

УДК 655.3.022

**А. А. Губарев**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);  
**Н. И. Шишкина**, кандидат филологических наук, старший преподаватель (БГТУ)

### УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГИДРОФОБНОСТИ ПЕЧАТНЫХ СОРТОВ БУМАГИ

В статье проведен сравнительный анализ существующих методов контроля гидрофобных свойств писчих и печатных видов бумаги и картона. По результатам обработки экспериментальных данных, с одной стороны, построена зависимость интенсивности уровня ультразвукового сигнала от времени контакта бумаги с водой, с другой стороны, определена впитываемость при одностороннем смачивании в контрольных точках и проведен сравнительный анализ полученных данных.

In article the comparative analysis of an existing quality monitoring of waterproof properties of writing and printing kinds of a paper and a cardboard is carried out. By results of processing of eksperimental the data on the one hand, are constructed dependence of intensity of level of an ultrasonic signal on time of contact of a paper with water, absorbency on the other hand is defined at unilateral wetting in control points and the comparative analysis of the received data is carried out.

**Введение.** В процессе развития целлюлозно-бумажной промышленности создано более тысячи видов бумаги и картона, используемых в различных отраслях хозяйствования. Каждый вид бумаги и картона, в зависимости от сферы использования, обладает специфическим набором показателей качества.

Особое место занимают писчие и печатные сорта бумаги и картона. Это наиболее востребованные материалы, и, как следствие, существует целый ряд производителей данного вида продукции. В большинстве случаев при выборе бумаги заказчик руководствуется либо своими наработками по использованию того или иного материала для печати, либо — в случае отсутствия искомого материала — стоимостью аналогичного сырья. При этом вопросы стабильности процесса печатания и послепечатной обработки отходят на второй план. Да и существующие сопроводительные документы на партию товара не позволяют этого сделать, так как производитель печатной бумаги в свои нормативные документы включает показатели, характеризующие общезначимые свойства (например, массу квадратного метра, толщину, зольность и пр.), а также механические (разрушающее усилие или разрывную длину), оптические (белизна, желтизна, непрозрачность) и гидрофобные (степень проклейки) показатели. Этого комплекса недостаточно для оценки важнейшего фактора, определяющего качество печатной продукции и поведение бумаги в технологических процессах печатания, а именно взаимодействия бумаги с печатной краской, а при офсетном способе печати — и с увлажняющим раствором. В частности, это взаимодействие является определяющим при возникновении наиболее часто встречающихся дефектов печатной продукции —

отмарывания и изменения линейных размеров листа при увлажнении. Это взаимодействие во многом зависит от молекулярно-физических свойств бумаги, ее композиционного состава и поверхностной обработки листа.

Наиболее сложно взаимодействие бумаги с жидкостями протекает в процессе плоской офсетной печати, когда на печатной форме присутствуют одновременно гидрофобные краски и увлажняющий раствор. Для обеспечения определенного уровня впитываемости печатной краски в бумажную массу на стадии производства бумаги вводят проклеивающие составы, придающие листу гидрофобные свойства. Для писчих и печатных бумаг в настоящее время процесс проклейки осуществляется по двум основным направлениям — поверхностная проклейка бумажного полотна в сушильной части бумагоделательной машины и проклейка в массе. Ввиду высокого значения белизны и жестких требований по сохранению стабильности белизны бумаги с течением времени, проклейку в массе проводят клеевыми составами в основном на синтетической основе в нейтральном диапазоне значений pH бумажной массы. Глубину процесса проклейки как в массе, так и поверхностной оценивают несколькими методами, наиболее часто применяемыми из которых являются чернильно-штриховой метод и метод Кобба. Чернильно-штриховой метод позволяет определить ширину штриха, полученного при использовании чернил на водной основе, который не растекался на бумаге и не перешел на ее обратную сторону листа. Для оценки впитываемости при одностороннем смачивании (метод Кобба) определяют количество воды, поглощенной одним квадратным метром бумаги за 30, 60, 120 или 180 с. Данные методы статичны и в большой

