

ВЛИЯНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭТИКЕТОЧНЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА НА ПРОЦЕСС КРАСКОПЕРЕНОСА

Article explores the fractal structure of the label types of paper and paperboard. Based on the factors determining the saturation constructed according to the transport coefficients of the thickness of the layer of paint on paper. This allows you to take into account the impact of surface researched on the transfer of paint and more efficient printing technology.

Введение. Довольно большим сегментом на рынке полиграфических услуг является упаковочная и этикеточная продукция, которая в последнее время развивается достаточно динамично. Специфика производства упаковки и этикеток состоит в том, что печатание в данном случае является одним из важнейших этапов изготовления продукции, причем требования к данной продукции зависят от характера продукта и могут быть весьма разнообразными.

Доля этикеточных видов бумаги внутри огромного бумажного рынка относительно мала. Тем не менее, для этого специального сегмента требуется широкий ассортимент сортов бумаги с различными свойствами. Качество этикеточной бумаги должно гарантировать не только высокий уровень печати, но и обеспечивать ее пригодность к лакированию, бронзированию и тиснению фольгой.

Этикетка, как правило, содержит описание продукта, находящегося внутри упаковки. Но наряду с этой чисто информативной задачей этикетка призвана выполнять и ряд других функций. С одной стороны, она должна представить товар как изделие самого высокого качества, с другой — быть недорогой. Именно поэтому требования к печатным свойствам этикеточных видов бумаги достаточно высоки. Решение этих задач отводится дизайнерам, печатникам и производителям бумаги, имеющим большой практический опыт.

К современным упаковочным картонам также предъявляются высокие требования. Они должны быть технологичными для обработки в процессе запечатывания и выполнения послепечатных операций, а также иметь высокие эксплуатационные характеристики. Как правило, картоны имеют многослойную структуру. На поверхностные слои могут наноситься покрытия, изменяющие гладкость, оптические характеристики и механическую прочность поверхности картона, что в итоге сказывается на качестве печатной продукции.

Под печатными свойствами картона понимают совокупность характеристик, определяющих его пригодность для печатания. Печатные свойства упаковочных картонов зависят главным образом от качества поверхностного слоя, прежде всего — от его гладкости, способности к восприятию краски и механической

прочности, а также определяются деформационными свойствами.

Гладкость поверхности картона определяет его разрешающую способность, то есть минимальные размеры воспроизводимых элементов изображения. Чем выше гладкость, тем меньшее давление нужно приложить при печатании, тем выше качество изображения и тем меньше расход краски. Существенно улучшает гладкость поверхности картона нанесение покрытий, например мелование.

Возросшие требования к качеству печатной продукции требуют детального изучения процесса переноса краски с формы на запечатываемый материал. При этом большое внимание уделяется исследованию микроструктуры поверхности запечатываемых материалов. К таким материалам помимо обычной бумаги относят этикеточную бумагу и картон.

Основная часть. Изучение микроструктуры поверхности этикеточной бумаги и картона производилась на основе теории фракталов. В качестве исходных данных использовались ранее полученные результаты по исследованию фрактальных свойств поверхностей, на основании которых были найдены фрактальная размерность микропрофилей и фрактальная размерность поверхности этикеточных видов бумаги и картона различных фирм-производителей, что позволило определить их краскоемкость $G_{кр}^c$ [1]. Данные краскоемкости этикеточных видов бумаги соответствуют толщине красочного слоя на оттиске, равного 1 мкм, картона — 0,9 мкм.

Далее для изучения процесса краскопереноса был рассчитан коэффициент насыщения внешней поверхности бумаги краской при заданном количестве ее на форме в области рабочих толщин красочного слоя

$$K_H = \frac{0,5(h_\phi - b)}{h_{отт.макс} (1 - \tilde{h}_{макс}^{2-D_s})}. \quad (1)$$

Для этих целей была определена максимальная толщина слоя краски на форме

$$h_{\phi,макс} = b + 2h_{отт.макс} (1 - \tilde{h}^{2-D_s}). \quad (2)$$

Исходные данные для расчетов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Параметры структуры и краскостоемости этикеточных видов бумаги

Этикеточная бумага	Плотность, г/м ²	D_s	$G_{кр}^e$	$h_{ф.макс}$, мкм
Jamsa Coat	80	2,323	0,687	3,812
Royal Parade M		2,310	0,764	3,796
Royal Trega		2,384	0,811	4,262
Salach papier		2,262	0,654	2,782
Kaubillprint	70	2,282	0,662	3,226

