

ПОВЫШЕНИЕ УДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ И МЕЛКИХ ВОЛОКОН В БУМАГЕ ДЛЯ ПЕЧАТИ, СОДЕРЖАЩЕЙ МАКУЛАТУРУ

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Актуальность. В связи с повышением цен на импортируемую целлюлозу, большую значимость приобретает макулатура, которая ранее не применялась в производстве высокосортных видов бумаги для печати. Главное отличие макулатуры заключается в ее изначально пониженных бумагообразующих свойствах по сравнению с первичными полуфабрикатами. В результате влияния технологических стадий изготовления бумаги, а также процессов переработки происходит потеря эластичности, чрезмерное уплотнение поверхности и увеличение хрупкости волокон. Макулатура после разволокнения в гидроразбивателе представляет собой суспензию, состоящую из волокон различной длины с значительным содержанием коротковолокнистой фракции, плохо удерживающейся на сетке бумагоделательной машины. Кроме того, она содержит наполнитель, который препятствует осаждению на волокна его новых частиц при последующем изготовлении бумаги.

Печатные виды бумаги содержат большое количество наполнителя. Применение наполнителей в производстве бумаги для печати обеспечивает достижение специальных печатных свойств, в том числе высокой белизны, яркости, красковосприятости, способности воспроизводить элементы графической защиты. Кроме того, наполнители в определенной мере улучшают макроструктуру бумаги и приводят к снижению затрат на ее изготовление за счет частичной замены целлюлозы на более дешевое минеральное сырье [1–4].

Для эффективного использования наполнителя, независимо от вида и характеристик, а также макулатуры с ее высоким содержанием коротких волокон необходима высокая степень их удержания в композиции бумаги. Очевидно, что уменьшение потерь наполнителя и мелких волокон ведет к снижению себестоимости продукции и увеличению производительности бумагоделательной машины [5].

Удержание в процессе производства бумаги протекает по механизму механической агломерации и коллоидного агрегирования.

Повышение удержания механическим способом обеспечивается применением формирующей сетки с меньшим размером ячеек, повышением степени помола бумажной массы и массы 1 м^2 бумаги, снижением скорости бумагоделательной машины.

Коллоидное агрегирование включает в себя механизмы коагуляции и флокуляции [6], которые положены в основу современных систем удержания наполнителя. Системы удержания – комплекс химических вспомогательных веществ, обеспечивающих оптимальное протекание физико-химических процессов в бумажной массе для достижения необходимой степени удержания наполнителя и мелких волокон в композиции бумаги [7].

Цель настоящего исследования заключалась в повышении удержания наполнителя и мелких волокон в бумаге для печати, содержащей макулатуру.

Материалы и методы. При проведении эксперимента композиция бумаги была следующей: целлюлоза сульфатная хвойная производства компании VOTNIA (Финляндия) – 26%, целлюлоза сульфатная лиственная производства компании ILIM PULP (Россия) – 45%, макулатура марок МС–2А и МС–7Б – 29% [8], упрочняющий агент (катионный крахмал Hi-Cat C 323 A) – 8%, наполнитель (мел МТД-2); двойная удерживающая система состояла из химикатов – катионного коагулянта PAX-18 и анионного флокулянта Fenropol A 5050 R. Степень удержания волокон и наполнителя без введения химических веществ составляла 50 %.

В ходе эксперимента последовательность дозирования химикатов была следующей: наполнитель → катионный крахмал → коагулянт → флокулянт.

Для определения оптимального соотношения вспомогательных химических веществ в композиции бумаги для печати применили математическое планирование эксперимента. Организационной основой для математического описания и оптимизации композиционного состава являлся многофакторный план Бокса [9]. Независимыми управляющими переменными (факторами) были выбраны: расход наполнителя (X1, %), расход коагулянта (X2, %), расход флокулянта (X3, %). Уровни варьирования факторов в кодированном и натуральном выражении представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов

Единицы измерения факторов	Уровни варьирования факторов								
	X1 (расход наполнителя, %)			X2 (расход коагулянта, %)			X3 (расход флокулянта, %)		
Кодированные единицы	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1
Физические единицы	5	10	15	2	4	6	0,2	0,4	0,6

При нахождении оптимальных значений выбранных переменных критериями оптимизации являлись показатели: зольность бумаги, скорость обезвоживания бумажной массы, степень удержания волокон и наполнителя, разрывная длина бумаги.

После последовательного дозирования химикатов в размолотую бумажную массу определяли показатели скорости ее обезвоживания, степени удержания волокон и наполнителя. Из полученной бумажной массы изготавливали на листоотливном аппарате Ernst-Naage образцы бумаги массой 80 г/м², для которых определяли разрывную длину на горизонтальной разрывной машине фирмы «Lorentzen and Wettre» и зольность.

