

5. Пиотух И. Г., Кулак М. И., Боброва О. П. Влияние фрактальных особенностей структуры на физико-механические свойства печатной бумаги // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. наук и информатики. – Вып. 8. Минск, 2000. – С. 73-81.

6. Кулак М. И., Боброва О. П., Пиотух И. Г. Взаимосвязь параметров структуры бумаги и давления печатного контакта // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. наук и информатики. – Вып. 8. Минск, 2000. – С. 82-92.

7. Долгова Т. А., Яковлев М. К., Пиотух И. Г. Фрактальные свойства микро-структуры поверхности офсетных печатных пластин // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. наук и информатики. – Вып. 9. Минск, 2001.

УДК 519.72

Т. А. Долгова, доцент, М. К. Яковлев, ст. преподаватель

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОПИРОВАЛЬНЫХ СЛОЕВ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ ПЛАСТИН

Measuring and forecasting of sensitometric properties of flexographic plates' photopolimer layers.

В настоящее время флексография, как разновидность высокой печати, является одной из самых передовых и быстро развивающихся технологий. Высокое качество флексопечати на самых разнообразных материалах обусловило ее широкое применение при производстве различной полиграфической продукции. Качество получаемого печатного оттиска напрямую связано с такими характеристиками флексографской печатной формы, как соблюдение размеров печатающих элементов, необходимая глубина пробельных элементов и тиражестойкость. Для изготовления печатных форм в настоящее время широко используются фотополимерные пластины, сенситометрические характеристики копируемых слоев которых являются определяющими для выбора параметров технологического процесса изготовления печатной формы.

На рынке полиграфических материалов представлены фотополимерные пластины различных фирм-изготовителей, наиболее распространенные из которых — пластины Nyloflex фирмы BASF, Cyrel* фирмы Du Pont и др. [1]. Одна из основных технологий изготовления форм флексографской печати на пластинах Cyrel* включает шесть основных операций, четыре из них — это операции экспонирования, которые в хронологическом порядке представляют собой экспонирование оборотной стороны, основное, финишное и дополнительное [2]. Остальные операции — вымывание и сушка — выполняют после основного экспонирования за фотоформой.

К главным параметрам формного процесса, определяющим печатно-технические и репродукционно-графические свойства формы, можно отнести время экспонирования оборотной стороны пластины (оборотное экспонирование), время основного экспонирования и время вымывания. Неверное их определение приводит к резкому ухудшению качества получаемой печатной формы. Кроме того, свойства фотополимерных пластин во многом зависят от параметров процесса их производства на заводе-изготовителе и могут изменяться в зависимости от условий хранения. Поэтому для каждой новой партии пластин, а также при хранении их по истечении трех месяцев необходимо заново определять продолжительность указанных операций.

При решении задачи определения зависимости между параметрами процесса экспонирования и получаемой толщиной h полимеризованного слоя можно использовать несколько подходов.

Для нахождения фотохимического воздействия монохроматического излучения на фотополимерные слои можно воспользоваться законом Бугера-Ламберта-Бэра [3]. В этом случае необходимая освещенность E_h выражается формулой

$$E_h = E_o \cdot 10^{kh}. \quad (1)$$

Так как экспозиция и освещенность связаны соотношением $H = E \cdot t$, где t — время экспонирования, то

$$H_h = H_o \cdot 10^{kh}, \quad (2)$$

где H_o — экспозиция, соответствующая некоторой величине начального отверждения. Тогда, очевидно,

$$h = \frac{1}{k} \lg \frac{H_h}{H_o}. \quad (3)$$

Расчет освещенностей и экспозиций по формулам (1) и (2) предполагает предварительное определение значений коэффициента k и H_o , что не всегда возможно. Более реальным является феноменологический подход, связанный с построением характеристической кривой фотополимерного слоя. Зависимость (3) показывает, что характеристическая кривая фотополимерного слоя, экспонируемого монохроматическим излучением, представляет собой прямую линию. Использование монохроматического излучения возможно, если источником фотоактиничного излучения является лазер, что, в свою очередь, предполагает использование поэлементной записи изображения на фотополимерный слой и цифровой технологии. При использовании сложного УФ-излучения связь экспозиции и толщины получаемого полимеризованного слоя усложняется: величина градиента характеристической кривой изменяется с изменением экспозиции.

В теории фотопроцессов для анализа воспроизведения градации используется система графиков Джонса [4]. Такой подход можно предложить и для исследования сенситометрических свойств фотополимеризующегося слоя (рис. 1).

