

## **ВВЕДЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНЫХ ВОЛОКОН В БУМАЖНУЮ МАССУ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА БУМАГИ**

Статья посвящена исследованию возможности введения разработанных люминесцентных волокон в бумажную массу. Описан процесс получения лабораторных образцов бумаги, наполненной люминесцентными волокнами. Изучено влияние разработанных волокон на отдельные потребительские свойства бумаги.

The article is devoted to the possibility of introducing developed fluorescent fibers in the pulp. A process for obtaining laboratory samples of paper filled with fluorescent fibers is describe. The influence of developed fibers for some of consumer properties of paper is designed.

Эффективным методом защиты документов от подделки является введение в бумажный носитель специальных волокон. Согласно СТБ 997-2011 [1], защитными волокнами называют вводимые в структуру бумаги волокна следующих типов: видимые невооруженным глазом, а также визуализируемые в ультрафиолетовом или инфракрасном излучении, детектируемые химическими реагентами либо термообработкой.

Защитные волокна чаще всего представляют собой короткие отрезки длиной до 10 мм, хаотично распределенные в целлюлозной массе. Их изготавливают из натуральных или химических волокон, однако именно химические волокна позволяют реализовать дополнительные элементы защиты – особую форму поперечного сечения, переменные оптические свойства, ферромагнитные и другие свойства. Недостатком большинства люминесцентных химических волокон является малая стойкость окраски, обнаруживаемая при переработке бумажной массы. Указанный недостаток преодолевается путем обработки волокон по механизму крейзинга, позволяющему вводить в крейзы и закреплять в поверхностном слое волокна любые добавки [2]. Нами разработан способ модифицирования полиэфирных волокон по механизму крейзинга растворами различных люминесцентных красителей. Крейзы – это специфический тип ориентированного состояния полимеров, возникающий при растяжении волокон на этапах образования шейки и начала сдвигового течения волокон. Разработана технологическая оснастка, позволяющая вводить модификаторы на участках длиной порядка 1 мм, чередуя модифицированные и немодифицированные участки [3].

Возможность введения разработанных люминесцентных полиэтилентерефталатных волокон в бумажную массу и их влияние на отдельные потребительские свойства готовой бумаги оценивали в исследовательской лаборатории унитарного предприятия (УП) «Борисовская бумажная фабрика Гознака».

Технология производства бумаги с вложением небольшого количества синтетических волокон не имеет принципиальных отличий от производства бумаги, на 100% состоящей из растительных волокон. Однако синтетические волокна при отливе бумажного листа обнаруживают высокую склонность к хлопьеобразованию, обуславливающему неоднородную структуру получаемой бумаги, снижение показателей механической прочности, ухудшение печатных свойств.

Причинами образования пучков волокон могут быть наведенные электростатические заряды, избыточная длина, извитость, шероховатость поверхности волокон и др. (рисунок). Поэтому для изготовления бумаги следует использовать неизвитые волокна определенной длины, обладающие низкой степенью электризации [4].

Защитные синтетические волокна предпочтительно вводить в бумажную массу непосредственно перед отливом [5]. Наиболее значимой операцией при этом представляется подготовка волокна к диспергированию его в воде.

Разработанные люминесцентные волокна перед диспергированием обрабатывали смачивающей жидкостью (глицерином) и подвергали резке на штапели длиной 3–7 мм.

Навеску волокон массой 1 г диспергировали в 124 мл воды, затем вводили в бумажную массу со следующими параметрами:

- Композиционный состав:
  - целлюлоза СФА листовная беленая – 60%;
  - целлюлоза СФА хвойная беленая – 40%.
- Степень помола – 27°ШР.
- Длина волокна – 55 дг.
- Концентрация – 3%.



