

УДК 676.15.014:676.2.017.4

А. О. Новиков, аспирант (БГТУ); В. И. Темрук, ген. директор
(ПУП «Бумажная фабрика» Гознака); Т. П. Шкирандо, ст. науч. сотрудник (БГТУ);
В. В. Горжанов, мл. науч. сотрудник (БГТУ)

ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА БУМАГИ НА ЕЕ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Проведены исследования по использованию хлопковой целлюлозы в композиции бумаги, рассчитанной на длительный срок пользования, по результатам которых проведена промышленная выработка бумаги, содержащей в композиции хлопковую целлюлозу. Произведена оценка физико-механических показателей качества бумаги, ее устойчивости к старению. Установлено, что при старении в наибольшей степени снижается прочность на излом при многократных перегибах. При этом потеря механической прочности не превышает 20%, что характеризует полученные образцы бумаги как долговечные, причем устойчивость опытной бумаги к старению существенно выше, чем выработанной из традиционных волокнистых полуфабрикатов.

Researches on use of cotton cellulose in a composition of the paper calculated for long term of using by which results industrial development of the paper containing in a composition cotton cellulose is spent are conducted. The estimation of physicommechanical indicators of quality of a paper, stability of a paper to ageing is made. It is established that at ageing durability on a break to the greatest degree decreases at repeated excesses. Thus loss of mechanical durability does not exceed 20% that characterises the received samples of a paper as durable, also it is necessary to notice that stability of a paper to ageing essentially above, than at fibrous half-finished products applied to its manufacturing.

Введение. В композиции бумаги документной, рассчитанной на длительный срок пользования, как правило, применяется хлопковая целлюлоза. Размол такой целлюлозы имеет ряд особенностей, т. к. она по своим свойствам существенно отличается от целлюлозы из древесины хвойных и лиственных пород [1–6].

В литературных источниках практически отсутствует информация о влиянии содержания хлопковой целлюлозы на долговечность бумаги.

Основная часть. Целью работы было установление влияния содержания хлопковой целлюлозы на свойства бумаги документной и ее долговечность.

В исследованиях была использована хлопковая целлюлоза марки 150 Ферганского химического завода фурановых соединений и сульфатная беленая хвойная целлюлоза марки BOTNIA производства OY METSA-BOTNIA AB (Финляндия).

Для определения влияния параметров размола целлюлозы и композиционного состава бумаги на ее механические свойства и долговечность были изготовлены лабораторные образцы как из 100% хлопковой целлюлозы, так и с варьированием содержания хвойной целлюлозы в композиции. При составлении композиции осуществляли раздельный размол хлопковой целлюлозы при концентрации 3% в течение 30 мин и сульфатной беленой хвойной целлюлозы при концентрации 4% в течение 20 мин. Такие параметры размола были определены ранее и обоснованы в работе [7].

Полученные образцы бумаги испытывали по следующим показателям: разрывная длина (ГОСТ 13525.1-79); прочность на излом при многократных перегибах (ГОСТ 13525.2); масса 1 м² бумаги (ГОСТ 13199-94).

Процесс естественного старения бумаги очень длительный, поэтому для определения ее склонности оказывать сопротивление этому процессу используют методы искусственного ускоренного старения. Наиболее распространенным является метод термического старения, т. к. температура – это легко воспроизводимый фактор ускорения химических процессов, происходящих во время старения.

Ускоренное старение образцов бумаги проводили в соответствии с ГОСТ 29331-92, часть 4 «Сухая тепловая обработка при температуре 120 или 150°C» по методу Б (термообработка испытываемых образцов бумаги в закрытом термостате при температуре 150°C в течение 24 ч).

Потерю механической прочности образцов бумаги документной определяли в соответствии с ГОСТ 13525.6 «Бумага и картон. Метод определения потери механической прочности при нагревании» по показателям: прочность на излом при многократных перегибах, разрывная длина, сопротивление разрыву, удлинение.

Потерю механической прочности бумаги вычисляли по формуле:

$$\Pi = \frac{(\Pi_0 - \Pi_1)}{\Pi_0} \cdot 100,$$

где P_0 – среднее арифметическое результатов определения показателя механической прочности образцов, не подвергнутых термообработке; P_1 – среднее арифметическое результатов определения показателя механической прочности образцов, подвергнутых термообработке.

