

Картонная упаковка — оптимальное решение

Михаил КУЛАК, д-р физ. мат. наук, профессор, зав. кафедрой полиграфии БГТУ,
Диана МЕДЯК, Инна ПИВОВАРЧИК, Ольга ЯРОШ, инженеры БГТУ

Картонная упаковка — признанный лидер в мировой перерабатывающей промышленности. Выбор упаковочного материала может быть основан не только на его технологических и декоративных свойствах, но и на структурных, которые зачастую немаловажны, а порой и определяют выбор того или иного материала для оформленной полиграфическим способом упаковки.

В Беларуси традиционно сильные позиции у производителей книжно-газетно-журнальной продукции. Вместе с тем в последние годы значительно возрос интерес к высококачественной упаковке. Производители товаров и продуктов, попав в условия жесткой конкуренции, осознали, что кроме производства товара необходимо его и правильно преподнести потребителю. Красивая, грамотно сделанная упаковка способна сама по себе заинтересовать потребителя, а это положительно отразится на объеме продаж и конкурентной борьбе. Рынок нашей страны пока еще не насыщен упаковочной продукцией, однако этот сектор полиграфии наиболее перспективный и стремительно развивается.

Потребительские свойства, которыми должен обладать картон, — это комплекс свойств, определяющих качество полиграфической продукции в соответствии с условиями ее использования. К ним относятся оптические свойства, внешний вид, фактура материала и другие. Технологические или рабочие свойства картона определяют поведение и взаимодействие материалов в процессе изготовления полиграфической продукции.

С целью определения и детального изучения комплекса свойств упаковочных картонов экспериментально исследовались шесть образцов картона различных фирм-производителей: «Strompack» фирмы «Stromsdal» (Финляндия), «Балтика» фирмы-производителя «International Paper» (Польша), «хром-эрзац мелованный» Санкт-Петербургского картонно-полиграфического комбината, три вида полиграфического картона Слонимского картонно-бумажного завода «Альбертин» с массами 240, 370, 420 г/м².

Изучение структуры запечатываемой поверхности картона производилось на основе теории фракталов, с помощью такого показателя, как фрактальная размер-

ность, посредством специально разработанной методики и соответствующего программного обеспечения. Результаты математической обработки данных, а также основные характеристики полиграфических картонов сведены в обобщающую таблицу.

Анализ табличных значений показывает, что разброс величин фрактальных размерностей поверхности лежит в пределах от 2,289 до 2,449, причем наибольшие ее значения свойственны для трех образцов картона Слонимского картонно-бумажного завода «Альбертин». Следовательно, этот картон характеризуется наибольшей шероховатостью структуры поверхности, которая находится в прямой зависимости от технологии его изготовления. Наименее развитую поверхность имеют картоны «Балтика» и «Strompack».

Кроме того, при исследовании фрактальных свойств поверхности картона была установлена связь механических, оптических, прочностных, физических и печатных характеристик от величины фрактальной размерности, при помощи прикладных программ были получены регрессионные уравнения, позволяющие описывать полученные зависимости. Графические функции, полученные в результате расчета краскоемкости и коэффициента переноса краски, наглядно иллюстрируют взаимосвязь значения фрактальной размерности и печатных характеристик картонов.

На рис. 1 отражена зависимость поперечной жесткости картона от величины фрактальной размерности. Видно, что график имеет возрастающий характер. По мере увеличения шероховатости поверхности картона, а значит, и значения фрактальной размерности, увеличивается поперечная жесткость материала, что происходит вследствие увеличения степени уплотнения структуры картона. На графике экспериментально полученные данные аппроксимированы зависимостью, рег-

рессионное уравнение которой $y = 183,282x^2 - 472,494x + 307,894$.

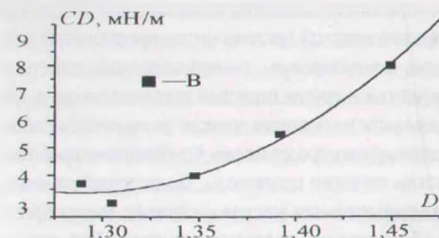


Рис. 1. Зависимость поперечной жесткости картона от фрактальной размерности: В — экспериментальные данные

Прочность поверхности является мерой сопротивления картона выщипыванию волокон. Однако прочность картона зависит не от прочности отдельных его компонентов, а от прочности самой структуры картона, которая формируется в процессе производства. Как видно из приведенного ниже рис. 2, функция, которая отражает зависимость величины выщипывания для различных марок картона от фрактальной размерности, имеет экстремум. По мере увеличения фрактальной размерности поверхности выщипывание будет увеличиваться. Однако при достижении определенной величины уплотнения структуры шероховатость начнет снижаться и величина выщипывания будет убывать. Регрессионное уравнение, описывающее данную зависимость $y = -130,181x^2 + 365,552x - 254,255$.