Результаты реализации плана эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – План и результаты эксперимента

Факторы			Критерии оптимизации			
расход наполнителя, %	расход коагулянта, %	расход флокулянта, %	зольность, %	скорость обезвоживания, мл/с	степень удержания, %	разрывная длина, км
5	2	0,2	7,6	12,6	78,5	5,31
15	2	0,2	10,3	51,2	70,3	3,92
15	2	0,4	11,4	47,4	73,6	3,46
5	2	0,6	8,1	16,7	82,8	4,68
5	6	0,2	8,4	12,3	86,7	4,72
15	6	0,2	14,6	43,6	80,7	2,87
15	6	0,6	17,1	39,4	88,3	2,43
5	6	0,6	9,2	10,4	94,8	4,52
10	4	0,2	9,8	36,7	80,2	4,23
15	4	0,4	16,7	44,7	87,3	2,54
10	4	0,6	11,3	26,8	82,7	3,49
5	4	0,4	9,0	14,3	93,8	4,85
10	6	0,4	12,5	22,4	87,4	3,23
10	2	0,4	10,2	32,7	70,9	4,08

Расчеты обобщенного критерия оптимизации позволили определить оптимальное соотношение вспомогательных химических веществ в композиции бумаги для печати, содержащей макулатуру: расход наполнителя – 9,5%, расход коагулянта – 4,4%, расход флокулянта – 0,2%. Введение данного соотношения химических веществ в композицию бумаги для печати обеспечивает получение следующих значений критериев оптимизации: скорость обезвоживания бумажной массы – 31 мл/с, степень удержания волокон и наполнителя – 80,33%, зольность бумаги – 10%, разрывная длина бумаги – 4,13 км.

Применение оптимальных расходов компонентов – катионного коагулянта РАХ-18 – 4,4% и анионного флокулянта Fennopol A 5050 R – 0,2%, совместно с катионным крахмалом Hi-Cat C 323 A, входящих в двойную удерживающую систему, позволило повысить степень удержания наполнителя и мелких волокон в композиции бумаги для печати, содержащей макулатуру, на 61%. При этом оптимальный расход наполнителя, при котором достигается его наилучшее удержание с достижением высоких прочностных показателей бумаги для печати, составил 9,5%.

Литературные источники

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. / редкол.: П. Осипов [и др.]. – СПб.: Политехника, 2002–2006. – Т.2: Производство бумаги и картона. Ч.1: Технология производства и обработки бумаги и картона / В.И. Комаров [и др.]. – 2005. – 423 с.
2. Clay-Starch composites and their application in papermaking / Se-Young Yoon [et al.] // Journal of Applied Polymer Science. – 2006. – Vol. 100. – P. 1032–1038.
3. Improvement of paper strength with starch modified clay / Zegui Yan [et al.] // Journal of Applied Polymer Science. – 2005. – Vol. 97. – P. 44–55.

4. Silenius P. Improving the combinations of critical properties and process parameters of printing and writing papers and paperboards by new paper-filling methods: dis. ... doct. of science in techn. / P. Silenius. – Helsinki, 2003. – 129 p.
5. Иванов С.Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – 3-е изд. – Москва: Школа бумаги, 2006. – 696 с.
6. Новое в технологии удержания, обезвоживания, формования бумаги и картона / Ю. А. Крылатов [и др.] // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2003. – № 7–8. – С. 26–30.
7. Кейзер П.М. Системы фиксации наполнителей в производстве бумаги для печати: дис. ... канд. техн. наук: 05. 21. 03. / П.М. Кейзер. – Санкт-Петербург, 2004. – 110 с.
8. Каверина А.А. Оптимизация композиционного состава бумаги для печати с использованием макулатуры / А.А. Каверина, В.В. Горжанов, Т.В. Соловьева // Материалы докладов «62 студенческой научно-технической конференции», 18-23 апреля 2011 г.: в 3 ч. – Мн.: БГТУ, 2011. – Ч. 2. – С. 132–135.
9. Пен Р.З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства / Р.З. Пен. – Красноярск: Красноярский гос. ун-т, 1982. – 192 с.

A.A. Dubovik, V.V. Gorzhanov, T.V. Solov'eva

**INCREASED RETENTION OF FILLER AND SMALL FIBERS
IN PAPER FOR PRINTING, CONTAINING WASTE PAPER**

Belarusian State Technological University, Minsk

Summary

To improve the retention of filler and small the fibers in paper for printing, containing waste paper, was applied a double restraint system, consisting of a cationic coagulant PAX-18, cationic starch Hi-Cat C 323 A and an anionic flocculant Fennopol A 5050 R. Application of the optimal components consumption, included in a double restraint system, allowed to increase the retention of filler and small fibers in the composition of the paper for printing containing waste paper, by 61%. The optimal consumption of filler in paper for printing was 9.5%.