

УДК 676.017.72:676.044

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЕЧАТНЫХ СВОЙСТВ БУМАГИ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

© О. А. Новосельская, А. А. Пенкин, к.т.н., А. А. Губарев, к.т.н., Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь, В. И. Темрук, к.т.н., УП «Бумажная фабрика» Гознака, Борисов, Республика Беларусь, Т. В. Соловьева, д.т.н., Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Розглянуто комплексну оцінку друкарських властивостей паперу малої і середньої зольності з різними типами карбонатних наповнювачів у вихідному і модифікованому катіонним крохмалем вигляді.

Complex printing properties evaluation of low and medium ash content paper with different types of GCC fillers in usual and modified by cationic starch state is examined.

### Постановка проблемы

Одним из современных направлений развития технологии печатных видов бумаги является непрерывное повышение в их композиции содержания минеральных наполнителей [1]. Это связано с необходимостью улучшения комплекса печатных, оптических и других свойств бумаги при использовании наполнителей и снижения расхода дорогостоящих волокнистых полуфабрикатов, которое достигается их частичной заменой на более дешевое минеральное вещество.

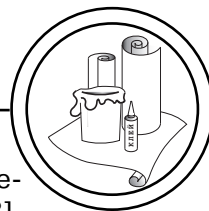
### Анализ предыдущих исследований

Общим недостатком применения наполнителей в производстве бумаги для печати является заметное снижение степени ее проклейки и механической прочности. Поэтому в миро-

вой практике наполнители все шире используются в модифицированном виде, что позволяет не только снизить их отрицательное влияние на прочность и проклейку бумаги, но и усилить положительный эффект в отношении ее печатных свойств, степени их удержания в бумаге и др. показателей [3]. В Республике Беларусь модифицирование наполнителей также нашло промышленное применение в производстве печатных видов бумаги. Так, на УП «Бумажная фабрика» Гознака была внедрена новая технология модифицирования природных карбонатных наполнителей катионным крахмалом (пат. РБ № 13365, 13858, 15921).

### Цель работы

В связи с оригинальностью используемого способа модифицирования проводится ком-



плексная оценка печатных свойств бумаги с различными типами карбонатных наполнителей в исходном и модифицированном виде.

**Результаты проведенных исследований**

В качестве объекта исследования была выбрана бумага для печати в виде опытно-промышленных образцов, не содержащих оптических отбеливателей, малой (4,2–4,8 %) и средней (10,2–11,8 %) зольности и изготовленных с использованием двух типов карбонатных наполнителей: традиционно используемого мела — марки «МТД-2» и высококачественного наполнителя — мраморного кальцита марки «Normcal 20» в исходном и модифицированном катионным крахмалом виде. Образцы бумаги из опытной партии были запечатаны на участке пробной печати УП «Бумажная фабрика» Гознака Беларуси с использованием специальной печатной формы с изображением тестовой шкалы, изготовленной аналоговым способом. Отбор данных для каждого опытного варианта осуществлялся по 10 образцам бумаги, полученных с пробопечатного станка в нормальных условиях после нанесения контрольного оттиска. Печатные свойства бумаги оценивались показателями белизны, оптической плотности плашки, контраста печати по показателю Ширмера  $K_{Ш}$ , растискивания растровой точки.

Математическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с использова-

нием обобщенной функции желательности Харрингтона [3], значения которой рассчитывались по формуле:

$$D = \sqrt[4]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4}, \quad (1)$$

где  $d_i$  — частные функции желательности по показателям белизны, оптической плотности плашки, контраста печати по коэффициенту  $K_{Ш}$ , растискивания растровой точки.

Значения частной функции желательности рассчитывались по формуле:

$$d_i = \exp[-\exp(-y'_i)], \quad (2)$$

где  $y'_i$  — кодированные значения показателей печатных свойств бумаги, определенные по шкале желательности с односторонним ограничением.