Таблица 2

Параметры структуры и краскостоемости картона

Картон	Плотность, г/м ²	D_s	$G_{кр}^e$	$h_{ф.макс}$, мкм
Strompack	180	2,305	0,696	2,864
Балтика	230	2,289	0,568	2,438
Хром-эрзац	320	2,392	0,721	3,108
Полиграфический марки «М»	240	2,348	0,786	3,384
	370	2,449	0,832	3,520
	420	2,383	0,804	3,878

Результаты расчетов позволили построить зависимости коэффициента насыщения этикеточных видов бумаги и картона от толщины слоя краски на форме, приведенные на рис. 1 и 2. Как показывают полученные результаты, коэффициент насыщения для исследуемых образцов достигается при разной толщине слоя краски на печатной форме.

Так, для этикеточной бумаги Salach papier величина K_n , равная 100%, соответствует толщине слоя краски на форме 2,728 мкм, для бумаги Royal Trega — 4,262 мкм. Значительный разброс по толщине объясняется более развитой структурой поверхности бумаги Royal Trega, требующей большего количества печатной краски для заполнения всех микронеровно-

стей. Образцы этикеточной бумаги Jamsa Coat и Royal Parade M имеют близкие значения толщин слоя краски на форме, составляющие соответственно 3,812 и 3,796 мкм, при которых достигается их насыщение.

Аналогичные зависимости также представлены для различных видов картона. Широкий диапазон значений толщины слоя краски на форме обуславливается различиями микроструктуры поверхности исследуемых образцов. Так, картон Strompack и Балтика характеризуется наименьшей шероховатостью структуры поверхности, что обеспечивает меньшую толщину слоя краски на форме, при которой коэффициент насыщения достигает максимального значения.

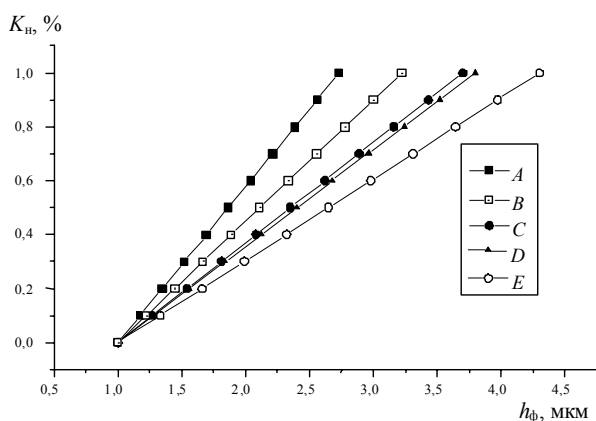


Рис. 1. Зависимость коэффициента насыщения этикеточных видов бумаги от толщины слоя краски на печатной форме: A — Salach papier; B — Kaubillprint; C — Jamsa Coat; D — Royal Parade M; E — Royal Trega

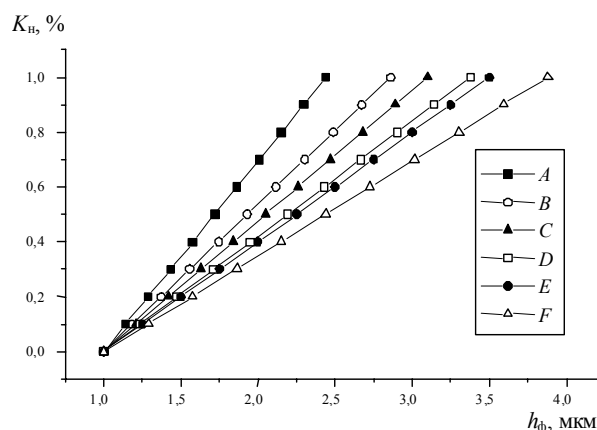


Рис. 2. Зависимость коэффициента насыщения картона от толщины слоя краски на печатной форме: A — Балтика; B — Strompack; C — хром-эрзац; D — марки «М» (240 г/м²); E — марки «М» (420 г/м²); F — марки «М» (370 г/м²)

Наиболее развитой структурой будут обладать образцы картона полиграфического марки «М» (240, 370, 420 г/м²). Также необходимо отметить, что скорость возрастания коэффициента насыщения для данных образцов гораздо ниже по сравнению с образцами картона Балтика и Strompack.