Результаты проведенных испытаний представлены в табл. 1.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, бумага, изготовленная из 100%-ной хлопковой целлюлозы, обладала низкой механической прочностью (2,78 км – разрывная длина и 190 д. п. – прочность на излом) по сравнению с бумагой, изготовленной из 100%-ной хвойной целлюлозы, – соответственно 8,87 и 1100.

В то же время бумага, изготовленная из хлопковой целлюлозы, обладает высокой устойчивостью к старению: потеря прочности составляет 32,6% по сравнению с бумагой, изготовленной из хвойной целлюлозы – 52,0%.

Увеличение в композиции хвойной целлюлозы до 80% позволило получить бумагу с механической прочностью, сопоставимой с механической прочностью бумаги из 100%-ной хвойной целлюлозы. Эта бумага обладала и высокой устойчивостью к старению – потеря механической прочности не превысила 39,6%.

Данные лабораторных исследований позволили рекомендовать для проведения на ПУП «Бумажная фабрика» Департамента государственных знаков Министерства финансов Республики Беларусь опытно-промышленных испытаний по использованию хлопковой целлюлозы ее содержание в композиции бумаги документной 20%.

Необходимо отметить, что применение хлопковой целлюлозы при производстве бумаги связано с рядом трудностей, обусловленных природными особенностями ее волокон. Волокна имеют большую длину, а также обладают стойкостью к фибриллированию, что требует как применения специальной гарнитуры для

размола такой целлюлозы, так и специфического режима размола. Поэтому при проведении опытно-промышленных испытаний отслеживали изменения, происходящие с хлопковой целлюлозой во время ее размола.

Размол в промышленных условиях хвойной и хлопковой целлюлозы проводили на отдельных технологических линиях. Сульфатную хвойную целлюлозу размалывали традиционно на потоке подготовки целлюлозы, оснащенном 4 последовательно расположенными дисковыми мельницами МД до 60°ШР и средневзвешенной длины волокна 45 дцг. Размол беленой хлопковой целлюлозы производили циркуляционно на специальном потоке, оснащенном 2 дисковыми мельницами D-20. В течение 20 мин на мельнице D-20 № 1 с установленной рубящей гарнитурой, затем в течение 50 мин на 2 мельницах одновременно; окончательная стадия размола – 10 мин на мельнице D-20 № 2 с установленной фибриллирующей гарнитурой. Изменения значений параметров хлопковой целлюлозы в процессе размола и их влияние на свойства получаемой бумаги приведены в табл. 2, 3.

Из табл. 2 видно, что хлопковая целлюлоза потребовала довольно длительного размола. При этом степень помола первоначально медленно возрастала на протяжении практически всех 70 мин размола, а потом, всего за 10 мин, этот показатель вырос с 36 до 50°ШР. Средневзвешенная длина волокна вообще не изменялась на протяжении 30 мин размола и составляла более 240 дцг даже при условии использования рубящей гарнитуры. В последующем она стала резко уменьшаться и к концу размола составила 49 дг. Полученные в производственных условиях данные подтвердили мнение, что для хлопковой целлюлозы характерно весьма специфичное поведение при размоле.

Составление композиционного состава бумаги по волокну осуществлялось после этого отдельного размола.

Таблица 1

Влияние композиционного состава и параметров размола целлюлозы на свойства бумаги

Содержание в композиции, %		Параметры размола			Свойства бумаги			
хлопковой целлюлозы	сульфатной беленой целлюлозы из хвойных пород	Концентрация, %	Степень помола, °ШР	Средневзвешенная длина волокна, дцг	Масса 1 м ² , г	Разрывная длина, км	Прочность на излом, ч. д. п.*	Потеря механической прочности после старения, %
100	–	3	54	66	80,9	2,78	190/128	32,6
50	50	4	56	48	74,3	4,58	400/212	47,0
20	80	4	56	48	80,4	7,09	1110/770	39,6
–	100	4	56	48	84,9	8,87	1100/528	52,0

*В числителе приведены показатели до старения бумаги; в знаменателе – после старения.

