

УДК 519.72

М. И. Кулак, О. П. Боброва,
И. Г. Цюгук

(БГТУ, г. Минск)

ФРАКТАЛЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУМАГИ И КРАСКИ В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТАНИЯ

В результате развития технологии печатания в течение многих веков появился широкий спектр видов и способов получения печатных оттисков. В большинстве случаев эти способы основаны на различных физических принципах и процессах, но объединяет их главенствующая роль давления печатного контакта, которое часто служит единственным индикатором правильности проведения технологического процесса.

Разработка строгой модели краскопереноса требует построения описания распределения пор в печатных бумагах. Как было показано ранее [1], скелет бумаги по своей структуре является фрактальным кластером. Поэтому, следуя принципу взаимности, поровое пространство также можно рассматривать как фрактальный кластер, пересекающийся с кластером скелета. Учитывая, что закон распределения плотности фрактального кластера бумаги известен [2], фрактальная размерность порового пространства будет иметь вид:

$$D_p(x) = d + \frac{\ln(1 - x^{D-d})}{\ln(x)}$$

Данное выражение характеризует поровое пространство как мультифрактальный объект — статистический ансамбль проникающих друг в друга фрактальных кластеров. Распределение D_p по толщине бумажного листа будет следующим: в центре листа, там, где структура наиболее плотна и упакована, фрактальная размерность порового пространства минимальна. По мере перехода к приповерхностным слоям структура порового пространства усложняется и его размерность растет. Далее, при выходе на поверхность, поровое пространство становится открытым и близким к плотно упакованному. Соответственно его фрактальная размерность приближается к значению, равному 3.

Общая тенденция в законах распределения пористости для всех бумаг одинакова — по мере приближения к поверхности пористость растет.

Таким образом, теория фракталов позволяет учесть всю сложность микрогеометрии порового пространства бумаги. Это даст возможность по-

строить более реалистичную теорию, описывающую процесс взаимодействия краски и бумаги в процессе печати.

При передаче краски с печатной формы на бумагу необходимо обеспечить надлежащий контакт между частицами краски, покрывающими печатную форму, и всей поверхностью бумаги, на которую должна быть передана краска. Собственно говоря, речь идет о микроконтакте.

В результате давления, развиваемого при печатном контакте, поверхность бумаги деформируется. При недостаточном давлении печатания нет контакта поверхности бумаги с низко расположенными участками формы. При достаточном давлении — вся поверхность бумаги приходит в контакт с печатающим элементом, покрытым краской. Возможен также и другой вариант, при котором деформируется не бумага, а печатная форма или печатающая поверхность, несущая краску. Этот вариант реализуется в офсетной печати, а также в высокой печати с деформируемыми форм.

Очевидно, что при недостаточном давлении, когда деформация бумаги слишком мала, нельзя получить хорошего оттиска, так как на низко расположенных участках не будет обеспечено взаимодействие частиц краски с поверхностью бумаги и, естественно, краска не перейдет с печатной формы на бумагу. На некоторых же участках будет наблюдаться избыток давления, который, очевидно, не принесет никакой пользы, так как дальнейшая деформация бумаги после выравнивания ее поверхности не может улучшить условия передачи краски с печатной формы на бумагу. Таким образом, в процессе печати давление выступит как средство получения технологического эффекта.

Зависимость количества краски на оттиске от давления является основной в процессе печати и во многих случаях может служить характеристикой правильности проведения технологического процесса.

С точки зрения современных структурных представлений процесс проникновения печатной краски в бумагу на начальном этапе можно считать процессом перколяции (фильтрации) неньютоновской жидкости в неоднородной пористой среде.

Результаты расчетов этапа позволяют отметить, что зависимость количества краски на оттиске от давления на начальном этапе диаграммы имеет довольно сложный нелинейный вид. Она зависит от структурных параметров как краски, так и бумаги. В частности, от параметра n , характеризующего степень нелинейности краски. Для бумаги достаточно знать фрактальную размерность D и два критических индекса n_* и v . Критические индексы также связаны с D через общие соотношения теории структур [3].

Для того чтобы началось проникновение краски в бумагу, необходимо увеличить давление до определенного значения. Далее расход краски через конкретное сечение листа бумаги начинает увеличиваться нелинейным образом. Для бумаг, которые имеют большую пористость, расход растет быстрее.

В заключение можно отметить, что высказанные в [4] сомнения относительно возможности установления закономерности в поведении основной диаграммы краскопереноса на начальном участке имеют принципиальный характер. Эта закономерность формируется в результате очень сложного по характеру взаимодействия микроструктуры бумаги и печатной краски. Вместе с тем полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования фрактального подхода к проблеме исследования технологических проявлений давления печатного контакта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулак М. И., Пиотух И. Г., Позднев Г. Н. Фрактальный подход к описанию микроструктуры печатной бумаги // Квалилогия книги. Сборник научных работ. – Львов, 1998. – С.24-25.
2. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991.
3. Кулак М. И. Закономерности структурообразования в полимерных композитах с дисперсными наполнителями // Доклады Академии наук БССР, 1990. – Т. 34, № 9. – С.819-822.
4. Попрядухин П. А. Технология печатных процессов. – М.: Книга, 1968.