}) / 10^6. \quad (8)$$

$$K_{\text{краски1}} = (K_{\text{отт.т.о.1}} \times K_{\text{пер}} \times N_{\text{расх}}) / 10^6 = (359\,475 \times 1 \times 100) / 10^6 = 35,9475 \text{ кг.}$$

$$K_{\text{краски2}} = (K_{\text{отт.т.о.2}} \times K_{\text{пер}} \times N_{\text{расх}}) / 10^6 = (358\,616 \times 1 \times 100) / 10^6 = 35,8616 \text{ кг.}$$

На основе полученных расчетных данных определим процент экономии краски на печать тиража, который составляет 0,16%.

Учитывая, что среднее количество наименований книжных изданий за год по республике составляет 6064 наименований, определим годовую экономию краски  $\mathcal{E}_{\text{краски}}$  по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{краски}} = (K_{\text{краски1}} - K_{\text{краски2}}) \times N. \quad (9)$$

$$\mathcal{E}_{\text{краски}} = (35,9475 - 35,8616) \times 6064 = 521 \text{ кг.}$$

Помимо определения экономии расхода краски на печать тиража за счет сокращения приладочных оттисков и определения годовой экономии краски, был оценен расход краски при печати с точки зрения краскостойкости различных видов бумаги, поскольку показатель краскостойкости бумаги в условиях печатания — это величина, непосредственно связанная с расходом краски в красочном аппарате. Поскольку наибольшей краскостойкостью обладают офсетные и газетные бумаги, то и расход краски при печатании на данных бумагах будет наибольшим [4].

Для определения расхода краски были использованы нормы расхода краски на 1000 краско-оттисков для печати фоновой продукции (554 г), что составило 0,554 г на один краско-оттиск. Данные нормы были взяты на формат 60×90 см. С учетом формата получаем расход краски ( $P$ ) на 1 см<sup>2</sup>, равный  $0,554 / (60 \times 90) = 1,025 \times 10^{-4} \text{ г/см}^2$ , что составляет  $1,025 \times 10^{-12} \text{ г/мкм}^2$ . С учетом расхода краски и ее плотности ( $\rho = 1 \times 10^{12} \text{ г/мкм}^3$ ) была определена толщина красочного слоя на оттиске при накате по следующей формуле:

$$h = P / \rho. \quad (10)$$

$$h = 1,025 \times 10^{-12} / 1 \times 10^{-12} = 1,025 \text{ мкм.}$$

При этом расход краски при накате определялся как отношение краскостойкости бумаги ( $K_{\text{см}}$ ) к толщине красочного слоя на оттиске при накате краски ( $h$ ) и при данных условиях для различных видов бумаг составил следующие значения, приведенные в таблице.

Как показывают данные таблицы, наибольшим расходом краски будут обладать офсетные и газетные бумаги, что связано с наиболее развитыми их поверхностями.

Помимо определения расхода основных материалов печатного процесса и их экономии за счет сокращения приладочных оттисков, немаловажно определение экономии времени печатания тиража. Для определения этого показателя были использованы

Таблица

### Определение расхода краски при печатании

Вид бумаги	Краскостойкость $K_{\text{см}}$	Расход краски
Мелованные бумаги		
Люми Арт	0,369	0,360
Юнион Силк	2,785	2,714
Юнион Арт	1,090	1,062
Люми Силк	3,209	3,128
Картон Малмеро	3,748	3,653
Офсетные бумаги		
Офсетная №1	1,361	1,327
Дата Копи	1,603	1,562
Кондопогского ЦБК	1,524	1,485
Газетные бумаги		
АО Волга	2,696	2,628
Балахнинского ЦБК	1,910	1,862
Цветная бумага Балахнинского ЦБК	1,702	1,659

данные норм времени на операции приладки, которые составили  $N_{\text{прил1}} = 0,5$  часа и с учетом сокращения приладочных оттисков  $N_{\text{прил2}} = 0,17$  часа.