степени зависят от «человеческого фактора». Кроме того, процесс взаимодействия печатной краски и бумаги условно можно разбить на два этапа:

- быстрое ( $10^{-2}$ с) взаимодействие поверхности бумажного листа с печатной краской под действием давления печатной формы;

- впитывание краски в поры и капилляры бумажного листа [1]. Поэтому, на наш взгляд, будет верно предположить, что за восприимчивость печатной краски в основном отвечает поверхностный слой запечатываемого материала и в значительно меньшей степени – внутренние слои бумаги. Также необходимо отметить, что ни прибор Кобба, ни рейсфедер для чернильно-штриховой проклейки не имеют измерительного канала, который позволил бы с определенной степенью отклонения судить о величине получаемого показателя. С этой точки зрения обе установки скорее можно отнести к измерительным приспособлениям, чем к измерительным приборам. Кроме того, отсутствие измерительного канала делает невозможным проведение метрологической аттестации и, соответственно, калибровки приборов.

В последние годы ведущие европейские производители бумаги и картона для аттестации печатных сортов бумаги и картона стали применять методы контроля гидрофобных свойств, основанные на изменении ультразвукового сигнала, прошедшего через образец бумаги, контактирующий с жидкостью. Контакт жидкости с бумажным образцом происходит в специальной измерительной ячейке (рис. 1).

Начиная с момента контакта в направлении, перпендикулярном поверхности образца, при-

бор излучает электромагнитный сигнал в ультразвуковой области. После прохождения через образец сигнал регистрируется высокочувствительным детектором, затем обрабатывается в самом приборе или передается для обработки на персональный компьютер. Получаемый результат характеризует динамическую впитываемость бумаги и картона [2].

Изменение величины ультразвукового сигнала обусловлено следующими явлениями [3]:

- повышение уровня принимаемого сигнала наблюдается вследствие уменьшения отражающей способности при увлажнении бумаги;

- снижение уровня сигнала наблюдается из-за увеличения рассеивающей способности образца по причине образования воздушных пузырьков в структуре бумаги вследствие неравномерного впитывания;

- увеличение уровня принимаемого сигнала из-за уменьшения поглощения сигнала при заполнении жидкостью пор и капилляров анализируемого листа;

- понижение уровня сигнала вследствие уменьшения эластичности волокон образца (только для тестовых жидкостей на основе воды).

Методы ультразвукового анализа гидрофобных свойств писчих и печатных сортов бумаги и картона являются новыми и пока не нашли широкого применения в качестве методов выходного (входного) контроля на целлюлозно-бумажных и полиграфических предприятиях Беларуси. С другой стороны, высокосортные виды бумаги и картона, используемые в полиграфии для печатания полноцветной продукции, поступают на рынок Республики Беларусь извне.

