

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕГИСТРИРУЮЩИХ СЛОЕВ ОФСЕТНЫХ ФОРМНЫХ ПЛАСТИН НА КАЧЕСТВО ПЕЧАТНЫХ ФОРМ

Саек Д.
Кауно коллегия

Abstract

The issues regarding the adhesion force and surface energy of digital offset printing plates have been analysed as well as the chemical composition of the polymer layers of printing forms. In particular, chemical composition of the surface layers of the commonly used thermosensitive and photo-sensitive offset printing forms has been analysed by X-Ray Photoelectron Spectroscopy. Atomic Force Microscopy was applied to measure surface adhesion force.

Ключевые слова: *формные пластины, печатные формы, адгезия, фотоэлектронная спектроскопия, химический состав, полимер.*

Системы цифровой поэлементной записи изобразительной информации на полимерные регистрирующие слои офсетных формных пластин с использованием лазерного излучения в настоящее время широко применяются в полиграфической промышленности. Актуальной задачей как для производителей формных пластин и формовыводного оборудования, так и для специалистов полиграфических предприятий является определение комплекса физических, структурных и интегральных свойств формных пластин и формовыводных систем, на основе которых можно произвести оценку и целенаправленный выбор для конкретного процесса производства печатных форм. Необходимо оценить степень влияния толщины и морфологии (микрogeометрии, шероховатости) поверхности полимерного слоя формной пластины на геометрическую точность формирования бинарных элементов изображения на печатной форме [1] наряду с исследованием характера модуляции изображения в системе записи [2]; оценить степень влияния теплорассеяния в слое полимера и в алюминиевой подложке на изменение размеров бинарного элемента [3], а также возможность влияния химического состава полимерных слоев на адгезионные свойства печатных форм, их тиражестойкость и характер передачи краски в процессе печатания [4].

В частности, влияние **на величину силы адгезии на поверхности печатающих элементов печатных форм** оказывают не только свой-

ства микрогеометрии поверхности регистрирующих слоев формных материалов, но и поверхностная энергия, определяемая их химическим составом. Например, при низкой поверхностной энергии смачивание и адгезия являются слабыми. Химические элементы в составе материала оказывают влияние на величину силы адгезии по-разному, например, присутствие натрия (Na) в составе материала в определенном количестве увеличивает его поверхностную энергию, а присутствие кремния (Si), наоборот, – приводит к ее снижению. Кислородные соединения на поверхности материала образуют оксидные пленки с низкой поверхностной энергией [5]. Химические элементы и примеси в составе полимерного покрытия пластины определяют адгезионные свойства поверхности печатной формы, находящейся в прямом контакте с офсетной краской во время печатного процесса.

Методы исследования

Анализ поэлементного химического состава слоя покрытия образцов исследуемых печатных пластин производился с применением метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС, *X-Ray Photoelectron Spectroscopy XPS*). Этот метод анализа поверхностных свойств материалов широко применяется, например, в полупроводниковой индустрии. Это количественный и качественный спектроскопический метод исследования элементного состава, химического и электронного состояния атомов на поверхности изучаемого материала. Он основан на явлении внешнего фотоэффекта. Спектры РФЭС получают путем облучения материала рентгеновскими лучами и регистрации зависимости количества испускаемых электронов от их кинетической энергии. Метод РФЭС целесообразно применять именно для исследования поверхностных свойств материалов и для определения связей химических элементов [6].

При облучении поверхности материала рентгеновскими лучами фотонов, взаимодействуя с атомом материала, передает ему свою энергию – происходит внешний фотоэффект. Фотоэлектрон, выбитый из атома, приобретает кинетическую энергию, равную, согласно уравнению Эйнштейна:

$$E_k = h\nu - E_p;$$

здесь $h\nu$ – энергия излучения Рентгена, eV; E_p – энергия связи электрона с атомом, eV.

Во время изучения поверхности материала определяется энергия возбужденных электронов и их количество, т.е. получаются спектры фотоэлектронов Рентгена, различные для каждого элемента. Возможно получение двух типов спектров – широкого (обзорного) или детально-го. Обзорный спектр используется для качественного анализа поверхности материала. Из детальных спектров по известным коэффициентам чувствительности можно рассчитать интенсивность n_i пика химического элемента (площадь кривой) и количество его атомов. Это – количественный анализ для определения удельной атомной концентрации элемента C_i , которую можно найти как соотношение интенсивности n_i пика химического элемента и суммы интенсивностей n_n пиков всех элементов:

$$C_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^m n_i} * 100\%$$

здесь C_i – концентрация элемента i , %.

Метод позволяет определить количественный состав материала при атомных концентрациях элементов не меньше 0,1 % [6].