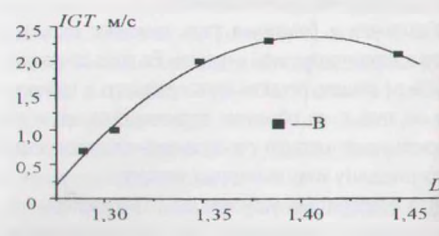


Рис. 2. Зависимость выщипывания картона от фрактальной размерности: В — экспериментальные данные

Таблица. Фрактальная размерность микропрофилей и характеристики картона

Наименование	Картон «Strompack» (Финляндия)	Картон «Балтика» (Польша)	Картон «хром-эрзац мелованный» (С.-Петербург)	Картон полиграфический марки «М» (Слоним)		
Масса метра квадратного, г/м ²	180	230	320	240	370	420
Фрактальная размерность поверхности	2,305	2,289	2,392	2,348	2,449	2,383
Размах микронеровностей, мкм	7,11	1,77	4,73	11,87	13,66	11,31
Толщина, мкм	250	314	390	300	400	450
Жесткость, мН/м	6,5/3,0	7,3/3,7	16,5/5,5	—/4	—/8	—/9
Влажность, %	7,5	7,2–8,2	6,9–7,2	6,0	5,0–6,0	6,0
Белизна, %	105	—	85	85	85	86
Глянecь, %	50	50	—	—	—	—
Гладкость, сек	—	—	100	100	120	150
Сопротивление расслаиванию, дж/м ²	120	110	—	110	110	120
Впитываемость, г/м ²	30–50	50	60	27	45	50
Сила поверхности, м/с	1,0	0,7	—	2,0	2,1	2,3

По ходу проведения эксперимента также были получены данные, отражающие зависимость других свойств картона от величины фрактальной размерности. По ним были подобраны зависимости, регрессионные уравнения которых имеют следующий вид:

а) $y = 1601x^2 - 4204x + 2766$ — зависимость продольной жесткости картона от величины фрактальной размерности. Картон обладает свойством анизотропии, т.е. различием свойств в трех измеряемых взаимно перпендикулярных направлениях. Анизотропия обусловлена технологией изготовления картона и свойствами волокна. Жесткость картона в продольном направлении больше, чем в поперечном. Аналогично, как и в случае с поперечной жесткостью, с увеличением фрактальной размерности продольная жесткость картона также возрастает.

б) $y = 51,895x - 66,221$ — функциональная зависимость гладкости картона от величины фрактальной размерности. Под гладкостью понимают сомкнутость поверхности картона или бумаги, и чем она больше, тем меньше размах между вершиной самого высокого пика и глубиной самой низкой впадины. Картоны разных видов, в зависимости от тщательности изготовления, имеют различные сочетания макро- и микронеровностей. Как видно из полученного регрессионного уравнения, с увеличением фрактальной размерности гладкость картона уменьшается.

в) $y = 251,426x^2 - 645,574x + 457,497$ — уравнение, характеризующее зависимость впитывания картона от величины фрактальной размерности. Оптимальная впитывающая способность картона по отношению к краскам важна для их закрепления. Если впитывающая способность картона незначительна, то замедляется время высыхания краски и возможно появление такого нежелательного эффекта, как отмарывание. Очень высокая впитывающая способность содействует проникновению растворителя из краски внутрь картонного листа, что может привести к осыпанию пигмента с поверхности оттиска и получению некачественной полиграфической продукции. По мере увеличения плотности и шероховатости структуры картона, а следовательно, и фрактальной размерности его впитывающая способность увеличивается.

Качество печатной продукции в значительной мере зависит от условий краскопереноса, которые, в свою очередь, определяются физико-химическими и поверхностными свойствами используемых полиграфических материалов. Краскоемкость картона представляет собой минимальное количество краски, необходимое для заполнения всех внешних неровностей поверхности в процессе печатания. Результаты расчета величины краскоемкости отражены на рис. 3, где наглядно проиллюстрирован большой разброс значений краскоемкости.