При этом для показателей белизны, оптической плотности плашки, контраста печати  $K_{Ш}$  использована шкала желательности с односторонним ограничением  $y_i \geq y_{\min}$ , а для показателя растискивания растровой точки одностороннее ограничение имело вид  $y_i \leq y_{\max}$ . Для получения кодированных значений  $y'_i$  были взяты три равномерных интервала, то есть, выбран код  $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$  [3].

Результаты оценки печатных свойств опытно-промышленных образцов бумаги с различными типами карбонатных наполнителей в исходном и модифицированном виде представлены в табл. 1.



Таблица 1

Печатные свойства бумаги с различными типами карбонатных наполнителей в исходном и модифицированном виде

Тип, вид и содержание наполнителя в бумаге, %		Показатели качества			
		Белизна, %	Оптическая плотность плашки, Б	Контраст печати, $K_{ш}$	Растискивание растровой точки, %
Мел	исходный, 4,2	79,7	1,02	0,266	+2,4
	модифицированный, 4,5	79,8	1,10	0,301	+2,1
	исходный, 10,2	80,0	1,17	0,259	+4,6
	модифицированный, 10,8	80,1	1,19	0,341	+1,6
Мраморный кальцит	исходный, 4,3	81,5	1,27	0,218	+4,0
	модифицированный, 4,8	81,3	1,22	0,256	+3,5
	исходный, 11,3	83,0	1,29	0,280	+3,8
	модифицированный, 11,8	83,3	1,38	0,322	+0,4

Как видно из табл. 1, все переменные факторы оказывают существенное влияние на печатные свойства бумаги, особенно на показатели оптической плотности оттиска и контраста печати. С целью комплексной оценки влияния типа, вида и содержания наполнителя на печатные свойства по формуле (1) были рассчитаны значения обобщенной функции желательности ( $D_i$ ), которые представлены в табл. 2.

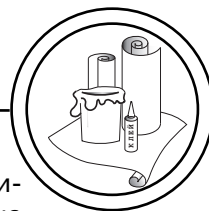
Из таблицы 2 видно, что наибольший положительный эффект на печатные свойства бумаги оказывает применение наполнителей в модифицированном виде, о чем свидетельствуют максимальные значения обобщенной функции желательности (0,77 для мела и 0,80 для мраморного кальцита).

Из таблицы 2 видно, что наибольший положительный эффект на печатные свойства бумаги оказывает применение наполнителей в модифицированном виде, о чем свидетельствуют максимальные значения обобщенной функции желательности (0,77 для мела и 0,80 для мраморного кальцита).

Таблица 2

Значения частной и обобщенной функции желательности

Тип, вид и содержание наполнителя		Значения функции желательности				Частные функции желательности	Обобщенная функция желательности, $D_i$
		$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$		
мел	исходный, 4,2 %	0,793	0,410	0,565	0,885	0,64 ( $D_1$ )	
	модифицированный, 4,5 %	0,795	0,567	0,654	0,896	0,72 ( $D_2$ )	
	исходный, 10,2 %	0,800	0,662	0,546	0,794	0,69 ( $D_3$ )	
	модифицированный, 10,8 %	0,801	0,673	0,721	0,913	0,77 ( $D_4$ )	
Мраморный кальцит	исходный, 4,3 %	0,819	0,710	0,424	0,800	0,67 ( $D_5$ )	
	модифицированный, 4,8 %	0,817	0,687	0,537	0,831	0,71 ( $D_6$ )	
	исходный, 11,3 %	0,837	0,719	0,603	0,813	0,74 ( $D_7$ )	
	модифицированный, 11,8 %	0,840	0,757	0,690	0,944	0,80 ( $D_8$ )	



Для количественной оценки значимости взаимного влияния типа, вида и содержания наполнителя на комплекс печатных свойств бумаги полученные расчетные данные были подвергнуты дисперсионному анализу [4].

