

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – Изд. 2-е, переработ. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 696 с.
- 2 Хованский, В. В. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона: уч. пособие / В. В. Хованский, В. К. Дубовый, П. М. Кейзер. – С-Пб, 2013. – 151 с.
- 3 Гордейко, С. А. Повышение прочности тароупаковочной бумаги с использованием азотсодержащих соединений / С. А. Гордейко [и др.]. // Труды БГТУ. 2013. №4: Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – С. 165–168.

УДК 676.038.2:676.22: 676.23

А.А. Пенкин<sup>1</sup>, доц., канд. техн. наук [tov@belstu.by](mailto:tov@belstu.by);  
В.И. Темрук<sup>2</sup>, нач. лаборатории спец. материалов, канд. техн. наук;  
А.Н. Кашин<sup>3</sup>, зам. гл. инженера;  
Т.В. Соловьева<sup>1</sup>, проф., д-р техн. наук  
(<sup>1</sup>БГТУ, г. Минск; <sup>2</sup>ГНУ «Институт общей и общей и неорганической химии НАН Беларуси, г. Минск; <sup>3</sup>УП «Бумажная фабрика» Гознака, г. Борисов)

### **ВТОРИЧНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПИСЧЕ-ПЕЧАТНЫХ ВИДОВ БУМАГИ**

Вторичные волокнистые полуфабрикаты (макулатура) являются одним из наиболее массовых видов волокнистого сырья для производства различных марок бумаги и картона. Так, согласно данным Рёугу в 2014 г. [1] доля макулатуры составляла 56 % от мирового объема потребления всех волокнистых полуфабрикатов. При этом макулатура находит все более широкое применение не только в производстве разнообразных упаковочных видов бумаги и картона, газетной бумаги, но и в секторе более высококачественных графических видов бумаги, к которым относятся бумаги для письма и печати [2]. В производстве последних в мировой практике используют, как правило, сложные системы подготовки макулатурной массы, включающие операции по облагораживанию – удалению печатной краски или деинкинга и отбеливанию [2, 3].

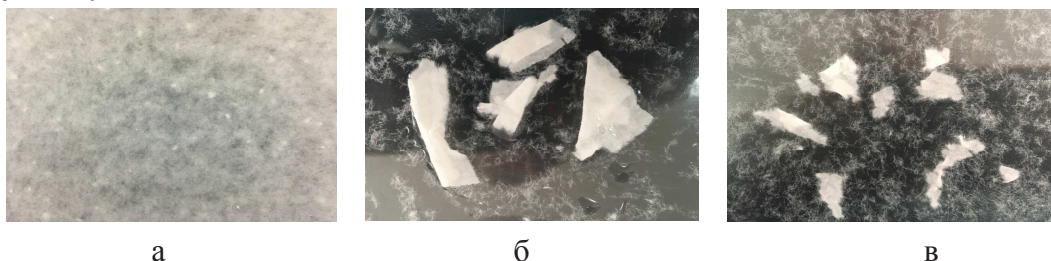
На предприятиях Республике Беларусь, выпускающих писче-печатные виды бумаги, в частности на УП «Бумажная фабрика» Гознака, ввиду сравнительно небольшой установленной мощности технологической линии по переработке макулатуры и мощности предприятия в целом, деинкинг и отбеливание макулатурной массы экономически нецелесообразны и не применяются. В данном случае практикуется использование высококачественной макулатуры группы А марок МС-1, МС-2, которые, однако, являются относительно дорого-

стоящим и импортируемым сырьем. В то же время на предприятии освоен выпуск нового вида бумажной продукции для Республики Беларусь – бумаги жиростойкой. Данный вид бумаги характеризуется высокими барьерными свойствами, достигаемыми специальной поверхностной обработкой, и изготавливается из 100 % беленой сульфатной беленой целлюлозы. Образующиеся на предприятии технологические отходы жиростойкой бумаги (далее – отходы ЖСБ), представляют интерес в качестве частичной замены дорогостоящей макулатуры марки МС-1А в технологии писче-печатных видов бумаги, что и являлось целью настоящей работы.