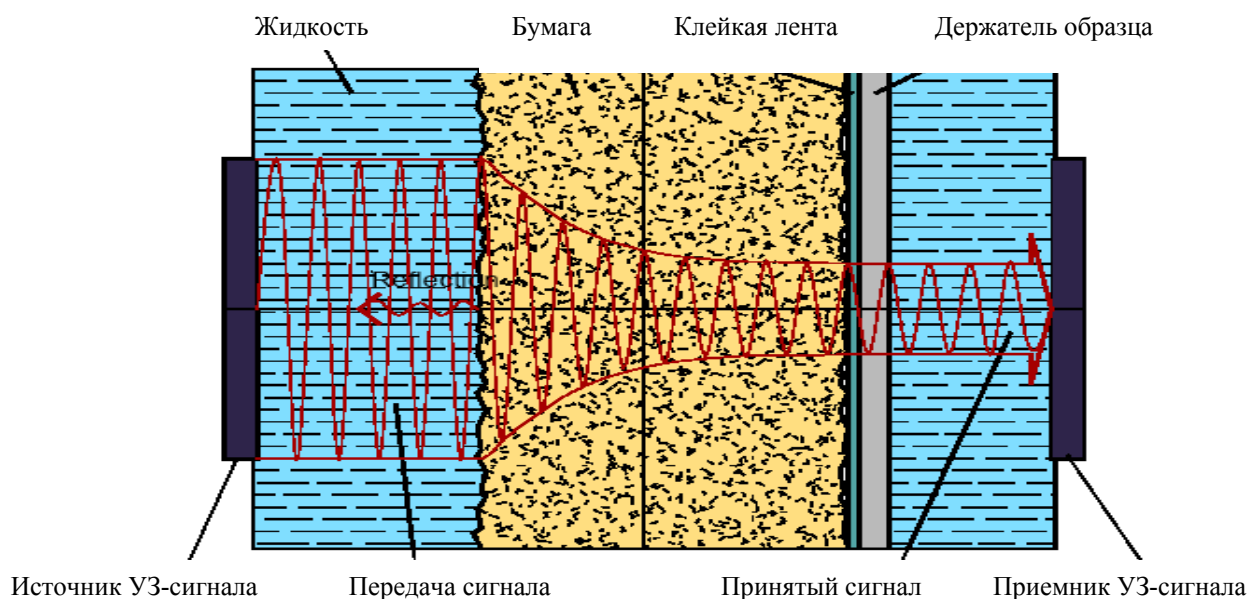


Рис. 1. Схема работы ультразвуковой измерительной ячейки

Ввиду отсутствия аппаратного и программного обеспечения для проведения ультразвукового анализа гидрофобных свойств бумаги и картона на целлюлозно-бумажных и полиграфических предприятиях Республики Беларусь необходимо провести сопоставительный анализ стандартных и ультразвуковых методов контроля гидрофобных показателей качества и определить возможность корреляции методов между собой.

**Основная часть.** Для сопоставительного анализа были выбраны образцы офсетной бумаги массой одного метра квадратного 120 г производства Сыктывкарского ЛПК (бумага № 1) и Краснокамской бумажной фабрики Гознака (бумага № 2). Оба вида бумаги характеризуются поверхностной проклейкой и позиционируются на рынке как бумага для высокохудожественных изданий.

Ультразвуковой анализ проводился на анализаторе динамического впитывания со стандартным модулем PDA.C 02. Данная модификация позволяет определить динамическое впитывание бумаги и картона по отношению к низковязким средам (вода, спирты, минеральные масла, пропиточные смолы и пр.). Особенностью установки является получение первых аналитических данных после 8 мс от момента контакта с жидкостью. Каждое последующее значение автоматически наносится на график с интервалом в 1 мс. В процессе анализа получен график зависимости ультразвукового сигнала от времени (рис. 2) для лицевой и сеточной стороны по каждому производителю.

Из графика видно, что время, соответствующее максимуму интенсивности ультразвукового сигнала для обеих бумаг, практически одинаково и составляет порядка 0,4 с (для бумаги № 1 — 0,398 с; для бумаги № 2 — 0,396 с), что значительно больше времени контакта печатной формы с краской и бумаги. Сопоставимость значений максимума интенсивности ультразвукового сигнала является одним из аргументов для позиционирования анализируемых видов бумаги на рынке офсетных бумаг как однотипных. Графики лицевой и сеточной сторон каждого вида бумаги практически совпадают, что свидетельствует об отсутствии анизотропии гидрофобных свойств данных сторон у каждого вида бумаги.

