



УДК 676.017.72

© О. А. Новосельская, к.т.н., В. Л. Колесников, д.т.н.,
П. И. Письменский, к.т.н., Белорусский государственный
технологический университет, Минск, А. О. Новиков,
УП «Бумажная фабрика» Гознака, Борисов, Т. В. Соловьева,
д.т.н., Белорусский государственный технологический
университет, Минск, Республика Беларусь

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЕЧАТНЫХ СВОЙСТВ БУМАГИ ДЛЯ ПЛОСКОЙ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

В статье приведена оценка печатных свойств бумаги. Анализ ведется по результатам опытно-промышленных испытаний бумаги для плоской офсетной печати с использованием изображения комплексной тестовой шкалы. С целью прогнозирования печатных свойств бумаги проведен эксперимент по варьированию ее композиционного состава по волокну, виду наполнителя и поверхностной проклейке.

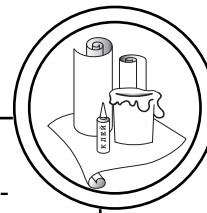
Ключевые слова: бумага; печатные свойства; качество; комплексная тестовая шкала; композиция; суперкритерий.

Постановка проблемы

Исследование и оценка печатных свойств бумаги представляют особый интерес, так как они зависят от структуры и свойств исходного материала и параметров проведения печатного процесса. Прогнозирование печатных свойств бумаги позволяет повысить не только ее качество, но и получить управляемый результат печати, что дает возможность сэкономить на производстве бумаги для печати штриховых работ и повысить качество бумаги для печати репродукций. С этой целью в статье проведен анализ печатных свойств бумаги по комплексной тестовой шкале [1] на основе технологии многокрасочного пробопечатания. Осо-

бенностью офсетной бумаги является высокая степень проклейки в массе и обязательная поверхностная проклейка. Оценка ее печатных свойств проведена с учетом особенностей плоской офсетной печати, что в отличие от лабораторных методов испытаний, позволяет получить представление о реальном поведении бумаги в печатном процессе и с более высокой достоверностью спрогнозировать ее свойства.

В качестве основных критериев оценки приняты показатели качества печатного изображения: абсолютная оптическая плотность, однородность печати, растискивание 50 % растровой точки, контраст печати, воспроизводимость шрифтов, раз-



решающая способность, выделяющая способность, скольжение. Для оценки качества бумаги необходимо провести печатный процесс при стандартных условиях и с единичными техническими параметрами — скорости печати, типа краски, температуры, влажности, времени раската краски и ее рабочей толщины [2]. Тогда изменение значений показателей качества печатного изображения свидетельствует о различной природе взаимодействия бумаги и краски, что является следствием изменяющегося композиционного состава самой бумаги, либо недопустимой неоднородности ее свойств.

Цель работы

В работе поставлена цель провести анализ печатных свойств бумаги по показателям качества печатного изображения и на его основе спрогнозировать конечные свойства бумаги для плоской офсетной печати.

Результаты проведенных исследований

В качестве объекта исследования была выбрана бумага для плоской офсетной печати в виде опытно-промышленных образцов, выработанных на УП «Бумажная фабрика» Гознака (г. Борисов, РБ). Для определения критериев качества печатного изображения была взята стандартная бумага для плоской офсетной печати соответствующая требованиям СТБ ИСО 9001–2001 (сертификат соответствия № ВУ/112 05.01.002.0515). Получение от-

тисков велось способом плоской офсетной печати. Запечатывание акклиматизированных опытных образцов бумаги форматом 40×45 см осуществляли на участке пробной печати УП «Бумажная фабрика» Гознака в пробопечатной машине марки «Kogex», работающей по принципу цилиндр—плоскость, и позволяющей полностью воспроизводить реальный печатный процесс [3], с применением широко используемых красок фирмы «SunChemical», которые зарекомендовали себя благодаря своим высоким потребительским и технологическим свойствам.

Далее анализировали показатели качества оттисков на бумаге с неизменным композиционным составом, вырабатываемой по стандартной технологии, и с изменяющимся композиционным составом по волокну, виду наполнителя и типу поверхностной проклейки. Результаты измерения оптической плотности представлены на рисунке 1. Показатели качества оттисков сведены в таблицу 1.