#### Свойства синтетических волокон, обуславливающие ухудшение качества бумаги

Лабораторные образцы бумаги массой 70 г на 1 м<sup>2</sup> изготавливали на листоотливном аппарате. Изготавливали контрольные образцы без добавления люминесцентных волокон и образцы бумаги, наполненные разработанными волокнами. Подготовленную бумажную массу заливали в отливную камеру. В камеру под давлением подавали воду, перемешиваемую с бумажной массой. Затем воду из формирующей камеры спускали, в результате чего на листоотливной сетке формировался слой волокнистой массы. После удаления жидкости из формирующей камеры образовавшаяся на сетке отливку дополнительно обезвоживали в течение 10 с. На мокрую отливку накладывали фильтровальную бумагу и прокатывали ее поверхность металлическим валиком, обтянутым фетром. Затем отливку вручную снимали с сетки, укладывали между двумя листами фильтровальной бумаги и помещали в сушильную камеру листоотливного аппарата, где выдерживали в течение 4–6 мин. Готовую отливку отделяли от фильтровальной бумаги и взвешивали на электронных лабораторных весах. Оценивали поведение волокон при диспергировании и введении в бумажную массу. Поверхность изготовленных лабораторных отливок, наполненных разработанными видами волокон, изучали с использованием лупы и осматривали при облучении УФ-светом. Затем исследовали влияние разработанных волокон на отдельные показатели печатных свойств бумаги.

Результаты исследования влияния защитных люминесцентных волокон на потребительские свойства бумаги приведены в таблице.

#### Влияние люминесцентных волокон на отдельные потребительские свойства наполненной ими бумаги

Показатель	Значение или характеристика показателя бумаги					
	наполненной волокнами, окрашенными феналемином-160	наполненной волокнами, окрашенными оксазином-17	наполненной волокнами, окрашенными родамином С	наполненной волокнами, окрашенными флуоресцеином	наполненной волокнами, окрашенными эозином Н	не содержащей люминесцентных волокон (контрольные образцы)
Характер распределения волокон в структуре бумаги	Волокна распределены равномерно, не менее трех волокон на 1 см <sup>2</sup> . Небольшое количество агломератов	Волокна распределены равномерно, не менее трех волокон на 1 см <sup>2</sup> . Небольшое количество агломератов	Волокна распределены равномерно, не менее трех волокон на 1 см <sup>2</sup> . Небольшое количество агломератов	Волокна распределены равномерно, не менее трех волокон на 1 см <sup>2</sup> . Небольшое количество агломератов	Волокна распределены равномерно, не менее трех волокон на 1 см <sup>2</sup> . Небольшое количество агломератов	–
Внешний вид волокон в бумаге при видимом свете в УФ-лучах	Волокна почти не различимы под лупой, слабое свечение в УФ-свете в местах скопления волокон	Волокна темно розового цвета, свечение в УФ-лучах розового цвета	Волокна красновато-розового цвета, свечение в УФ-лучах оранжево-розового цвета	Слабо различимые волокна светло желтого цвета, свечение в УФ-лучах желто-зеленого цвета	Слабо различимые волокна светло розового цвета, свечение в УФ-лучах желто-оранжевого цвета	–
Белизна, %	78,12	78	78	79	78,12	78,72
Стойкость поверхности к выщипыванию	13	13	14	14	14	–

При получении дисперсии волокон часть их агрегатировалась, в результате чего на отливках бумаги распределилось небольшое количество волокнистых агломератов. Исследование поверхности бумаги через лупу при дневном освещении и при облучении УФ-светом показало, что волокна, не

образовавшие агломераты, распределились по поверхности бумажного полотна достаточно равномерно.

Подтверждено на практике, что волокна, модифицированные феналемином-160, нецелесообразно использовать для защиты документной бумаги, поскольку их люминесценция недостаточно интенсивна и при облучении УФ-светом эти волокна хорошо различимы только в местах их агломерации.

Поскольку защитные люминесцентные волокна вводятся в бумагу в ограниченном количестве (не более 5 кг волокна на 1 т бумажной массы), заметного влияния на все показатели качества готовой бумаги они не оказывают. Поэтому в процессе работы были исследованы только наиболее важные, по нашему мнению, показатели потребительских свойств документной бумаги, на которые разработанные волокна могут повлиять наиболее сильно, и ухудшение которых заметно снизит качество бумаги.