Для подтверждения отсутствия анизотропных свойств лицевой и сеточной сторон у каждого вида анализируемых бумаг было принято решение провести анализ поверхностной прочности бумаги и определить выщипывание каждого вида бумаги. Для определения выщипывания использовали пробопечатный комплекс, включающий скоростное раскатное устройство HSIU-4 и пробопечатающее устройство GST-P. Анализ проводили в соответствии с Международным стандартом ISO 3783, который предусматривает использование в качестве разрушающего поверхность бумаги элемента стандартных смол с известной вязкостью. Для проведения анализа использовали стандартную смолу средней вязкости. Результат анализа представлен в табл. 1.

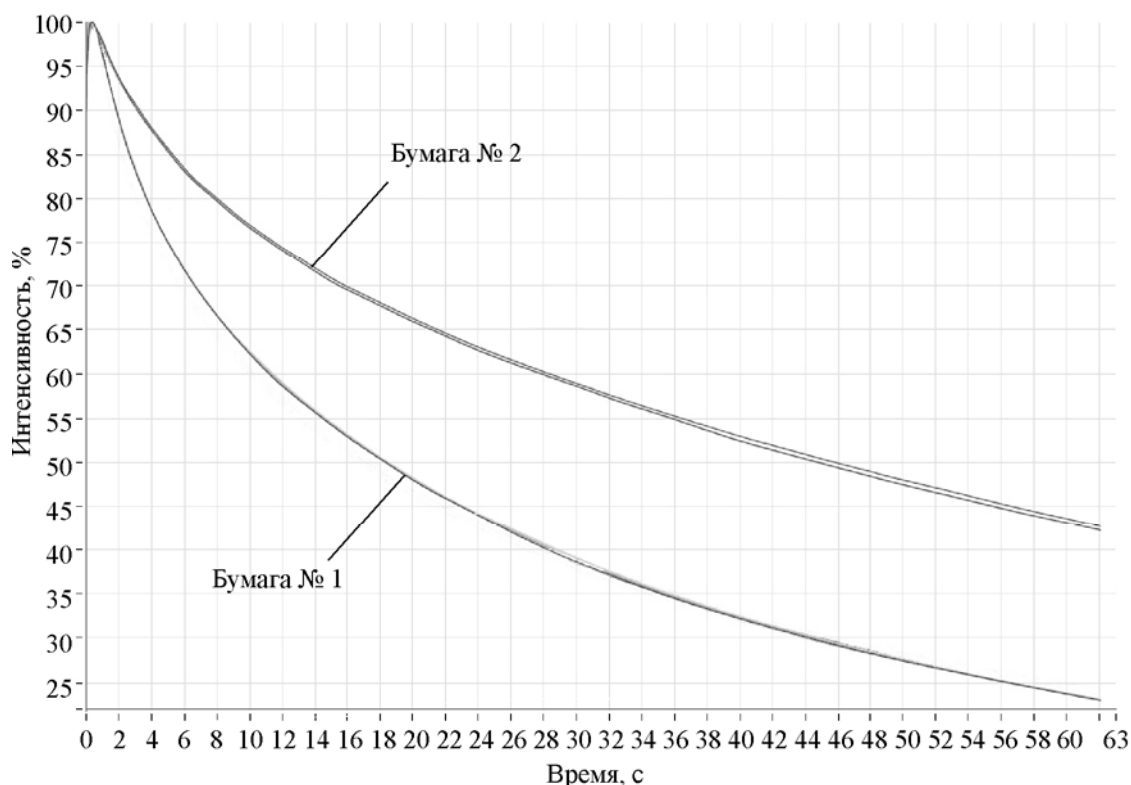


Рис. 2. Зависимость интенсивности уровня ультразвукового сигнала от времени контакта бумаги с водой

Таблица 1

**Стойкость поверхности бумаг  
к выщипыванию, м/с**

Бумага № 1		Бумага № 2	
лицевая	сеточная	лицевая	сеточная
2,9	2,9	3,2	3,2

Из таблицы видно, что поверхностная прочность лицевой и сеточной сторон для каждого вида бумаги одинакова. Исходя из незначительной анизотропии свойств лицевой и сеточной сторон для каждого вида бумаги в дальнейших расчетах было принято решение использовать среднеарифметические значения показателя интенсивности лицевой и сеточной сторон для каждого вида анализируемой бумаги.

