

построенных в программном обеспечении MatLab 14 по полученному регрессионному уравнению, подтверждены экспериментальные и расчетные данные достаточного содержания УФ-составляющей в количестве 2-10% для стабильного процесса печати.

Таким образом, усовершенствовано аналитическое выражение формирования количественного состава компонентов технологической среды, что позволяет стабилизировать процесс печатания и поддерживать показатель эмульгирования в пределах 20-40%.

Разработана регрессионная математическая модель зависимостей степени эмульгирования краски и ее закрепления на оттисках от компонентного состава гибридной краски для расчета его необходимого количества, что обеспечивает стабильность процесса печати и поддержание эмульгирования в пределах нормы и согласуется с экспериментальными данными по достаточному содержанию УФ-составляющей в количестве 2-10% для стабильного процесса печати.

УДК 655.3

А. А. Козлова, магистрант;
М. И. Кулак, проф., д-р физ.-мат. наук
(БГТУ, г. Минск)

Р. С. Олейник, генеральный директор
(РУП «Издательство «Белорусский Дом печати», г. Минск)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛАМИНИРОВАНИЯ

Производство книг и брошюр в современных условиях связано с необходимостью глубокого понимания существа физико-химических процессов, происходящих на различных стадиях технологического процесса. Поэтому традиционный подход к технологии в виде перечня и последовательности операций, эмпирически подобранных применительно к производству различных видов изданий, радикально меняется на

подход, основу которого составляет формулирование требований к продукции и выявление фундаментальных физико-химических явлений, лежащих в основе всех стадий технологического процесса и определяющих условия получения продукции требуемого качества [1, 2].

Цель данной работы: исследовать взаимосвязь параметров процесса ламинирования — температуры, скорости и усилия прижима валиков, — определить оптимальные режимы для припрессовки пленки.

Припрессовка пленки проводилась в условиях полиграфического предприятия на ламинаторе Аккулам 3207NT. Настройки ламинатора изменялись в следующих пределах: температура — 100, 105, 110 °С; скорость — 12,00, 14,12, 18,46 м/мин; усилие прижима валов — 25, 35, 40 кН. Припрессовка выполнялась на мелованной бумаге UPM Finess Gloss плотностью 115 г/м², использовалась пленка Folien-Service-Dtl. толщиной 25 мкм. При одних и тех же настройках ламинатора пленка припрессовывалась на оттиски и на чистую бумагу.

В процессе исследований образцов определялись прочности адгезионного соединения оттиска и бумаги с пленкой. Испытания проводились по методике [3]. В данном способе определяются разрушающие усилия при растяжении всех составляющих ламинированного материала. После обработки результатов исследований определялся коэффициент упрочнения бумаги в чистом или запечатанном виде в результате ее ламинирования K_y , который и характеризует прочность адгезионного соединения.

В соответствии с методикой [3] образцы пленки, бумаги и ламината шириной 10 мм и длиной рабочего участка 50 мм растягивались со скоростью 100 мм/мин. Ламинированный материал подвергали растяжению, записывая при этом диаграмму растяжения, по которой определяли разрушающее усилие $P_{\text{д}}$. По диаграмме растяжения пленки определяли усилие в неразорвавшейся составляющей (пленке), соответствующую моменту разрушения бумаги в ламинированном материале, $P_{\text{п}}$. Коэффициент упрочнения

ламинированного материала получают как отношение разрушающих усилий, соответствующих приложенным нагрузкам при разрыве бумаги в ламинированном материале и чистой бумаги P_6 . Расчет производится по формуле:

$$K_y = \left(\frac{P_{\text{л}} - P_{\text{п}}}{P_6} - 1 \right) \cdot 100\% . \quad (1)$$

Качество ламинирования оценивалось также методом экспертного опроса. В опросе участвовали 6 экспертов.

Для обработка результатов экспериментальных исследований коэффициента упрочнения бумаги и оттисков использовался метод регрессионного анализа. Результаты построения регрессионных моделей по экспериментальным данным ламинирования бумаги и оттисков представлены в [4].

Приведенные в [4] регрессионные уравнения для коэффициентов упрочнения позволяют вывести уравнения связи для технологических параметров процесса ламинирования. Для чистой бумаги уравнение, связывающее усилие прижима и скорость припрессовки, имеет вид:

$$F(v) = \frac{a_{1v} + a_{2v} \cdot v + a_{3v} \cdot v^2 - a_{1F}}{a_{2F}} . \quad (2)$$

Уравнение, связывающее температуру и скорость припрессовки, получается следующим:

$$T(v) = \exp \left[\frac{a_{1v} + a_{2v} \cdot v + a_{3v} \cdot v^2 - a_{1T}}{a_{2T}} \right] . \quad (3)$$

Используя (2) и (3), можно получить уравнение для усилия прижима, как функции температуры:

$$F(T) = \frac{a_{1T} + a_{2T} \cdot \ln(T) - a_{1F}}{a_{2F}} . \quad (4)$$

В случае ламинирования оттисков получаются уравнения подобные (2)–(4). Уравнение, связывающее усилие прижима и скорость припрессовки, имеет функциональный вид аналогичный (2):

$$F(v) = \frac{a_{1v} + a_{2v} \cdot v + a_{3v} \cdot v^2 - a_{1F}}{a_{2F}}. \quad (5)$$

