

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫМ ПРОЦЕССОМ

Кулак М. И., Кулак И. И., Медяк Д. М.

Белорусский государственный технологический университет

Современное автоматизированное, компьютеризированное, высокоточное и производительное печатное оборудование включает в свой состав кроме системы нанесения краски на запечатываемую поверхность устройства, контролирующие качество входных материалов (печатную форму, бумагу) и готового результата (оттиска), механизмы, осуществляющие контроль непосредственно за процессом передачи печатной краски, а также нередко узлы, охватывающие допечатные и послепечатные операции (например, фальцовку). Описанная совокупность взаимодействующих элементов уже не является просто печатной машиной, а представляет собой печатный комплекс, который требует соответствующего подхода в управлении и при контроле качества.

Необходимая сегодня оперативность исполнения заказа и малые тиражи печатной продукции обуславливают введение системы контроля качества входных материалов непосредственно в печатной системе, чтобы незначительное изменение в качестве материала вызывало немедленную реакцию в системе регулирования подачи краски и качество готовой продукции поддерживалось на постоянном высоком уровне.

В существующих методах контроля бумаги, пробных и тиражных оттисков используют, как правило, оптические способы исследования в силу следующих его преимуществ перед другими. Оптический способ достаточно опротивен, т. к. кроме измерения не требует осуществления других операций; видимое излучение, используемое в качестве анализатора, позволяет избежать искажения показаний, возникающего при контакте с исследуемой поверхностью; изучение отраженного от поверхности света существенно расширяет диапазон материалов, которые могут быть проанализированы. Обзор изобретательской активности за последние годы показал, что именно оптические методы получили широкое распространение среди патентов и заявок на изобретения.

Сегодня оптика активно используется для изучения шероховатых поверхностей [1]. Поскольку все реальные объекты обладают той или иной степенью шероховатости, то это направление является актуальным и в теории печатных процессов. Поверхности, участвующие в процессе передачи краски не только являются шероховатыми, но обладают вполне определенной ее степенью, технологически необходимой для процесса печати.

Из теории отражения известно, что шероховатые поверхности имеют две составляющие: зеркальную и диффузную. Зеркальная составляющая отвечает за зеркальное отражение луча от поверхности, а диффузная — за рассеяние, которое происходит при попадании излучения на эту поверхность. Поскольку бумага (картон) являются сложными составными материалами, содержащими кроме волокон целлюлозы ряд наполнителей, добавок (мел, клей, люминофоры и др.), призванных «сгладить» поверхность бумаги и придать ей определенные рабочие свойства, то необходим учет обеих составляющих, несущих определенный вклад в окончательную форму луча рассеяния. Отраженный от шероховатой поверхности луч имеет вид вытянутой сферы с максимумом, направленным вдоль зеркальной отражающей. Очевидно, что чем более гладкая поверхность используется, тем большую роль играет зеркальная составляющая; идеальная шероховатая поверхность отражает в виде рассеянной сферы излучения.

Наряду с классическими теориями шероховатых поверхностей сегодня существуют интересные математические подходы, позволяющие описывать такого типа поверхности и структуры с помощью зависимостей и закономерностей, наблюдаемых в регулярных (идеальных) и реальных объектах природы. Теория фракталов является ярким примером такой теории. Фракталами считают самоподобное множество дробной топологической размерности. Различают регулярные и нерегулярные фракталы. Шероховатости на плоской поверхности можно отнести к нерегулярным фракталам, следовательно, такую поверхность следует рассматривать как фрактальную и описывать с помощью соответствующих уравнений. Широкое использование фракталов в физике позволяет применять их и в других областях исследовательской деятельности, в частности для изучения таких материалов как бумага, картон.

Уравнение, основанное на теоретических выкладках оптической и фрактальной теорий [1–3], а также экспериментальных исследованиях [4] может иметь следующий вид:

$$K = K_z \cdot e^{-\left[\frac{\omega_1 \cdot e^{2(D-2)+2,4(D-2)^2}}{\lambda} \right]^2} + K_z \cdot e^{-\left[\frac{\omega_2 \cdot \cos(\alpha) \left(e^{3,2(D-2)^2,3} - 1 \right)}{\lambda} \right]^{(4-D)}}$$

где K — коэффициент отражения шероховатой поверхности; K_z — коэффициент зеркального отражения; ω_1, ω_2 — эмпирические коэффициенты; D — фрактальная размерность поверхности; α, λ — постоянные измерительного прибора.