На основании данных краскоемкости этикеточных видов бумаги и картона был определен коэффициент краскопереноса, характеризующий степень переноса краски с формы на запечатываемый материал в зависимости от толщины слоя на печатной форме [2]. Расчет проводился на основании уравнения краскопереноса, имеющего следующий вид:

$$K_{II} = \frac{1 - e^{-kx}}{x} \left\{ G_{кр}^e \left(1 - e^{-\frac{x}{G_{кр}^e}} \right) + f \times \left[x - G_{кр}^e \left(1 - e^{-\frac{x}{G_{кр}^e}} \right) \right] \right\} \quad (3)$$

Данное уравнение позволяет учесть особенности микроструктуры поверхности исследуемых видов бумаги и картона на основании параметра краскоемкости, который, в свою очередь, характеризует минимальное количество краски, необходимое и достаточное для заполнения всех неровностей исследуемых поверхностей в момент печатного контакта [3]. Краскоемкость бумаги определяется с использованием характеристических кривых краскопереноса, т. е. зависимостей коэффициента переноса от толщины слоя краски на печатной форме, которые приведены на рис. 3 и 4.

Анализ зависимостей, представленных на рис. 3, позволяет отметить, что максимальное значение коэффициента переноса K_{II} для эти-

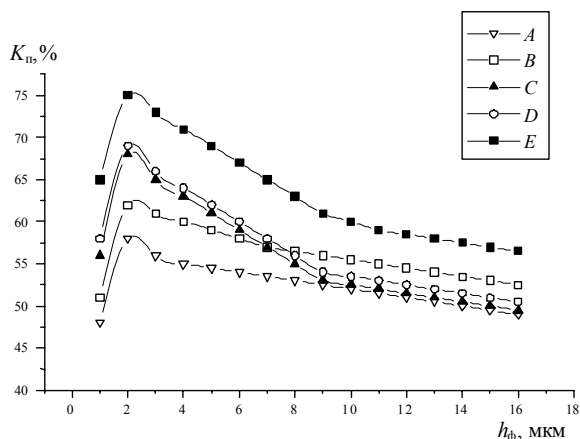


Рис. 3. Зависимость коэффициента переноса этикеточной бумаги от толщины слоя краски на печатной форме: *A* — Salach papier; *B* — Kaubillprint; *C* — Jamsa Coat; *D* — Royal Parade M; *E* — Royal Trega

кеточных видов бумаги соответствует толщине слоя краски на печатной форме $h_{\phi} \approx 2$ мкм. При этом для данных видов бумаги характерен достаточный разброс максимальных значений K_{II} , который равен 58% для бумаги Salach papier и 75% для бумаги Royal Trega. Также для этикеточных видов бумаги Jamsa Coat и Royal Parade M полученные зависимости имеют практически одинаковый характер, связанный с особенностями микроструктуры их поверхности.

Все рассмотренные виды этикеточной бумаги характеризуются очень высокой скоростью возрастания коэффициента краскопереноса, который увеличивается пропорционально росту количества краски на форме. Это означает, что на данном участке прирост толщины слоя краски на оттиске будет опережать прирост толщины слоя краски на форме.

Увеличение K_{II} будет продолжаться до тех пор, пока при определенной толщине красочного слоя на форме все неровности поверхности бумаги не окажутся полностью покрытыми краской. При этом площадь контакта краски с запечатываемым материалом становится равным 100%. Именно в данной точке кривая переходит в область насыщения, при этом прирост слоя краски на оттиске замедляется, а K_{II} достигает максимального значения [4].

Характер рассматриваемых зависимостей после достижения максимума будет несколько иной. Увеличение толщины слоя краски на форме приводит к постепенному утолщению слоя краски на оттиске, однако коэффициент переноса начинает уменьшаться, поскольку прирост толщины слоя краски на форме начинает опережать прирост толщины слоя краски на оттиске, т. е. бумага теряет способность воспринимать дополнительное количество печатной краски.

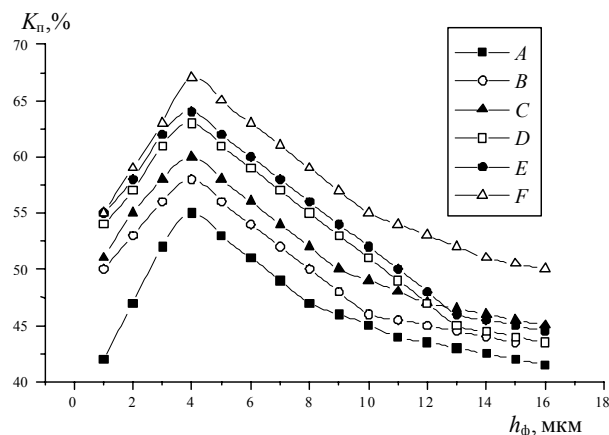


Рис. 4. Зависимость коэффициента переноса картона от толщины слоя краски на печатной форме: *A* — Балтика; *B* — Strompack; *C* — хром-эрзац; *D* — марки «М» (240 г/м²); *E* — марки «М» (420 г/м²); *F* — марки «М» (370 г/м²)

Так, образцы бумаги Royal Parade M, Jansa Coat и Royal Trega характеризуются резким снижением коэффициента переноса после достижения им максимального значения, в то время как полученные зависимости для образцов бумаги Salach papier и Kaubillprint имеют более плавный характер.