Здесь в первом квадранте построены кривые распределения логарифма облученности $\lg E(t)$ и логарифма времени $\lg t$, при этом продолжительности экспонирования $t_1, t_2, \dots, t_N$ достаточно брать в геометрической прогрессии со знаменателем 1,5—2. Для измерения облученностей или освещенностей используют термостолбик или люксметр. Во втором квадранте присутствует семейство экспозиционных кривых $\lg t_1, \lg t_2, \dots, \lg t_N$, соответствующих продолжительностям экспонирования $t_1, t_2, \dots, t_N$, по которому в третьем квадранте строят характеристическую кривую фотополимеризующегося слоя $h(\lg H)$. Используя характеристическую кривую слоя, определяют его сенситометрические характеристики — пороговую и рабочую чувствительности, область рабочих экспозиций и др. В четвертом квадранте системы можно получить зависимость толщины отвержденного слоя фотополимера от времени экспонирования $h(t)$, что дает возможность перейти к определению технических параметров печатной формы, и в частности глубины рельефа.

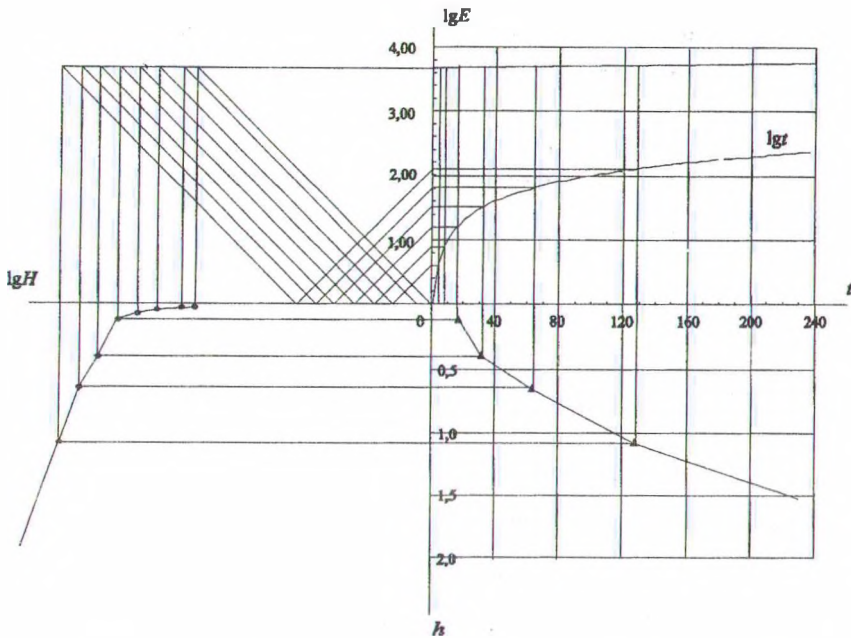


Рис. 1. Система графиков Джонса для фотополимеризующегося слоя формной пластины

Включение в систему Джонса распределения облученности $\lg E(t)$ позволяет учесть влияние на результаты экспонирования изменений в работе осветителей, связанных с изменением лучистого потока системы осветителей, например, из-за изменения напряжения в сети или старения ламп. Практически это осуществляется в экспонирующих установках, имеющих устройства измерения лучистого потока — экспозиметры.

Большинство экспонирующих установок не имеют устройств измерения экспозиции, а включают лишь осветитель — систему ламп, вакуумный насос и таймер со звонком. В таких случаях можно использовать приближенный экспериментальный способ определения сенситометрических свойств фотополимера по методике, предложенной фирмой Du Pont. В соответствии с ней определение времени обратного экспонирования определяется в ходе эксперимента, который состоит в проведении ступенчатого экспонирования за непрозрачным материалом размеченной полоски фотополимерной пластины, затем после вымывания, высушивания и охлаждения до температуры помещения формного участка измеряют толщину образовавшегося рельефа и строят график $h = f(t)$. По нему можно определить продолжительность обратного экспонирования для получения необходимой толщины основания (цоколя) печатной формы. Эта величина обуславливает глубину рельефа печатной формы, получаемую в результате экспонирования лицевой поверхности пластины за негативом.

Такая методика имеет существенный недостаток. Для того чтобы полученные по графику промежуточные значения были достаточно точными, необходимо получить около 10 экспериментальных точек (по методике Du Pont — их 12). Это требует ощутимых затрат дорогостоящего формного материала.

Анализ экспериментальных данных показал, что для однотипных пластин характер зависимости $h(t)$ в исследуемом диапазоне времени достаточно стабилен и для аппроксимации можно использовать одну из стандартных функций (линейную, параболическую, логарифмическую или степенную). Таким образом, полномасштабный эксперимент для определения вида аппроксимирующей функции достаточно проводить

только один раз при получении пластин нового типа. Следующая партия аналогичных пластин для уточнения функциональной зависимости может быть протестирована уже с большим шагом по времени, например в два раза. После каждого трех месяцев хранения необходимо провести опыт для получения лишь двух или трех (в зависимости от вида функции) экспериментальных значений для корректировки коэффициентов ранее полученной зависимости $h(t)$.