Таблица 2

Динамика процесса размола беленой хлопковой целлюлозы

Наименование параметра	Значение						
	10	20	30	40	60	70	80
Время, мин	10	20	30	40	60	70	80
Нагрузка мельницы D-20 № 1	150	150	150	150	150	150	0
Нагрузка мельницы D-20 № 2	0	0	140	140	140	140	140
Степень помола, °ШР	9	10	15	20	28	36	50
Длина волокна, дцг	> 240	> 240	240	131	75	59	49

Таблица 3

Физико-механические показатели опытной бумаги документной

Наименование показателя	Значение показателей для образцов бумаги документной				Потеря прочности в результате старения бумаги, %	
	до старения	после старения	до старения	после старения		
Масса бумаги площадью 1 м ² , г	85		75		85	75
Сопротивление разрыву, кН/м	77,8/39,2*	73,1/34,8	73,2/36,2	70,1/31,6	6,04/11,22	4,23/12,70
Разрывная длина, км	6,2/3,1	5,8/2,8	5,0/2,7	4,1/1,9	6,10/11,46	20,0/29,60
Удлинение, %	1,68/4,22	1,57/3,78	1,76/4,42	1,62/3,87	6,54/10,42	7,95/12,44
Прочность на излом при многократных перегибах, ч. д. п.	202/71	171/63	166/80	136/64	15,34/11,26	18,07/20,00
Массовая доля золы, %	8,4	–	9,1	–	–	

*В числителе представлены данные при испытании бумаги в машинном направлении; в знаменателе – в поперечном.

Из полученной композиции на БДМ-2 было изготовлено два вида бумаги с водяными знаками, отличающимися массой 1 м² – 85 г и 75 г.

Для испытаний образцы бумаги были отобраны в соответствии с требованиями ГОСТ 8041-2001 (ИСО 186-94) «Бумага и картон. Отбор проб для определения среднего качества».

Испытания бумаги с определением следующих показателей: масса бумаги площадью 1 м² (ГОСТ 13199-94), сопротивление разрыву и разрывная длина (ГОСТ 13525.1-79), прочность на излом при многократных перегибах (ГОСТ 13525.2), зольность (ГОСТ 7629-93). Для определения стойкости полученной бумаги к старению проводили тепловую обработку отобранных образцов при температуре 150°С, после чего подвергали их повторному испытанию. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, наибольшее снижение значений в результате старения произошло для показателя прочности на излом и составило 11–20%. Снижение механической прочности бумаги в большей степени отмечено в поперечном направлении, что отра-

жают практически все показатели за исключением показателя прочности на излом для бумаги массой 85 г/м².

Полученные данные лабораторных исследований и промышленных данных позволяют сделать вывод о положительном влиянии на долговечность бумаги содержания в ее композиции хлопковой целлюлозы без существенного снижения механической прочности.

Заключение. Результаты лабораторных исследований по использованию хлопковой целлюлозы в композиции бумаги позволили рекомендовать проведение промышленной выработки бумаги, содержащей в композиции по волокну хлопковую целлюлозу в количестве 20%, для повышения долговечности. Произведена оценка механической прочности полученной бумаги и устойчивости ее к старению.

При старении в наибольшей степени снижаются значения показателя прочности на излом при многократных перегибах. При этом потеря механической прочности не превысила 20%, что характеризует полученные образцы бумаги как долговечные, причем устойчивость бумаги к старению существенно выше, чем достигается с использо-

ванием волокнистых полуфабрикатов, традиционно применяемых для ее изготовления.

Литература

1. Бумага для бланков ценных бумаг и документов: СТБ 1153-99. – Введ. 01.10.1999. – Минск: Госстандарт, 1999. – 9 с.

2. Ценные бумаги и документы. Общие требования: СТБ 996-96. – Введ. 01.07.1997. – Минск: Госстандарт РБ, 1997. – 21 с.

3. Говязкин, И. О. Бумага для бланков ценных бумаг / И. О. Говязкин // Ценные бумаги, 2002. – № 5.

4. Ларионов, В. Г. Как защититься от подделки? / В. Г. Ларионов, М. Н. Скрыпникова //

Маркетинг в России и за рубежом, 2001. – № 3. – С. 12–16.

5. Шарифулин, М. Защита прежде всего / М. Шарифулин // PUBLISH. – 2000. – № 7. – С. 28–35.

6. Карпенко, В. П. Защита ценных бумаг / В. П. Карпенко // Полиграфия. – 2000. – № 1. – С. 57–59.

7. Разработать и внедрить технологию бумаги документной марок Д-2 и Д-3, рассчитанной на длительный срок пользования: отчет о НИР (заключ.) / УО БГТУ; рук. темы Т. В. Соловьева. – Минск, 2009. – 14 с. – № ГР 20090757.

Поступила 26.03.2010