Экспериментальные исследования были проведены в два этапа: 1 этап – в лабораторных условиях, 2 этап – в промышленных условиях УП «Бумажная фабрика» Гознака. В лабораторных условиях исследовано поведение различных волокнистых полуфабрикатов в процессе их роспуска и размола, изготовлены и испытаны экспериментальные образцы бумаги. В промышленных условиях выпущена экспериментальная партия бумаги для потребительских товаров и проведены ее испытания на соответствие требованиям установленной нормативно-технической документации

Для исследования поведения вторичных волокнистых полуфабрикатов в процессе роспуска и размола использован лабораторный размалывающий комплект ЛКР-1, состоящий из гидроразбивателя ЛГ-3 и дисковой мельницы НДМ-3. С целью интенсификации роспуска отходов от производства бумаги с высокими барьерными свойствами использовали специальную смачивающую добавку – водный раствор ПАВ торговой марки «ТМ-Тексолан НМ».

На рисунке 1 представлены цифровые фотографии бумажной массы, полученные после промежуточного отбора проб из ванны гидроразбивателя по истечению 20 мин. роспуска вторичных волокнистых полуфабрикатов. При этом общая продолжительность роспуска макулатуры МС-1А составила 20 мин., продолжительность роспуска отходов ЖСБ ввиду их высоких барьерных свойств была увеличена до 40 мин.



а – из макулатуры МС-1А; б – из отходов ЖСБ; в – из отходов ЖСБ с добавкой ПАВ

**Рисунок 1 – Цифровые фотографии бумажной массы в процессе роспуска вторичных волокнистых полуфабрикатов**

Как видно из представленных на рисунке фотографий, отходы бумаги с высокими барьерными свойствами (рисунок 1 а) по сравнению с макулатурой марки МС-1А (рисунок 1 б) (традиционно применяемой в технологии писчих видов бумаги) значительно хуже подвергаются роспуску. Применение раствора ПАВ при роспуске, как видно из сравнения фотографий б и в, способствует более интенсивному разволокнению отходов бумаги с высокими барьерными свойствами и увеличению их степени помола.

Данные по изменению степени помола бумажной массы в процессе размолта вторичных волокнистых полуфабрикатов представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Изменение степени помола бумажной массы в процессе размолта вторичных волокнистых полуфабрикатов**

Продолжительность размолта, мин.	Степень помола бумажной массы (°ШР) из		
	макулатуры МС-1А	отходы ЖСБ	отходы ЖСБ + ПАВ
0 (после роспуска)	36	27	30
3	42	30	33
6	46	33	36
9	48	37	40
12	50	41	44

Из данных таблицы 2 видно, что применение ПАВ способствует повышению степени помола бумажной массы после роспуска с 27 до 30 °ШР. Требуемая степень помола бумажной массы (40°ШР) из отходов ЖСБ с добавкой ПАВ достигается за 9 мин. размолта, тогда как бумажной массе без использования ПАВ для получения близкой степени помола (41°ШР) требуется 12 мин. размолта. Таким образом, появляется возможность сокращения продолжительности размолта бумажной массы в дисковой мельнице (и, следовательно, энергозатрат на размол) приблизительно на 20–25 %.

В таблице 3 представлены свойства экспериментальных лабораторных образцов писчей и печатной бумаги различного композиционного состава, изготовленных без использования вспомогательных химических веществ. При этом композиционный состав образцов бумаги по волокнистым полуфабрикатам был следующим:

- контрольный №1 – 100 % макулатуры МС-1А;
- опытный №1 – 90 % макулатуры МС-1А + 10 % отходов ЖСБ;
- контрольный №2 – 70 % беленой сульфатной целлюлозы + 30 % макулатуры МС-1А;
- опытный №2 – 70 % беленой сульфатной целлюлозы + 20 % макулатуры МС-1А + 10 % отходов ЖСБ.