Уравнение, связывающее температуру и скорость припрессовки, функционально отличается от (3):

$$T(v) = \frac{1}{2 \cdot a_{3T}} \cdot \left\{ -a_{2T} + \sqrt{a_{2T}^2 - 4 \cdot a_{3T} \cdot [a_{1T} - (a_{1v} + a_{2v} \cdot v + a_{3v} \cdot v^2)]} \right\}. \quad (6)$$

Уравнение, связывающее усилие прижима и температуру припрессовки:

$$F(T) = \frac{a_{1T} + a_{2T} \cdot T + a_{3T} \cdot T^2 - a_{1F}}{a_{2F}}. \quad (7)$$

При увеличении скорости ламинирования до критического значения усилие прижима также необходимо увеличивать. При увеличении скорости время пребывания пленки и бумаги в зоне силового контакта прессовой пары сокращается, поэтому уменьшение времени контакта необходимо компенсировать повышением усилия прижима. Уравнение (2) позволяет рассчитать усилие прижима, соответствующее выбранной скорости ламинирования. После превышения критического значения скорости, усилие прижима необходимо снижать, поскольку возрастает вероятность появления дефектов в результате увеличения деформации растяжения пленки в машинном направлении.

Основным фактором при взаимосвязи температуры и скорости ламинирования является снижение вязкости клея при повышении температуры для обеспечения его проникновения в углубления и поры поверхности бумаги при сокращении времени ее пребывания в зоне контакта прессовой пары. После превышения значения скорости выше критического температуру необходимо снижать, поскольку возрастает роль динамических факторов, слишком текучий клей может выдавливаться из зоны контакта прессовой пары и не будет проникать в поры

бумаги. Кроме этого легколетучие компоненты клея будут испаряться, что приведет к образованию пузырей в адгезионном соединении.

Зависимость усилия от температуры в соответствии с (4) имеет логарифмический вид. При повышении температуры усилие необходимо увеличивать вне зависимости от скорости.

При ламинировании оттисков функциональный вид зависимости температуры от скорости и усилия от температуры меняется. Все функции имеют экстремум и, соответственно, критические значения технологических параметров.

Зависимость усилия прижима от скорости при ламинировании, как видно на рис. 1, имеет максимум. При $v_k = 17,222$ м/мин усилие прижима достигает критического значения $F(v_k) = 44,169$ кН. При увеличении скорости ламинирования до критического усилие прижима должно возрастать.

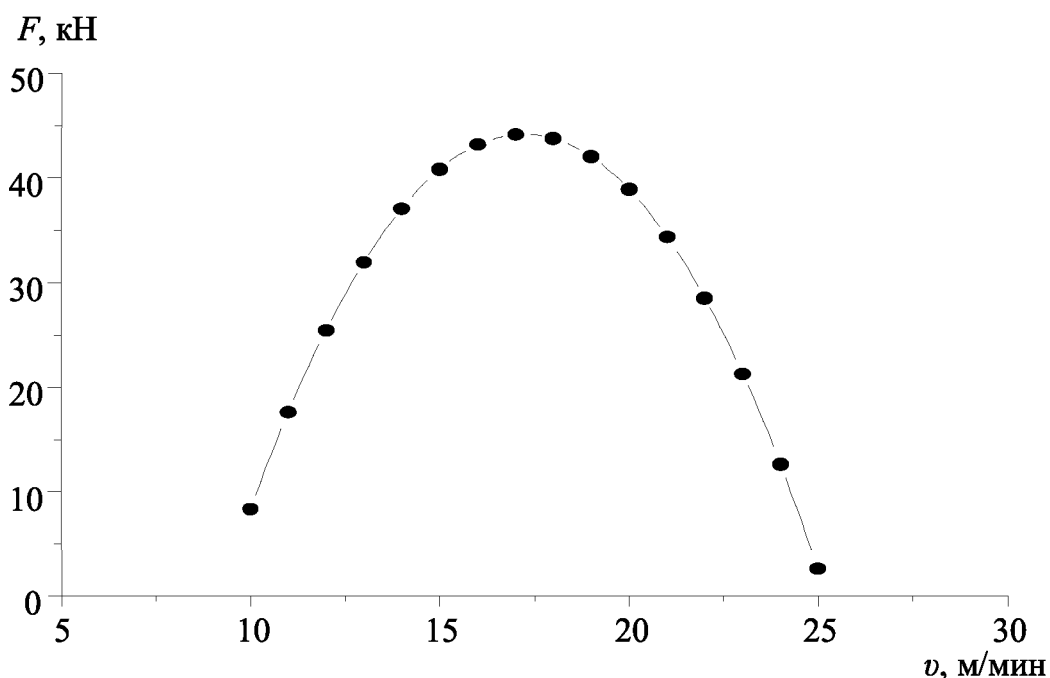


Рис. 1. Зависимость усилия прижима от скорости при ламинировании оттисков

Как видно на рис. 2, зависимость температуры от скорости также имеет максимум. При $v_k = 17,222$ м/мин температура достигает критического значения $T(v_k) = 103,408$ °С.