Для тестирования были взяты фрагменты флексографских пластин Cyrel* Okhaflex, Cyrel* Paraflex и Cyrel* TDR, толщины которых равны соответственно 1,24 мм, 2,84 мм и 6,35 мм. Обратной стороне указанных фрагментов способом надвигания подвижной шторки были сообщены экспозиции возрастающих значений. При этом для каждого экспонируемого поля потребовалось около 50 см² формного материала. После вымывания и высушивания были измерены толщины полученного рельефа. По экспериментальным данным были построены регрессионные уравнения для зависимости толщины отвержденного слоя от продолжительности времени экспонирования (рис. 2). Указанные зависимости для пластин Cyrel* Okhaflex, Cyrel* Paraflex и Cyrel* TDR, толщины которых равны соответственно 1,24 мм, 2,84 мм и 6,35 мм, хорошо описываются уравнениями

$$h_1(t) = 0.43 + 0.022t - 1.9 \cdot 10^{-4}t^2;$$

$$h_2(t) = 0.57 + 0.027t - 0.82 \cdot 10^{-4}t^2;$$

$$h_3(t) = 9.37 - 0.076t + 2.2 \cdot 10^{-4}t^2.$$

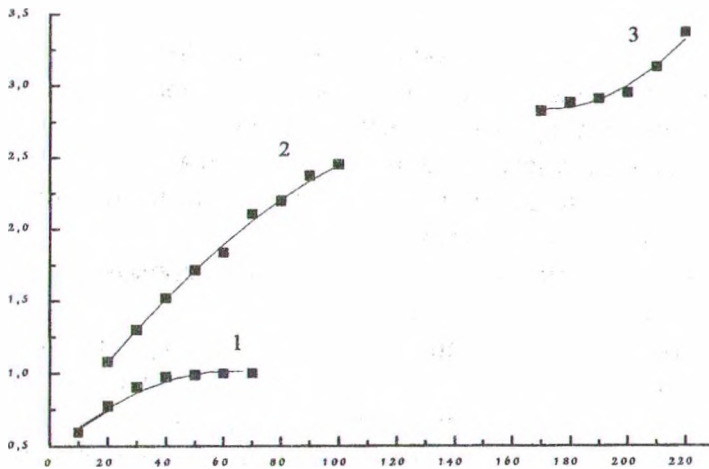


Рис. 2. Графики зависимости толщины заполимеризованного слоя от времени экспонирования: 1 — пластина Cyrel* Okhaflex, 2 — Cyrel* Paraflex, 3 — Cyrel* TDR

После хранения этих фотополимерных пластин для прогнозирования сенситометрических свойств их копировальных слоев потребуется проведение теста для трех значений времени экспонирования, что позволит сократить расходы формного материала в 3—4 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шибанов В. А. Флексографія: питання выбору формного матеріалу // Палітра друку. 1998. № 4. С. 46—48.
2. Техника флексографской печати. Пер. с нем. / Под ред. В. П. Митрофанова. М.: Мир книги, 1997. 202 с.
3. Ляликов К. С., Кирш Ю. Э., Ковалева К. А., Августинovich Н. П. Сенситометрия светочувствительных полимеров // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. Т. 10. Вып. 3. 1965. С. 200-206.
4. Шашлов Б. А., Шеберстов В. И. Теория фотографических процессов. М.: Мир книги, 1993. 311 с.

УДК 519.72

Т. А. Долгова, доцент; М. К. Яковлев, ст. преподаватель; И. Г. Пиотух, аспирант

ФРАКТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МИКРОСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОФСЕТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАСТИН

Fractal approach have been used for describing the connection between of offset plates structural parameters and their printing properties.

Построение теории печатных процессов требует детального изучения процессов взаимодействия: печатная форма—краска—офсетное полотно—бумага, что становится возможным при использовании математического моделирования на основе теории фракталов. С этой позиции должны быть описаны свойства всех элементов, участвующих в процессе краскопереноса с целью дальнейшего анализа и предсказания их поведения.

Формные материалы для плоской офсетной печати должны отвечать целому комплексу требований, обеспечивающих устойчивость пробельных и печатающих элементов при печати, в частности, поверхность формной основы предварительно очувствленной пластины должна отвечать следующим требованиям [1]:

- 1) иметь высокую твердость и износостойкость, необходимые для обеспечения тиражестойкости пробельных элементов формы;
- 2) обладать определенной микрогеометрией (шероховатостью) для обеспечения высокой адгезии печатающих элементов формы;
- 3) хорошо смачиваться копировальным раствором, т. е. обеспечивать необходимое сцепление копировального слоя с поверхностью основы пластины.

При построении теории представляется полезным связать все вышеперечисленные особенности технологических свойств печатных форм с такой характеристикой микроструктуры их поверхности, как фрактальная размерность.

Применительно к печатной бумаге была разработана методика и проведены исследования микрогеометрии поверхностных структур, которые экспериментально подтвердили фрактальный характер микроструктуры бумаги. Для различных ее сортов было установлено количественное значение нового структурного параметра — фрактальной топологической размерности. Это позволило получить распределение модулей упругости бумаг, разработать метод расчета распределения прочностных свойств по толщине бумажного листа. Была также определена закономерность в поведении основной диаграммы краскопереноса на ее начальном участке [2, 3].