В качестве стандартного метода определения гидрофобности бумажного листа был выбран метод измерения впитываемости при одностороннем смачивании по Коббу, так как по сравнению с чернильно-штриховым методом он характеризуется меньшим влиянием «человеческого фактора» на результат анализа. Данные по методу Кобба фиксировали при времени контакта бумаги с дисциллированной водой в течение 10, 20, 30, 40, 50 и 60 с отдельно для лицевой и сеточной стороны бумаги с последующим расчетом среднеарифметического значения в целом для бумаги. Определить впитываемость при одностороннем смачивании бумаги при времени контакта менее 10 с достаточно сложно ввиду конструктивных особенностей выбранного для анализа прибора.

Результат анализа по двум методам представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Гидрофобность офсетных бумаг**

Время, с	Бумага № 1		Бумага № 2	
	Впитываемость, г/м <sup>2</sup>	Интенсивность, %	Впитываемость, г/м <sup>2</sup>	Интенсивность, %
10	12,2	62,5	8,0	76,8
20	16,1	48,8	11,9	66,0
30	18,5	38,8	14,9	58,9
40	21,1	32,3	16,5	52,7
50	22,6	27,6	18,7	47,8
60	24,0	23,2	20,1	43,3

При сравнении результатов, полученных методом ультразвукового анализа и методом Кобба, очевидно, что отсутствует корреляция между данными по Коббу и результатом максимума на кривой динамического впитывания. Так, например, бумаги № 1 и № 2 по Коббу имеют принципиально разную впитываемость на протяжении всего изучаемого интервала, в то же время мак-

симум кривой динамической впитываемости для обеих бумаг равны и составляют порядка 0,4 с.

С другой стороны, корреляционный анализ результатов эксперимента в диапазоне времени контакта бумаги с водой от 10 до 60 с показал высокую степень корреляции данных.

Таким образом, метод оценки гидрофобности бумаги по Коббу непригоден для характеристики поведения бумаги в печатном процессе, а значит, неприемлем для оценки гидрофобности печатных сортов бумаги и картона, но вполне информативен для бумаг, при использовании которых предполагается более длительный контакт с жидкостями (картографическая, фильтровальная, мешочная и др.).

**Заключение.** В результате проведения эксперимента и обработки полученных данных установлено, что в диапазоне времени контакта бумаги с водой от 10 до 60 с наблюдается высокая корреляция между результатами, полученными ультразвуковым методом анализа и методом впитываемости при одностороннем смачивании (метод Кобба). Однако говорить о сохранении корреляционной зависимости в диапазоне времени контакта до 1 с не представляется возможным, так как:

- значение впитываемости при одностороннем смачивании для обоих видов бумаги принципиально отличается на протяжении всего изучаемого интервала, в то же время максимум кривых динамической впитываемости для обеих бумаг равны и составляют порядка 0,4 с;

- при использовании стандартных методов контроля гидрофобности технически невозможно определить впитываемость при одностороннем смачивании для времени контакта до 1 с и, соответственно, оценить поведение бумаги в процессе печати.

Таким образом, метод оценки, основанный на определении впитываемости при одностороннем смачивании (метод Кобб 30, Кобб 60 и т. д.), непригоден для характеристики поведения бумаги в печатном процессе, а значит, неприемлем для оценки гидрофобности печатных сортов бумаги и картона.

### Литература

1. Кулак, М. И. Влияние температуры на краевой угол смачивания бумаги печатной краской / М. И. Кулак, О. П. Старченко, И. А. Маслакова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2010. — Вып. XVIII. — С. 22–26.

2. Skowronski, J. Measuring the Swelling Pressure of Paper / J. Skowronski, P. Lepoutre // TAPPI Journal. — 1988. — 71 (7). — P. 125–127.