Условные обозначения и уровни варьирования каждого из перечисленных факторов представлены в табл. 3.

Данные для дисперсионного анализа представлены в табл. 4.

Результаты проведения дисперсионного анализа представлены в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что наибольшее влияние на печатные свойства бумаги, согласно оценке, проведенной по критерию Фишера, оказывают вид (исходный и модифицированный) и содержание наполнителя в бумаге. Фактор А (тип наполнителя) также изменяет печатные свойства бумаги, но не столь значительно как W и T, при этом его влияние превосходит значимость влияния на печатные свойства взаимодействия между типом наполнителя и зольностью бумаги (А и T), а также типом и видом наполнителя (А и W).

Таблица 3  
Условные обозначения и уровни варьирования факторов

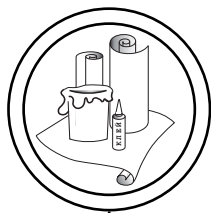
Наименование фактора	Условное обозначение	Уровень варьирования
Содержание наполнителя (зольность бумаги), %	T1	4÷5
	T2	10÷12
Тип наполнителя	A1	мел
	A2	мраморный кальцит
Вид наполнителя	W1	исходный
	W2	модифицированный

Таблица 4  
Данные для дисперсионного анализа

Наименование фактора	Условное обозначение	Уровень варьирования
Содержание наполнителя (зольность бумаги), %	T1	4÷5
	T2	10÷12
Тип наполнителя	A1	мел
	A2	мраморный кальцит
Вид наполнителя	W1	исходный
	W2	модифицированный

Таблица 5  
Результаты дисперсионного анализа

Факторы	Расчетное значение критерия Фишера	Табличное значение критерия Фишера при $\alpha = 0,05; f_1 = 1; f_2 = 2$	Оценка значимости влияния взаимодействий между факторами на печатные свойства
A	81	18,5	значимо
W	729		значимо
T	729		значимо
A и W	25		значимо
W и T	1		не значимо
A и T	49		значимо



### Выводы

Результаты проведенного комплексного анализа свидетельствуют об эффективности применения в технологии бумаги в качестве способа повышения ее печатных свойств моди-

фицирования карбонатных наполнителей катионным крахмалом. Максимальный положительный эффект достигается за счет использования модифицированного мраморного кальцита.

1. Махотина Л. Г. Современные тенденции в технологии бумаги для печати / Л. Г. Махотина // Целлюлоза. Бумага. Картон. — 2008. — № 3. — С. 52–55. 2. Filler modification for papermaking / Shen [et al.] // BioResources. — 2009. — Vol. 4, № 3. — P. 1190–1209. 3. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : изд. 2-е перераб. / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. — М. : Издательство «Наука», 1976. — 280 с. 4. Жарский И. М. Планирование и организация эксперимента : учеб. пособие / И. М. Жарский, Б. А. Каледин, И. Ф. Кузьмицкий. — Минск : БГТУ, 2003. — 178 с.

1. Mahotina L. G. Sovremennye tendencii v tehnologii bumagi dlja pechati / L. G. Mahotina // Celljuloza. Bumaga. Karton. — 2008. — № 3. — S. 52–55. 2. Filler modification for papermaking / Shen [et al.] // BioResources. — 2009. — Vol. 4, № 3. — P. 1190–1209. 3. Adler Ju. P. Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij : izd. 2-e pererab. / Ju. P. Adler, E. V. Markova, Ju. V. Granovskij. — M. : Izdatel'stvo «Nauka», 1976. — 280 с. 4. Zharskij I. M. Planirovanie i organizacija jeksperimenta : ucheb. posobie / I. M. Zharskij, B. A. Kaledin, I. F. Kuz'mickij. — Minsk : BGTU, 2003. — 178 с.

Рецензент — Т. А. Долгова, к.ф.-м.н.,  
доцент, БДТУ

Надійшла до редакції 19.09.12