Используя данные нормы, было определено время на все приладки:

$$V_{\text{прил}} = N_{\text{прил}} \times V. \quad (11)$$

$$V_{\text{прил1}} = N_{\text{прил1}} \times V = 0,5 \times 14 = 7 \text{ часов.}$$

$$V_{\text{прил2}} = N_{\text{прил2}} \times V = 0,17 \times 14 = 2,38 \text{ часа.}$$

Учитывая полученные данные, было определено, что сокращение времени на подготовительные операции к печатанию тиража составило 66%.

Далее было определено время печатания тиража без учета времени на приладки. При этом были использованы нормы выработки на печать  $N_{\text{выр}} 1000$  листо-прогонов, которые в среднем составили 9 часов.

$$V_{\text{печ}} = L_{\text{т.о}} / N_{\text{выр}} \times 1000. \quad (12)$$

$$V_{\text{печ1}} = L_{\text{т.о1}} / N_{\text{выр}} \times 1000 = 224\,420 / 9 \times 1000 = 24,94 \text{ часа.}$$

$$V_{\text{печ2}} = L_{\text{т.о2}} / N_{\text{выр}} \times 1000 = 224\,070 / 9 \times 1000 = 24,90 \text{ часа.}$$

Общее время печатания было определено:

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{печ}} + V_{\text{прил}}. \quad (13)$$

$$V_{\text{общ1}} = V_{\text{печ1}} + V_{\text{прил1}} = 24,94 + 7 = 31,94 \text{ часа.}$$

$$V_{\text{общ2}} = V_{\text{печ2}} + V_{\text{прил2}} = 24,90 + 2,38 = 27,28 \text{ часа.}$$

Определим экономию времени на печать среднего тиража:

$$\mathcal{E}_{\text{времени}} = V_{\text{общ1}} - V_{\text{общ2}}. \quad (14)$$

$$\mathcal{E}_{\text{времени}} = 31,94 - 27,28 = 4,66 \text{ часа.}$$

Таким образом, расчеты показали, что экономия времени при печати среднего тиража составила 14,6%.

Учитывая, что среднее количество наименований книжных изданий за год по республике составляет 6064 наименований, определим годовую экономию времени на печатание по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{времени год}} = \mathcal{E}_{\text{времени}} \times 6064. \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_{\text{времени год}} = \mathcal{E}_{\text{времени}} \times 6064 = 4,66 \times 6064 = 28\,258 \text{ часа.}$$

Полученные данные свидетельствуют о том, что предложенная модель краскопереноса позволяет усовершенствовать процесс переноса краски и снизить затраты времени и материалов при печатании тиража. Расчетные данные показали, что годовая экономия материалов и времени по республике составили: экономия бумаги — 123,3 тонны, экономия краски — 521 кг, экономия времени на печатание — 28 258 часов.

Таким образом, учитывая фрактальный характер процесса краскопереноса, можно увеличить эффективность технологии печатания в современных условиях за счет повышения качества печатной продукции путем оптимизации технологического процесса с учетом конкретных особенностей данного технологического варианта, а также за счет экономии используемых материалов, времени, снижения отходов и трудоемко-

сти выполняемых операций. Именно этим и обуславливается возможность применения разработанной модели и результатов исследований в технологии печатных процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Попрядухин П. А. Технология печатных процессов. — М.: Книга, 1968. — 360 с.
2. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания. — М.: Книга, 1965. — 368 с.
3. Раскин А. Н., Ромейков И. В., Бирюкова Н. Д. Технология печатных процессов. — М.: Книга, 1989. — С. 327—343.
4. Пиотух И. Г., Пласконная Н. В., Медяк Д. М. Влияние фрактальных особенностей микроструктуры поверхности на краскоемкость печатной бумаги // Издательско-полиграфический комплекс на пороге третьего тысячелетия: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. / БГТУ. — Минск, 2001. — С. 67—74.