Данное уравнение представляет интерес с точки зрения нахождения фрактальной размерности, т. к. коэффициент отражения можно определить с помощью оптических методов исследования. Лабораторный денситометр, работающий на отражение, дает величину оптической плотности, далее расчетным путем определяется коэффициент отражения поверхности. Поскольку уравнение для нахождения фрактальной размерности трансцендентное, то были использованы численные методы, заложенные в пакет MathCad для определения корня уравнения.

Наиболее точным методом установления фрактальной размерности поверхности является механический, или контактный, метод, реализация которого дает точную картину исследуемой поверхности. Исследование образца материала осуществляется на профилометре. В качестве анализатора поверхности используется алмазная игла. Далее графическим и расчетным методами находится фрактальная размерность, согласно ее определению [5].

Найденные с помощью обоих методов фрактальные размерности для различных видов бумаги и картона приведены в таблице.

Таблица

Фрактальные размерности поверхности бумаги и картона

Наименование материала	$D_{\text{конт}}$	K	$D_{\text{опт}}$	Ошибка, %
Бумаги: Magnomatt Satin	2,324	0,820	2,282	-1,84
Кум Ex Cote Matt	2,439	0,817	2,348	-3,88
Kaskad	2,595	0,771	2,567	-1,09
Юнион Силк	2,361	0,815	2,375	0,59
Юнион Арт	2,485	0,785	2,534	1,93
Люми Силк	2,540	0,791	2,520	-0,79
Картоны: Graphiart Card HB	2,285	0,818	2,324	1,68
Strompack	2,329	0,815	2,375	1,94
Stromcard	2,235	0,820	2,272	1,63
Pankabrite	2,257	0,841	2,182	-3,44
Stromcard HB	2,331	0,817	2,347	0,68

Из таблицы видно, что оптический способ определения фрактальной размерности дает хорошие результаты, укладываемые в пятипроцентную ошибку измерения, и, следовательно, может использоваться для расчета не только в лабораторных условиях. Следует отметить, что и на бумаге и на картоне результат достаточно устойчив. Данный факт свидетельствует о применимости данного метода к широкому кругу запечатываемых материалов как прозрачных, так и непрозрачных.

Необходимость нахождения фрактальной размерности поверхностей, вступающих в контакт при передаче краски с формного на офсетный и с офсетного на печатный цилиндры, обусловлена развитием теории печатных процессов и последними исследованиями микроструктуры неоднородных сложных материалов [5]. Как показали опыты, влияние микроструктуры поверхности значительно, и ее вклад в процесс передачи краски во многом определяет качество самого процесса и конечного результата. Таким образом, соответствующим образом должна измениться и картина управления печатным процессом.

Управление современным печатным комплексом предполагает централизованное управление на основе поступающей из всех узлов манипулы информации, при этом значительную роль играет своевременность и быстрота ее поступления. Использование оптического метода анализа поверхности, отдающей краску или воспринимающей ее, позволит обеспечить как оперативность получения информации, так и ее достоверность. Последующий расчет и формирование управляющего импульса будут производиться с помощью центрального компьютера.

Литература

1. Топорец А. С. Оптика шероховатой поверхности. — Л.: Машиностроение. — 1988. — 191 с.
2. Пьетронеро Л., Трозатти Э. Фракталы в физике. — М.: Мир. — 1988. — 670 с.
3. Хусу А. П., Витенберг Ю. Р., Пальмов В. А. Шероховатость поверхностей (теоретико-вероятностный подход). — М.: Наука. — 1975. — 344 с.
4. Harold D. Bale, Paul W. Schmidt. Small-Angle X-Ray-Scattering Investigation of Submicroscopic Porosity with Fractal Properties // Physical Review Letters. — 1984. — № 6. — P. 596-599.
5. Кулак М. И. Фрактальная механика материалов. — Мн.: Вышэйшая школа. — 2002. — 304 с.