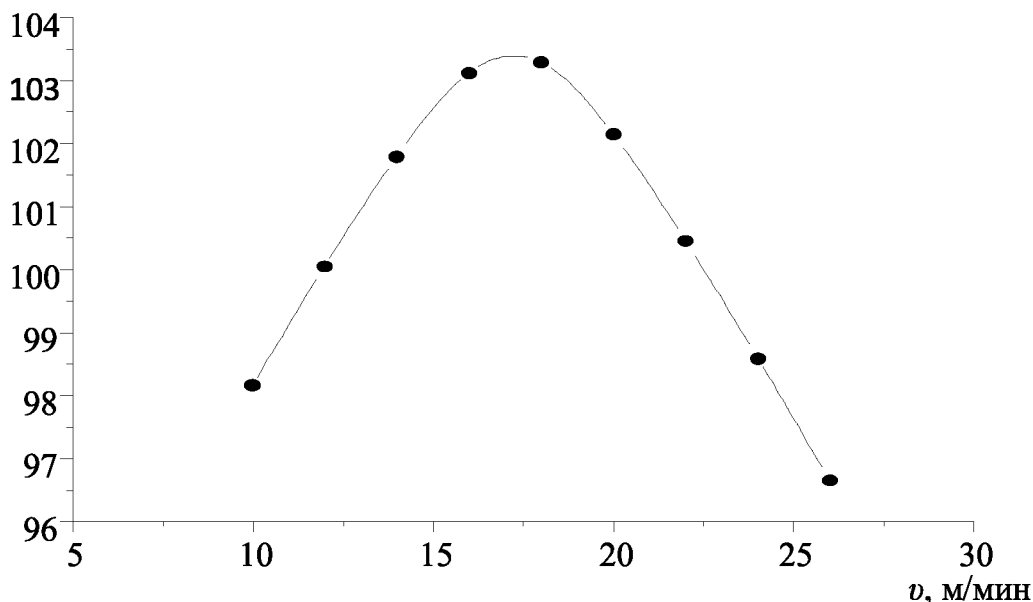


Рис. 2. Зависимость температуры от скорости при ламинировании оттисков

Как правило, оценка качества ламинирования проводится методом экспертного опроса. Как известно, такая методика имеет низкую надежность, по причине субъективности экспертов. В данной работе уравнения связи технологических параметров построены на основе данных, полученных с помощью аппаратной методики и для широкого диапазона изменения значений технологических параметров. Использование разных подходов при проведении исследований может привести к различию в поведении зависимостей. Вместе с тем, методики дополняют друг друга и позволяют более глубоко понять сущность физико-химических процессов происходящих при ламинировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гавенко, С. Оздоблення друкованої продукції: технологія, устаткування, матеріали / С. Гавенко, Е. Лазаренко, Б. Мамут та ін. – Київ–Львів: Ін-т «Україна», УАД. – 2003. – 180 с.

2. Бобров, В. И. Технология брошюровочно-переплетных процессов / В. И. Бобров, А. И. Дубасов, Ю. М. Лебедев. – М.: Книга, 1989. – 392 с.

3. А. с. 662847 СССР, МПК² G 01 N 19/04. Способ исследования прочности адгезионного соединения ламинированного материала / Р. П. Гаврилюк, Е. М. Курев. – № 2440440/25–28; заявл. 04.01.1977; опубл. 15.05.1979, бюл. № 18 // Бюллетень Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. – 1979. – № 18. – С. 37.

4. Кулак, М. И. Влияние параметров технологического процесса на упрочнение бумаги при ламинировании / М. И. Кулак, А. А. Козлова // Квалилогия книги: материалы VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Львов, 15 июня 2015 г. / Украинская академия печати. – Львов, 2015. – С. 88–92.

УДК 655.3

Ю. В. Кузнецов, проф., д-р техн. наук
(СЗИП СПбГУТД, г. Санкт Петербург, Россия)

О ПАРАМЕТРАХ И КРИТЕРИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ТОНОВОЙ ПЕЧАТИ

В последние годы Комитет 130 ИСО «Технология полиграфии» создал и обновил серию стандартов, рекомендуя некоторые параметры и допуски, а также методики и метрики их контроля. Однако в отсутствие сведений о критериях, по которым значения этих параметров декларируются как некие «оптимальные», можно предположить, что они получены обобщением опыта автотипии, а сами критерии до конца еще не изучены за необходимостью учета множества самых различных факторов.

Радикальные изменения последних десятилетий в управляющей, допечатной стадии сместили акценты научных представлений и актуальности подлежащих исследованию задач. Раньше целый ряд научно обоснованных рекомендаций повышения качества был нереализуем за недостатком средств управления количеством краски на