На рисунке 1 красные области соответствуют значениям оптической плотности, которые превышают допустимые отклонения $\pm 0,05$ Б. Синие области — соответствуют допустимым значениям оптической плотности в интервале 1,476–1,576 Б. Оттиски с неизменным композиционным составом имеют красные области по краям, что может быть вызвано изменением влажности бумаги либо сложностями в запечатывании крайних областей. Оттиски с изменяющимся композицион-

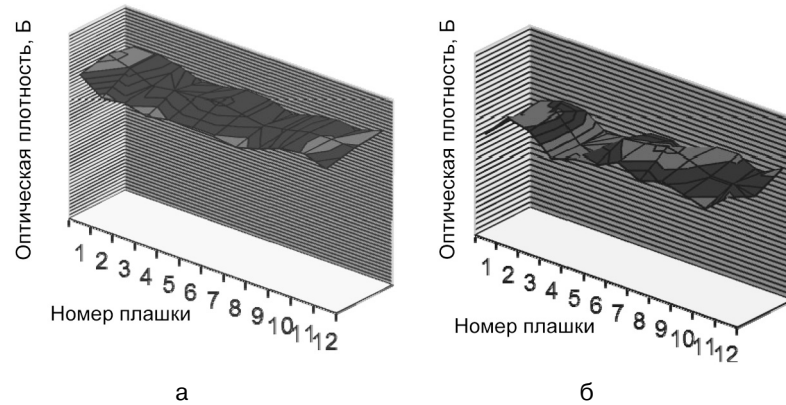
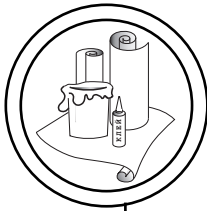


Рис. 1. Значения оптических плотностей для: неизменных по композиционному составу оттисков (а), оттисков с изменяющимся композиционным составом (б)

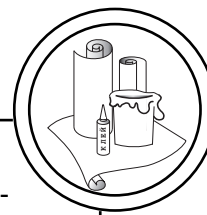
ным составом содержат красные области не только в крайних областях, но и в центральной части изображения, что не допустимо для качественной печати и свидетельствует о сильной неоднородности струк-

туры (разброс значений превышает $\pm 0,1$ Б, интервал оптических плотностей составляет 1,10–1,45 Б). Таким образом, при воспроизведении комплексной шкалы на бумаге с изменяющимся композиционным со-

Таблица 1

Показатели качества оттисков, полученных по технологии многокрасочного пробопечатания изображения комплексной тестовой шкалы

Наименование показателя		Бумага	
		с неизменным композиционным составом	с изменяющимся композиционным составом
Абсолютная оптическая плотность, Б		1,485	1,279
Однородность печати, Б		$\pm 5,147 \cdot 10^{-5}$	$\pm 0,42$
Растискивание 50 % растровой точки Δ , %		11,6 \pm 2,4	17,8 \pm 8,2
Контраст печати, $K_{\text{ш}}$		0,451 \pm 0,05	0,231 \pm 0,2
Воспроизводимость шрифтов, п.	Arial	1	1
	Times	1	2 \pm 0,5
	Script	3	4 \pm 0,5
Выделяющая способность, мкм			
— позитив		10	30 \pm 20
— негатив		40 \pm 10	50 \pm 20
Разрешающая способность, мкм			
— позитив		40	40 \pm 10
— негатив		60 \pm 10	80 \pm 20



ставом разброс показателей увеличивается и их значения снижаются.

При достижении рабочих свойств краски в процессе печати допустимые отклонения для зональных плотностей составляют $\pm 0,05$ Б [4]. Стопа бумаги с измененным композиционным составом, запечатываемая краской, достигшей рабочих свойств, должна иметь минимальное отклонение оптической плотности в 0,05 Б. Отклонения в большую сторону от приведенного показателя свидетельствуют о существенных различиях в свойствах запечатываемого материала. Из таблицы 1 видно, что оттиски с неизменным композиционным составом практически полностью удовлетворяют условию

однородности печати. Отклонения во всех показателях невысоки и имеют малые значения, в сравнении с оттисками с изменяющимся композиционным составом.

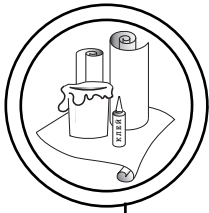
Для снижения размерности анализа по показателям качества оттисков было принято решение воспользоваться приемом объединения всех критериев в один — на основе расчета суперкритерия [5]. С этой целью была введена оценочная шкала для каждого из показателей (таблица 2).