**Таблица 3 – Свойства экспериментальных лабораторных образцов  
писчей и печатной бумаги**

Наименование показателей	Композиционный состав образцов бумаги			
	кон- троль- ный №1	опытный №1	кон- троль- ный №2	опытный №2
<i>Структурно-механические свойства</i>				
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	69–71	69–71	70–72	70–72
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,72	0,71	0,71	0,70
Разрывная длина, км	5,5	5,5	6,6	6,5
Индекс сопротивления разрыву, Н·м/г	54,4	54,2	64,7	63,9
Индекс поглощения энергии при разрыве, мДж/г	852	851	1005	1003
<i>Оптические свойства</i>				
Белизна, %				
– источник света А	85,6	85,2	84,3	83,8
– источник света D65	98,9	97,3	92,9	90,2
Непрозрачность, %	86,7	86,6	82,5	82,4
<i>Печатные свойства</i>				
Шероховатость по Бендтсену, мл/мин	–	–	341	342
Стойкость поверхности к выщипыванию, м/с	–	–	2,1	2,2
Максимальная оптическая плотность отиска, Б	–	–	1,2	1,2

Как видно из таблицы 3, частичная замена (в количестве 10 %) традиционно используемой в композиционном составе писче-печатных видов бумаги макулатуры марки МС-1А на отходы бумаги с высокими барьерными свойствами не приводит к ухудшению не только структурно-механических, оптических, но и печатных свойств бумаги.

Положительные результаты лабораторных исследований позволили перейти к опытно-промышленным испытаниям в условиях УП «Бумажная фабрика» Гознака, где была выпущена экспериментальная партия бумаги с композиционным составом по волокну, состоящим из 90% макулатуры марки МС-1А и 10% отходов бумаги с высокими барьерными свойствами, объемом свыше 45 т. Проведенные испытания экспериментальных промышленных образцов бумаги подтвердили полное их соответствие требованиям ТУ ВУ 600017868.062, что свидетельствует о целесообразности частичной замены макулатуры марки МС-1А в технологии писче-печатных видов бумаги на отходы бумаги с высокими барьерными свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Suhonen, T. Future outlook for the forest industry / T. Suhonen [et al.] // Swedish Association of Pulp and Paper Engineers (SPCI) 2016 Con-

vention [Electronic resource]. – Stockholm, 2016. Mode of access: [http://www.spci.se/shared/files/SPCI\\_forest\\_industry\\_future\\_scenarios\\_FINAL.pdf](http://www.spci.se/shared/files/SPCI_forest_industry_future_scenarios_FINAL.pdf). – Date of access: 03.03.2017.

2 Пузырев, С.С. Ресурсосберегающая технология переработки макулатуры. Часть 2/ С.С. Пузырев // Леспромформ. – 2006. – №5(36). – С. 90–97

3 Handbook of Paper and Board / Herbert Holik. – Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. – 2013. – 992 p.

УДК 676.222 : 676.024.7

И.В. Николайчик, ассист., маг. техн. наук;

А.Д. Воробьев, магистрант;

Н.В. Жолнерович доц., канд. техн. наук;

Н.В. Черная проф., д-р техн. наук;

О.Г. Барашко доц., канд. техн. наук

[nzholnerovich@gmail.com](mailto:nzholnerovich@gmail.com) (БГТУ, г. Минск)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХИМИКАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ**

Одним из способов повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции и снижения ее себестоимости является рациональное использование химикатов в технологическом процессе производства бумаги. Этому способствует обоснованная оптимизация содержания вспомогательных химикатов на стадии подготовки бумажной массы, основанная на использовании методов математического планирования.

Существующая технология получения газетной бумаги предусматривает использование в качестве волокнистого полуфабриката термомеханической древесной массы, отличающейся повышенным содержанием в ее композиции анионных загрязняющих веществ [1]. Присутствие анионных загрязнений обуславливает снижение эффективности действия применяемых химикатов и приводит к снижению удержания компонентов бумажной массы в процессе формования бумажного полотна. Одним из решений указанной проблемы является применение бинарной системы вспомогательных химических веществ, включающей: первый компонент бинарной системы – высокомолекулярный катионный полиакриламид РС9350, второй компонент бинарной системы – высококатионный низкомолекулярный синтетический органический полимер РС9290 (производитель Solenis (США)).

Организационной основой математического планирования эксперимента являлся план Коно, позволяющий при сравнительно не-