Для исследования химического состояния поверхности полимерных слоев печатных форм был применен спектрометр ESCALAB-250Xi. Вследствие применения метода РФЭ было изучено состояние поверхности слоев печатных форм, записанных на термочувствительной формной пластине *Agfa EEP*, светочувствительной формной пластине *Fuji VPS* и пластине с копировальным слоем *YP-Q*. Оценивались зоны печатающих элементов полимерных слоев на печатных формах после их записи в формовыводных устройствах. Так как все три формные пластины являются позитивными, во время записи облучению подвергаются пробельные элементы печатной формы, а печатающие элементы сохраняются в изначальном виде и подвергаются лишь химической обработке на стадии проявления.

Адгезия поверхности печатающих элементов на тех же образцах печатных форм исследовалась с применением атомно-силовой микроскопии на микроскопе ACM NT-206 [4].

Результаты исследования

На спектрометре ESCALAB-250Xi были получены обзорные спектры поверхностей полимерных регистрирующих слоев изучаемых печатных форм. На них видны пики орбит фотоэлектронов соответствующим

щих атомов. На примере обзорного спектра поверхности полимерного слоя печатной формы Agfa EEP (рисунок 1) показан расчет атомной концентрации (%) химических элементов в составе полимерного слоя (таблица 1).

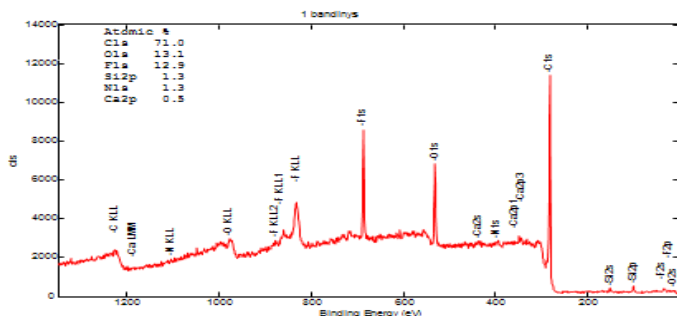


Рисунок 1. Обзорный спектр поверхности полимерного слоя печатной формы Agfa EEP

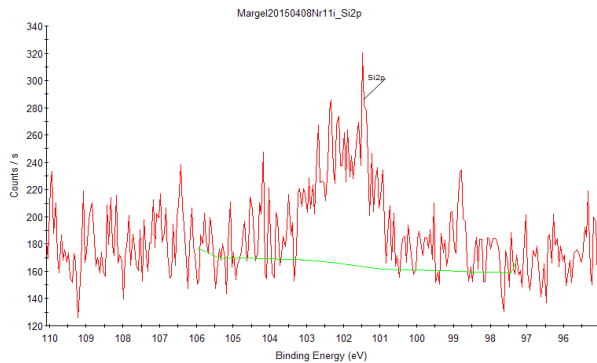
Таблица 1. Атомная концентрация (%) полимерного слоя печатной формы Agfa EEP

| Химический элемент | C | O | Si | F | N | S | Ca | Na |
|-------------------------|------|------|-----|------|-----|---|-----|----|
| Атомная концентрация, % | 71,0 | 13,1 | 1,3 | 12,9 | 1,3 | - | 0,5 | - |

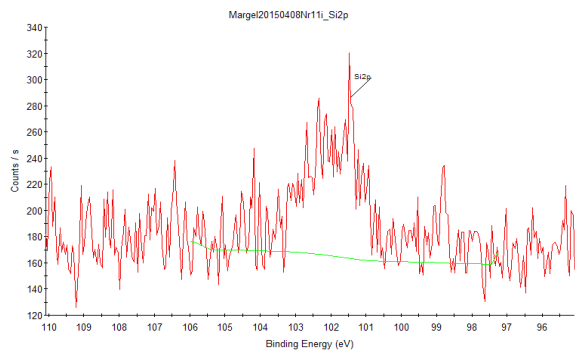
По результатам анализа детальных спектров Si для изучаемых печатных форм (рисунок 2) видно, что концентрация Si на поверхности слоев различается значительно и составляет 1,3 % на печатной форме Agfa, 0,4 % на печатной форме Fuji и 4,2 % – на YP-Q (таблица 2).

Концентрация Na является практически одинаковой у обеих светочувствительных печатных форм и составляет 0,2 – 0,3 %. На поверхности полимера термочувствительной печатной формы Agfa Na не обнаружен.