Для показателя оптической плотности оттиска приняты нормативные значения, однако по требованиям различных стандартов пределы показателя нормируют по-разному. Так со-

Таблица 2

Шкала желательности показателей качества для офсетной бумаги

Наименование показателя	Значения показателей по шкале желательности				
	брак	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично
Оптическая плотность, Б	менее 1,1	1,1	1,3	1,5	более 1,5
Контраст печати $K_{\text{ш}}$	менее 0,25	0,25	0,3–0,5	0,35–0,45	0,4
Однородность печати, Б	более $\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,02$	$\pm 0,001$	0
Растискивание 50 % р.т., %	более ± 15	± 15	± 12	± 9	0
Воспроизводимость шрифтов для рубленых гарнитур, п.:					менее
— позитив	более 3,5	3,5	3,0	1,0	1,0
— негатив	более 5,0	5,0	4,0	1,5	менее 1,5
Разрешающая способность, мкм	более 100	100	80	50	менее 50
Выделяющая способность, мкм:					
— позитив	более 40	40	30	10	менее 10
— негатив	более 50	50	40	20	менее 20
Скольжение, мкм	более 50	50	40	30	менее 30



гласно технологическим инструкциям ВНИИ полиграфии для бумаги офсетной нормативное значение по черной краске составляет 1,2 Б. Согласно требованиям ISO 12647-2 нормируемым является $D = 1,0$ Б. По данным фирмы X-Rite значения оптической плотности для немелованной бумаги составляют для черной краски 1,55 Б. Поэтому, опираясь на диапазон изменения показателя по экспериментальным данным $D = 0,95 \div 1,6$ Б, принято минимально допустимое значение на уровне 1,1 Б, а для оценки отлично выше 1,5 Б.

В [6] приведены рекомендации для показателя контраста печати, рассчитанного по коэффициенту Ширмера КШ, однако по результатам наших испытаний предельные значения не совсем вписались в рекомендованные пределы и соответствовали бумаге с худшими характеристиками печатных свойств. Поэтому было принято решение привести интервалы показателя к оценочной шкале в пределах экспериментальных данных, $K_{Ш} = 0,3 \div 0,5$, причем наилучшему значению соответствует точка 0,4.

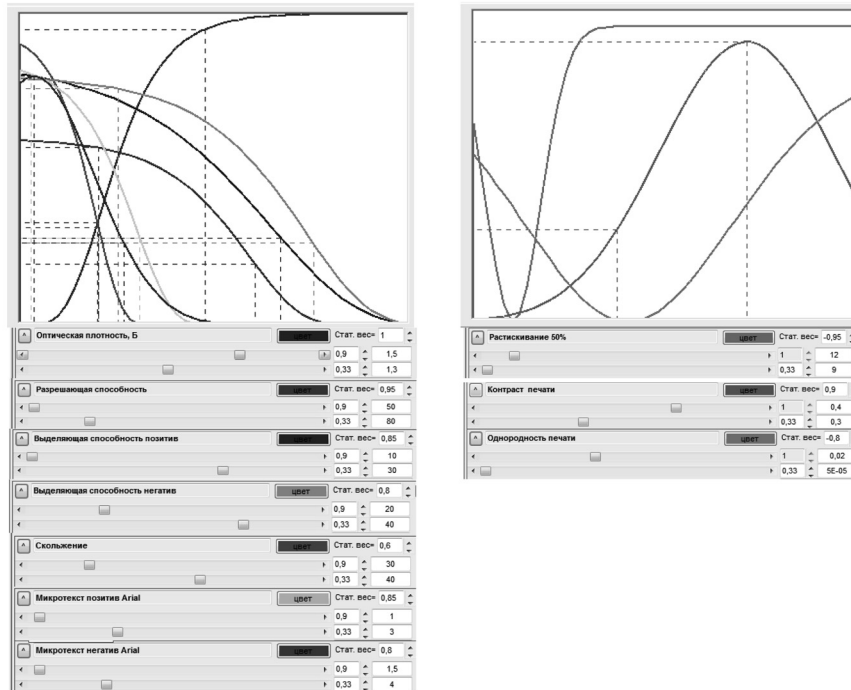
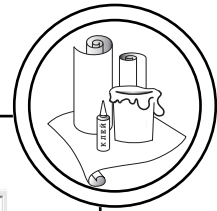
Величина растискивания нормирована по ISO 12647-2. Практика показывает, что для получения бумаги с улучшенными печатными свойствами следует ограничить интервал допустимого растискивания для 50 %-го растрового поля до 12 %.