Анализируя форму кривых на рис. 4, можно отметить, что представленные зависимости характеризуются быстрым ростом коэффициента переноса печатной краски, имеют ярко выраженный максимум и высокую скорость уменьшения переноса краски с формы на запечатываемый материал. Максимальное значение коэффициента переноса находится в области полного насыщения бумаги краской. При этом диапазон толщин красочного слоя на форме достаточно узок, что свидетельствует о необходимости тщательного соблюдения всех режимных параметров процесса и настроек печатного оборудования. Любое отклонение может привести к изменению количества переносимой краски, оптической плотности и потере качества изображения в процессе печатания тиража.

Коэффициенты переноса печатной краски исследуемых образцов изменяются в достаточно широком диапазоне: от 55% для картона Балтика и 67% для картона марки М (370 г/м²). Наиболее близкие значения K_n имеют образцы картона полиграфического марки «М» (240 и 420 г/м²). Максимумы коэффициентов переноса соответствуют толщине красочного слоя на форме $h_{\phi} \approx 4$ мкм.

Закключение. Используемая в настоящее время технология печатания отличается высокой степенью автоматизации на всех стадиях обработки. Происходит постоянное совершенствование печатных технологий и оборудования, наблюдается снижение основного технологического времени печатания, при этом качество печатной продукции постоянно улучшается. Все это в полной мере относится к этикеточно-упаковочной продукции, качество которых должно соответствовать потребительским целям. При этом можно отметить высокую приспособляемость данных материалов постоянно улучшающемуся качеству печати. Именно с этой точки зрения важно знать характеристики запечатываемых материалов.

Рассмотренный в данной статье подход к изучению структуры поверхности этикеточных видов бумаги и картона позволяет теоретически описать и раскрыть сущность процесса краскопереноса. Это позволяет повысить качество печатной продукции и уменьшить расход печатной краски, поскольку в реальном печатном процессе,

даже незначительное увеличение количества краски на форме больше технологически необходимого значения приводит к значительному снижению качества оттиска. При этом расход печатной краски будет неоправданно большим.

Учет фрактальной структуры поверхности этикеточных видов бумаги и картона позволит на основе фрактальной модели краскопереноса повысить эффективность технологии печатания в современных условиях за счет повышения качества печатной продукции с учетом конкретных особенностей данного технологического варианта, а также за счет экономии используемых материалов, времени, снижения отходов и трудоемкости выполняемых операций. В первую очередь произойдет снижение расхода печатной краски, поскольку расход краски всегда определяет состояние запечатываемой поверхности. Чем менее развита микроструктура поверхности бумаги, тем меньше расход краски, выше качество изображения и ниже вероятность возникновения отмарывания и ряда других дефектов. Кроме того, уменьшение толщины красочного слоя на оттиске способствует использованию в полной мере максимальной скорости печатного оборудования и сокращению времени печатания тиража.

Таким образом, исследование фрактальной структуры поверхностей этикеточных видов бумаги и картона позволяет учесть вклад неоднородной структуры бумаги и картона в процесс переноса краски с формы на запечатываемый материал. Проведенный эксперимент подтверждает результаты, которые были получены ранее при исследовании мелованных, офсетных и газетных видов бумаги.

Литература

1. Кулак, М. И. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления / М. И. Кулак, С. А. Ничипорович, Д. М. Медяк. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 420 с.
2. Кулак, М. И. Фрактальная механика материалов / М. И. Кулак. – Минск: Выш. шк., 2002. – 304 с.
3. Пиотух, И. Г. Влияние фрактальных особенностей микроструктуры поверхности на краскостойкость печатной бумаги / И. Г. Пиотух, Н. В. Пласконная, Д. М. Медяк // Издательско-полиграфический комплекс на пороге третьего тысячелетия: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / БГТУ. – Минск, 2001. – С. 67–74.
4. Раскин, А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. – М.: Книга, 1989. – 432 с.

Поступила 18.12.2008.