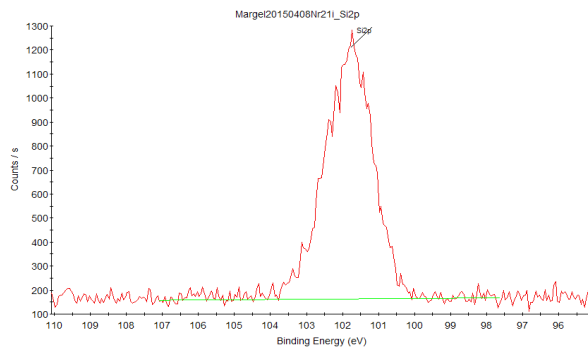
Результаты измерений адгезии на поверхности полимерных слоев формных пластин на атомно-силовом микроскопе показали, что сила адгезии на поверхности печатающих элементов термочувствительной формы Agfa больше, чем у светочувствительных печатных форм Fuji и YP-Q (таблица 3) [4].



a



б



в

Рисунок 2. Детальные спектры Si на поверхности печатных форм:
a) Agfa EEP, б) Fuji VPS, в) YP-Q

Таблица 2. Результаты расчетов атомной концентрации Na и Si (%) на поверхности полимерных слоев печатных форм

| Печатная форма | Химический элемент | Энергия связи, eV | Атомная концентрация, % |
|----------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Agfa EEP | Na1s | - | - |
| | Si2p | 101,51 | 1,3 |
| Fuji VPS | Na1s | 1071.57 | 0,2 |
| | Si2p | 101.44 | 0.6 |
| YP-Q | Na1s | 1071.18 | 0.3 |
| | Si2p | 101.75 | 4.2 |

Таблица 3. Результаты измерений адгезии на поверхности полимерных слоев печатных форм

| Но. | Печатная форма | Сила адгезии, nN |
|-----|----------------|------------------|
| 1 | Agfa EEP | 78,93 |
| 2 | Fuji VPS-E | 69,49 |
| 3 | YP-Q | 51,05 |

Заключение

Химический состав полимерных слоев печатных форм непосредственно определяет их поверхностную энергию и влияет на силу адгезии слоя и качество переноса печатной краски в процессе печатания. Однако, влияние химического состояния полимерных слоев на их адгезию к краске следует рассматривать наряду с морфологией поверхности печатающих элементов. Это означает, что при различной величине адгезии влияние на нее может быть оказано как химическим составом полимера, концентрацией его химических элементов и примесей, так и морфологией поверхности слоя. Состояние структуры поверхности формы с большей шероховатостью может оказать влияние на повышение адгезии к краске в процессе печатания.

Основные показатели морфологии поверхности полимерных слоев печатных форм *Fuji VPS* и *YP-Q* близки по своим значениям, т.е., влияние микрогеометрии поверхности слоя на его адгезию при контакте с печатной краской будет приблизительно одинаковое. Следовательно,

относительно небольшая концентрация Si на поверхности полимерного слоя печатной формы *Fuji* способствует присутствию большей поверхностной энергии и силы адгезии на поверхности слоя, чем, например, на поверхности печатной формы *YP-Q* (таблицы 2, 3) [4].

Морфология же поверхности термочувствительной печатной формы *Agfa EEP* отличается большей шероховатостью. Концентрация Si на ее поверхности незначительно превышает его концентрацию на поверхности слоя печатной формы *Fuji*, но адгезия поверхности у печатной формы *Agfa* значительно больше, чем у *Fuji* (таблицы 2, 3). По-видимому, влияние на увеличение значения силы адгезии поверхности в данном случае оказывает структура поверхности и показатели морфологии полимерных слоев печатных форм.

Литература

1. Саек Д., Карташева О.А. Исследование физических характеристик офсетных термочувствительных пластин для цифровой записи. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Выпуск 6. Тула. ISSN 2071-6168. 2017, с. 348-359.
2. Саек Д., Карташева О.А., Андреев Ю.С. Обзор и применение методов оценки интегральных показателей качества офсетных печатных форм. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Выпуск 9-1. Тула. ISSN 2071-6168. 2017, с. 356-365.
3. Margelevičius J., Vaitasius K., Sajek D. Effect of Temperature Gradient to Dispersion of Discreet Element Dimension. // *Mechanika* 2012, Kaunas, 2012, p. 188-194.
4. Margelevičius J., Sajek D., Kartasheva O. Application of Modern Physical Research Methods for the Technological Process Control of the Accurate Printing. // *International Circular of Educational Institutes for Graphic Arts: Technology and Management* 8/2015, p. 28-35.
5. Žemaitaitis, A. Physics and chemistry of polymers. Kaunas, Technologija, 2001, 567 p. (in Lithuanian)
6. Осьмушко, И.С., Вовна, В.И., Короченцев, В.В. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия твердых тел: теория и практика. Уч. пособие. Изд. Дальневосточного университета. Владивосток, 2010. - 42 с.