Однородность печати согласно рекомендациям ВНИИ полиграфии для черной краски должна быть не более $\pm 0,1$ Б. Эксперимент, проведенный для

бумаги с поверхностной проклейкой, показал, что однородность печати не превысила уровня $\pm 0,05$ Б. Поэтому в качестве критерия взято усредненное значение однородности печати $\pm 0,02$ Б. Показатель должен отображаться функцией с двусторонними ограничениями с минимумом в точке 0. Для остальных показателей в качестве функции принадлежности использовались логистические сигмоиды с термами 0,33–0,9 в соответствующем процентном соотношении, которые оцениваются на «хорошо» и «очень хорошо».

Обработка экспериментальных данных с расчетом функций принадлежности проведена с помощью программного средства FUZZY, разработанного в УО «БГТУ». Расчет производился по методике, изложенной в [5, 7–9]. Заданы статистические веса каждого показателя с учетом важности для воспроизведения изображений поверхностью бумаги. Максимальный вес 1,0 присвоен показателю оптической плотности, минимальный 0,6 для показателя скольжения. Для негативного изображения шрифтов и выделяющей способности вес уменьшен на 0,05 по сравнению с позитивным, поскольку применяется сравнительно редко. Копии экрана по заданию кривых функций принадлежности для бумаги офсетной представлены на рисунке 2.

Расчет суперкритерия для композиции бумаги с различным видом и содержанием целлюлозы, видом наполнителя и составов для поверхностного



а б
Рис. 2. Форма кривых функции принадлежности:
а — тип функции — сигмоид; б — тип функции — Гаусс

проклеивания показал, что наибольшего значения (0,4–0,5) суперкритерий достигает при применении 80 % сульфатной и 20 % сульфитной целлюлозы, наполнении микрокальцитом, модифицированным катионным крахмалом, и поверхностной проклейкой на основе композиций крахмала и гидрофобизирующего полимера.

Результаты проведенных опытно-промышленных испытаний на УП «Бумажная фабрика» Гознака с оптимизированным композиционным составом приведены в таблице 3.

Анализ данных таблицы 3 показывает, что управление композиционным составом бумаги путем использования нечетких

множеств, лингвистических переменных и функций принадлежности для обработки результатов проведенных опытно-промышленных испытаний, позволяет уверенно предположить повышение печатных свойств бумаги по всем показателям качества печатного изображения: повышение сродства краски к поверхности за счет поверхностной проклейки, увеличение однородности поверхности в результате изменения композиции по волокну и виду наполнителя, что увеличивает однородность печати, воспроизводимость шрифтов, оптическую плотность, и снижает величину растискивания и скольжение.



Таблица 3

Печатные свойства бумаги для плоской офсетной печати, полученной в промышленных условиях

Наименование показателей		Бумага офсетная (контрольная)	Бумага с оптимизированным композиционным составом
Оптическая плотность оттиска, Б		1,17	1,45
Однородность печати, Б		$\pm 0,0924$	$\pm 0,0531$
Воспроизведение шрифта, пт	Негатив	Arial	2,0
		Times	2,5
		Script	4,0
	Позитив	Arial	1,4
		Times	1,7
		Script	2,5
Разрешающая способность бумаги, мкм		80	50
Выделяющая способность, мкм		30	10
Контраст печати $K_{\text{ш}}$		0,324	0,350
Скольжение, мкм		60	40
Растискивание 50 % р. т. Δ, %		+12,8	+10,8

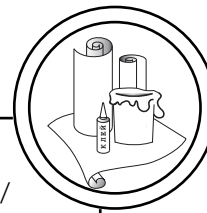
Выводы

Использование нечетких множеств, лингвистических переменных, функций принадлежности и формулы для вычисления комплексного суперкритерия снижают размерность задачи анализа печатных свойств бумаги. Результаты анализа позволяют направленно повысить свойства поверхности с получением бумаги с улучшенными по-

казателями качества печатного изображения: оптической плотности оттиска, однородности печати, воспроизводимости шрифтов, разрешающей и выделяющей способности, величины растискивания и скольжения. Данная методика может быть применена не только к бумаге, но, например, и к краске, офсетному полотну, формной пластине.

Список использованной литературы

1. Способ контроля отклонений печатных свойств бумаги от номинальных : пат. Респ. Беларусь № 15509, МПК8 G 01 N 21/89 (2006.01), G 01N 33/34 (2006.01) / О. А. Новосельская, В. И. Темрук, А. А. Пенкин, Т. В. Соловьева; заявитель Белорус. гос. технолог. ун-т. — № а20091585; заявл. 2009.11.10; опубл. 2012.02.28. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2012. — № 1. — С. 150.
2. Раскин А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. — М. : Книга, 1989. — 432 с.