При производстве бумаги, наполненной окрашенными синтетическими волокнами, не допускается миграция красителя с поверхности волокна в бумажную массу. Для того, чтобы оценить возможность миграции красителя, измеряли и сравнивали белизну контрольных образцов бумаги и образцов, содержащих разработанные люминесцентные волокна. Измерения осуществляли с помощью фотометра «Колир» (Украина), принцип действия которого основан на спектрофотометрическом методе измерений спектральных коэффициентов диффузного отражения исследуемого материала и расчета его белизны или цветовых характеристик.

Контрольные образцы бумаги имеют показатель белизны 78,72%. Образцы бумаги, наполненной волокнами, модифицированными родамином С и оксазином-17 характеризуются показателем белизны 78%. Белизна бумаги, наполненной волокнами, окрашенными феналемином-160 и эозином Н, составила 78,12%. Бумага, наполненная волокнами, окрашенными флуоресцеином, имеет белизну 79%. Таким образом, можно сделать вывод, что введение в бумажную массу разработанных люминесцентных волокон не оказывает существенного влияния на белизну готовой бумаги, т. е. миграция красителя с поверхности волокна в бумажную массу отсутствует. Относительно низкое значение показателей белизны образцов бумаги объясняется низким качеством воды, использованной при их изготовлении.

Важными потребительскими свойствами любого вида бумаги для печати, в том числе документной, являются ее печатные свойства. Одним из наиболее значимых показателей печатных свойств является стойкость поверхности к выщипыванию.

Стойкость поверхности бумаги к выщипыванию определяли по методу Деннисона. Выщипывание – разрушение поверхности бумаги, которое может возникнуть в процессе печати. Образцы бумаги перед испытанием подвергали проклейке 6%-ным раствором поливинилового спирта. Испытуемый образец выкладывали на ровную поверхность, нагревали конец палочки над пламенем спиртовки до расплавления поверхности воска. Расплавленный конец палочки быстро прижимали к поверхности отливки и оставляли остывать на 15–30 мин. Затем резким движением палочку отрывали от поверхности испытываемого листа. Внимательно рассматривали поверхность палочки и поверхность испытываемого образца. Если на поверхности образца отсутствовали повреждения и на конце палочки отсутствовали волокна, то повторяли испытания, используя палочки с более высоким порядковым номером до образования видимых повреждений на поверхности бумаги.

Использовали стандарты Деннисона под номерами 11а, 12а, 13а, 14а и 16а. Видимые повреждения поверхности бумаги наблюдались при использовании стандартов Деннисона с номерами 13а и выше.

Проведенные исследования показали, что герметизированные в структуре волокна микровключения красителя не подвергаются действию щелочной бумажной массы, ввиду чего «гашения» люминесценции не наблюдается. Измерение показателя белизны полученных образцов бумаги подтвердило, что миграция красителя с поверхности волокна в бумажную массу отсутствует. Стойкость поверхности бумажной отливки к выщипыванию волокна по стандартам Деннисона составила 12. Результаты исследования показали, что разработанные люминесцентные волокна, окрашенные родамином С, оксазином-17, флуоресцеином и эозином Н пригодны к использованию в технологии защиты документов.

#### **Список использованной литературы**

1. **Бланки** ценных бумаг и документов с определенной степенью защиты, документы с определенной степенью защиты. Термины и определения : СТБ 997-2011. – Введ. 28.11.2011. – Минск : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 20 с.

2. **Технологии** получения окрашенных химических волокон для защиты ценных бумаг / Н. В. Кузьменкова [и др.] // *Материалы, технологии, инструменты.* – 2012. – Т. 17. – № 1. – С. 83–87.

3. **Устройство** для контролируемого окрашивания химических волокон : пат. 18346 Респ. Беларусь, МПК D 06 B 1/02 / Л. С. Пинчук, Н. В. Кузьменкова, Е. А. Сементовская, В. А. Гольдаде, А. В. Рак, А. Я. Гореленко, С. П. Плиски, Е. Г. Губарева ; заявитель Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси. – № а20111431 ; заявл. 28.10.11 ; опубл. 30.06.14. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 3 с.

4. **Фляте, Д. М.** Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов / Д. М. Фляте. – М. : Лесная пром-сть, 1990. – 136 с.

5. **Аким, Э. Л.** Синтетические полимеры в бумажной промышленности / Э. Л. Аким. – М. : Лесная пром-сть, 1986. – 247 с.