3. Климова, Е. Еще раз о бумаге и методах испытания ее свойств / Е. Климова, Р. Шабиев // Полиграфия. — 2009. — Вып. 3. — С. 76–77.

*Поступила 26.03.2012*

# ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

---

УДК 658.5

**М. И. Кулак**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой (БГТУ);  
**Н. Э. Трусевич**, кандидат экономических наук, доцент (БГТУ)

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ КНИГОИЗДАНИЯ БЕЛАРУСИ, РОССИИ, УКРАИНЫ

Статья посвящена анализу состояния книгоиздания Беларуси, России и Украины. Исследована динамика и выявлены тенденции развития книгоиздания этих стран. Выполнен сравнительный анализ и прогноз развития книгоиздания Беларуси, России и Украины. Показатели книгоиздания изменяются под воздействием внешних и внутренних факторов, за рассматриваемый период они менялись в разных направлениях, однако в целом для динамики этих показателей характерны неустойчивость и цикличность.

Article is devoted to the analysis of a condition of book publishing of Belarus, Russia and Ukraine. Dynamics is investigated and tendencies of development of book publishing of these countries are revealed. The comparative analysis and a forecast of development of book publishing of Belarus, Russia and Ukraine is executed. Indicators of book publishing change under the influence of external and internal factors, for the considered period they changed diversely, however as a whole for dynamics of these indicators instability and recurrence is characteristic.

**Введение.** Необходимость разработки и внедрения в повседневную практику хозяйственной деятельности принципиально новых методов и механизмов управления диктуется переводом стран с плановым управлением экономикой к рыночным отношениям. В теории и практике управления предприятиями издательско-полиграфического комплекса (ИПК) данную проблему можно признать ключевой. Однако она не является единственной, поскольку существует еще ряд проблем и объективных обстоятельств, которые необходимо учитывать, рассматривая экономический механизм управления в ИПК.

Сегодня ИПК удовлетворяет разнообразные потребности предприятий и организаций народного хозяйства, населения страны в целом ряде услуг и продукции в виде книг, журналов, газет, бланочной продукции и т. п.

Прошедшие 20 лет самостоятельного развития дают повод для того, чтобы подвести некоторые итоги, определить тенденции, построить прогноз. Поэтому целью работы является анализ динамики, выявление тенденций изменения и прогноз развития книгоиздания Беларуси, России и Украины на основе данных издательской статистики опубликованной в литературе [1–3].

**Описание динамики развития книгоиздания Беларуси.** За 20 лет суверенного развития Республики Беларусь отечественное книгоиздание смогло включиться в международный книгоиздательский процесс, прошло несколько этапов

в своем развитии и приобрело отдельные специфические черты, которые отличают его от книгоиздательской деятельности в других странах.

В развитии современного белорусского книгоиздания можно выделить три этапа.

Первый этап продолжался пять лет с 1991 по 1995 год. Для него характерно интенсивное развитие книгоиздания в результате изменения экономических условий и законодательной базы. Интенсивно развивалось как государственное, так и появившееся негосударственное, в том числе коммерческое, книгоиздание. Однако во второй половине этого этапа началось сказываться то, что система стала открытой. В национальном книгоиздании Беларуси проявились тенденции, характерные для мирового книгоиздания. В частотности, при продолжающемся увеличении количества изданий стали уменьшаться тиражи и объем книжной продукции в листах-оттисках.

Второй этап продолжался 12 лет с 1996 по 2008 год. Рост количества изданий продолжился, хотя периоды ускорения его темпов сменялись периодами, когда темпы роста замедлялись. На фоне общего тренда — уменьшения тиражей и объемов — происходило их циклическое изменение. Цикличность, в том числе и в издательской деятельности, является естественным проявлением сложности и нелинейности экономических и производственных систем.

Третий этап начался в 2009 году. Этот этап формируется на фоне финансово-экономического