

## ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ

Статья посвящена оценке уровня качества и конкурентоспособности новых видов защитных люминесцентных волокон для ценных бумаг. Разработанные люминесцентные волокна могут быть использованы в технологии защиты документов; позволяют расширить ассортимент синтетических волокон со специальными свойствами.

The article estimates the levels of quality and competitiveness of new types of protective luminescent fibers for securities. The designed fluorescent fibers can be used in documents security technologies; they can extend the range of synthetic fibers with special properties.

**Ключевые слова:** защита от подделки; крейзинг полимеров; полиэтилентерефталатные волокна; люминесцентные свойства; конкурентоспособность.

**Key words:** protection against forgery; crazing in polymers; polyethylene terephthalate fibers; luminescent properties; competitiveness.

### Введение

*В настоящее время по-прежнему актуальной является проблема защиты документов от подделки, ведь введение в обращение даже одного фальсифицированного документа может привести к существенным финансовым потерям. Основой полиграфической продукции служит бумажное полотно, защита которого представляется наиболее важной мерой предотвращения фальсификации ценных бумаг. Простым и достаточно надежным способом защиты бумажного носителя служит введение в состав бумажной массы люминесцентных волокон, особенно волокон с прерывистой окраской. Однако пока такие волокна вырабатывают только в России и США. Производство новых видов полиэфирных волокон, модифицированных люминесцентными красителями, позволит расширить ассортимент химических волокон специального назначения, а также освоить в Республике Беларусь выпуск импортозамещающих защитных волокон и защищенной ими полиграфической продукции.*

*Одним из наиболее эффективных на сегодняшний день методов повышения защитной способности волокон является их модифицирование люминесцентными красителями по механизму крейзинга [1; 2].*

*Совместно с Институтом механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси» нами был разработан способ получения защитных полиэтилентерефталатных волокон путем их прерывистого модифицирования люминесцентными красителями по механизму крейзинга [3]. Способ обеспечивает прерывистую с шагом 1–3 мм окраску волокна в процессе его вытяжки, что позволяет улучшить защитные свойства люминесцентных волокон. Защитными признаками в данном случае служат прерывистая окраска и люминесценция в УФ-свете, а также специфическая структура поверхности волокна.*

*Разработанным способом была изготовлена опытно-экспериментальная партия полиэтилентерефталатных волокон, прерывисто модифицированных разными видами люминесцентных красителей (родамином С, флуоресцеином и эозином Н) в 2-пропанол, исследованы их потребительские свойства и возможность введения в бумажную массу, не содержащую оптических отбеливателей. Целесообразность разработки и внедрения в производство новых видов волокон можно оценить на основе результатов оценки и сравнения их показателей качества и уровня конкурентоспособности с аналогичными параметрами защитных волокон отечественного производства, изготовленных традиционным методом.*

Уровень конкурентоспособности защитных люминесцентных волокон определяли как относительную величину, раскрывающую степень превосходства разработанных волокон над аналогами-конкурентами по совокупности нормативных, потребительских и стоимостных характеристик, обуславливающих наиболее полное соответствие готовой продукции ожиданиям потребителей [4].

Важным этапом оценки конкурентоспособности любых товаров, в том числе защитных люминесцентных волокон, является правильный выбор номенклатуры показателей качества, который существенно влияет на точность результатов оценки. На основе изучения технических нормативных правовых актов и требований, предъявляемых к химическим волокнам специалистами в области защищенной полиграфии, нами была сформирована номенклатура показателей, оценка которых позволит определить уровень качества и конкурентоспособности разработанных люминесцентных волокон [5]. Перечень показателей качества, выбранных для оценки уровня конкурентоспособности защитных люминесцентных волокон, включает цвет волокна в видимом свете, цвет люминесценции в ультрафиолетовом свете, интенсивность люминесценции, толщину волокна, длину волокна, равномерность распределения волокон в бумажной массе, стойкость люминесценции к воздействию светопогоды, стойкость окраски к воздействию воды и стойкость люминесценции к воздействию водяного пара.

Стандартный перечень показателей качества защитных волокон был дополнен показателями защитных свойств (цвет люминесценции волокна в УФ-свете, интенсивность люминесценции, эффективность защиты от фальсификации), показателем технологичности введения волокна в бумажную массу (равномерность распределения волокна в бумажной массе), показателями сохраняемости при хранении и введении в бумагу (стойкость эффекта люминесценции волокна к воздействию светопогоды, стойкость эффекта люминесценции волокна к воздействию водяного пара). Дополнительные показатели учитывают специфику применения люминесцентных волокон как элемента защиты документов от подделки.