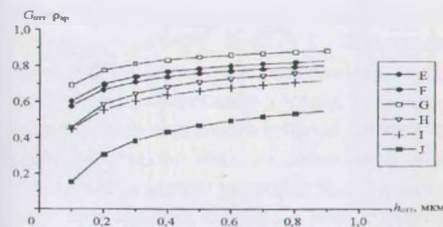


Рис. 3. Зависимость количества краски от толщины ее слоя на картоне: Е — картон марки «М» (240 г/м²); F — картон марки «М» (420 г/м²); G — картон марки «М» (370 г/м²); Н — картон «хром-эрзац»; I — картон «Strompack»; J — картон «Балтика».

Очевидно, что самыми краскоемкими являются картоны, изготавливаемые Слонимским картонно-бумажным заводом, за ними следуют картон «хром-эрзац» (Санкт-Петербург) и «Strompack» (Финляндия). Картон «Балтика» (Польша) является наименее краскоемким: значение максимального количества краски для покрытия микронеровностей поверхности едва достигает 0,5. Таким образом, величина краскоемкости, равная 0,6, достижима при следующих значениях высоты слоя краски на оттиске: для слонимского картона

— 0,13 мкм; картон «хром-эрзац» — 0,22 мкм; «Strompack» — 0,28 мкм.

Для количественного описания процесса перехода краски используется коэффициент переноса, который представляет собой отношение количества краски на оттиске к количеству ее на форме. Коэффициент характеризует степень перехода краски с печатной формы на запечатываемый материал. Анализ полученных графических зависимостей (рис. 4) позволяет отметить, что значение коэффициента переноса уменьшается в следующем ряду: полиграфический картон марки «М» (Слоним), картон «хром-эрзац» (С.-Петербург), «Strompack» (Финляндия), картон «Балтика» (Польша). Эта закономерность носит характер, аналогичный проанализированному ранее при рассмотрении краскоемкости.

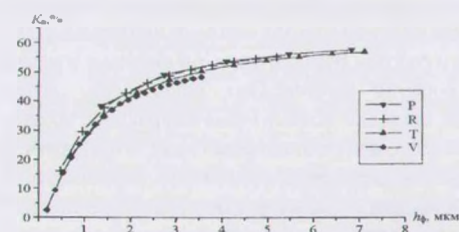


Рис. 4. Зависимость коэффициента переноса от толщины слоя краски на печатной форме: Р — картон марки «М» (370 г/м²); R — картон «хром-эрзац»; Т — картон «Strompack»; V — картон «Балтика».

Используя данный график, можно определить, что максимальный коэффициент переноса будет ориентировочно составлять 50% при толщине краски на форме 3 мкм. Наибольший коэффициент переноса характерен для слонимского полиграфического картона и картона «хром-эрзац» (С.-Петербург): данная величина составляет 58%; наименьшее значение коэффициента переноса у картона «Балтика» — порядка 50%; картон «Strompack» имеет промежуточное значение — 55%. Рассмотрение полученных зависимостей показывает, что коэффициент переноса для картона при избыточных толщинах краски на печатной форме практически не меняется. Это означает, что при увеличении количества краски на форме больше технологического необходимого качество оттиска значительно снизится, а расход краски при печати будет неоправданно большим.

Современные печатные машины развиваются в направлении все большего увеличения скорости печатания, ужесточения требований к печатному процессу, создания гибких автоматизированных систем управления, более полно охватывающих печатный процесс. Установленные в работе закономерности, связывающие структурные и технологические характеристики картона, позволяют принять оптимальное решение при выборе упаковочного материала.

ГРУППА КОМПАНИЙ ЛЕСБУМАШ

♦ Картонные гильзы

для намотки тканей, пленок, скотча, линолеума, кровельных материалов

♦ Патроны бумажные

для намотки пряжи, нитей, фольги и других рулонных материалов

♦ Гофрокартон

двухслойный, трехслойный марки T21, T22, T23 (ABC)

♦ Гофротара

любых типоразмеров с трехцветной флексопечатью

Адрес: 129085, Россия, г. Москва, пр-т Мира, д. 101
(для писем: 129085, а/я 26)

Телефоны: (095) 217-46-84, 217-46-85, 287-85-22, 287-83-17

Факс: (095) 234-18-60, 217-46-90

E-mail: lbm@nm.ru

Internet: <http://www.lbm.nm.ru>