3. Handbook of print media : technologies and production methods / H. Kipphan. — Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hong Kong; London; Milan; Paris; Singapore; Tokio : Springer, 2001. — 1207 p.

4. Механическая древесная масса : развитие технологии и оборудования, расширение производства и применения // Целлюлоза, бумага, картон. — 2004. — № 9. — С. 96–99.

5. Колесников В. Л. Системный анализ производственных процессов в полиграфии : учеб. пособие. / В. Л. Колесников. — Минск : БГТУ, 2011. — 352 с.

6. Тихонов В. П. Технология печатных процессов / В. П. Тихонов, С. А. Гуляев. — М., 2010. — 218 с.

7. Колесников В. Л. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем : учеб. пособие. / В. Л. Колесников, И. М. Жарский, П. П. Урбанович. — Минск : БГТУ, 2004. — 532 с.

8. Колесников В. Л. Беседы о системном анализе и информационных технологиях [Электронный ресурс] : Talkings. — Электрон. дан. и прогр. (37,4 Мб). — Минск, 2013. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

9. Скрипко Л. Е. Управление качеством и конкурентоспособностью : учеб. пособие / Л. Е. Скрипко. — СПб. : Изд-во СПб ГУЭФ, 2010. — С. 5–15.

References

1. Sposob kontrolja odklonenij pechatnyh svojstv bumagi ot nominal'nyh : pat. Resp. Belarus' № 15509, МРК8 G 01 N 21/89 (2006.01), G 01N 33/34 (2006.01) / O. A. Novosel'skaja, V. I. Temruk, A. A. Penkin, T. V. Solov'eva; zjavitel' Belarus. gos. tehnolog. un-t. — № a20091585; zjavl. 2009.11.10; opubl. 2012.02.28. // Aficyjny bjul. / Nac. cjentr intjelektual. ulasnasci. — 2012. — № 1. — S. 150.

2. Raskin A. N. Tehnologija pechatnyh processov / A. N. Raskin, I. V. Romejkov, N. D. Birjukova. — M. : Kniga, 1989. — 432 s.

3. Handbook of print media : technologies and production methods / H. Kipphan. — Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hong Kong; London; Milan; Paris; Singapore; Tokio : Springer, 2001. — 1207 p.

4. Mehanicheskaja drevesnaja massa : razvitie tehnologii i oborudovanija, rasshirenie proizvodstva i primenenija // Celljuloza, bumaga, karton. — 2004. — № 9. — S. 96–99.

5. Kolesnikov V. L. Sistemnyj analiz proizvodstvennyh processov v poligrafii : uceb. posobie. / V. L. Kolesnikov. — Minsk : BGTU, 2011. — 352 s.

6. Tihonov V. P. Tehnologija pechatnyh processov / V. P. Tihonov, S. A. Guljaev. — M., 2010. — 218 s.

7. Kolesnikov V. L. Komp'juternoe modelirovanie i optimizacija himiko-tehnologicheskijh sistem : uceb. posobie. / V. L. Kolesnikov, I. M. Zharskij, P. P. Urbanovich. — Minsk : BGTU, 2004. — 532 s.

8. Kolesnikov V. L. Besedy o sistemnom analize i informacionnyh tehnologijah [Jelektronnyj resurs] : Talkings. — Jelektron. dan. i progr. (37,4 Mb). — Minsk, 2013. — 1 jelektron. opt. disk (CD-ROM).

9. Skripko L. E. Upravlenie kachestvom i konkurentosposobnost'ju : uceb. posobie / L. E. Skripko. — SPb. : Izd-vo SPb GUJeF, 2010. — S. 5–15.

У статті наведено оцінку друкарських властивостей паперу. Аналіз ведеться за результатами дослідно-промислових випробувань паперу для плоского офсетного друку з використанням зображення комплексної тестової шкали.



З метою прогнозування друкарських властивостей паперу проведено експеримент з варіювання його композиційного складу за волокном, видом наповнювача і поверхневої проклейки.

Ключові слова: папір; друкарські властивості; якість; комплексна тестова шкала; композиція; суперкритерій.

The article presents the evaluation of paper printing properties. The analysis is conducted on the results of pilot tests for the paper for sheet offset printing with an image of complex test scale. In order to forecast the printability of paper the experiment on its compositional variation along the fiber, type of filler and surface sizing is carried out.

Keywords: paper; printing properties; quality; complex test scale; composition; supercriterion.

Рецензент — А. А. Губарев, к.т.н., доцент,
директор ООО «Сигма-микрон», Республіка Білорусь

Надійшла до редакції 20.11.15