Цвет и интенсивность люминесценции являются важнейшими защитными свойствами волокон. Для оценки этих свойств волокон нами также был предложен показатель эффективности защиты ценных бумаг от фальсификации, который оценивали по количеству защитных признаков волокна. Равномерность распределения волокон во многом определяет простоту или сложность введения их в бумажную массу. Выбор свойств «стойкость окраски волокон к воздействию воды» и «стойкость эффекта люминесценции к воздействию водяного пара» обусловлен тем, что при введении в бумажную массу и отливе бумаги волокна подвергаются воздействию воды и водяного пара. Воздействие этих факторов не должно ухудшать защитные свойства волокон и этим снижать надежность защиты бумажного носителя.

Для выбранных единичных показателей качества люминесцентных волокон экспертным методом определены коэффициенты весомости.

Коэффициент весомости ( $K_e$ ) рассчитывали по формуле

$$K_e = \frac{m \cdot n - S_i}{0,5 \cdot m \cdot n \cdot (n - 1)},$$

где  $m$  – число экспертов;

$n$  – число показателей;

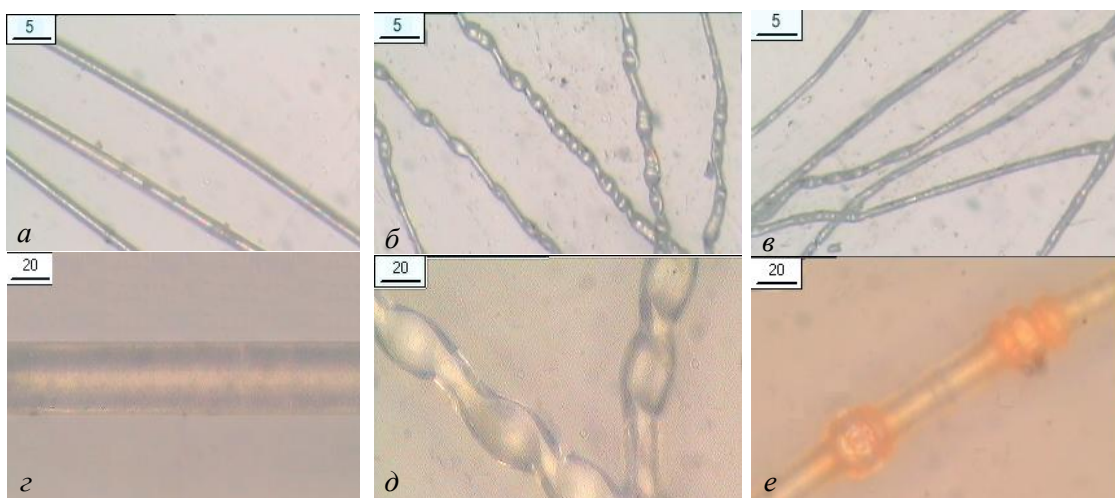
$S_i$  – сумма ранговых оценок экспертов по каждому показателю [6, с. 9].

Расчет осуществляли при условии, что  $\sum_{i=1}^n K_e = 1$ .

Наиболее значимыми, по мнению экспертов, являются показатели эффективности защиты от фальсификации ( $K_e = 0,22$ ), равномерности распределения волокон в бумажной массе ( $K_e = 0,19$ ), интенсивность люминесценции (0,17) и длина волокна (0,13). Согласованность мнений экспертов при ранжировании высокая (коэффициент конкордации  $W$  составил 0,98).

Для оценки уровня конкурентоспособности применяли методику, построенную на сравнении показателей качества новых видов волокон и базового образца люминесцентных волокон, изготавливаемых традиционным способом (окрашивание в массе с последующим формованием волокна).

Сравнение разработанных люминесцентных волокон с импортными аналогами по большинству показателей качества не представляется возможным, поскольку в свободной продаже на рынке они не представлены, а сведения о точных значениях эксплуатационных параметров защитных волокон недоступны, что значительно затрудняет комплексную оценку уровня качества и конкурентоспособности. В связи с этим, очевидным является выбор в качестве базового образца защитных люминесцентных волокон, изготавливаемых традиционным способом (производитель – РУП «Криптотех» Гознака). Указанное предприятие на сегодняшний день единственный в Республике Беларусь производитель защитных волокон и других элементов защиты документов от подделки. Все оцениваемые образцы характеризуются схожими функциональными параметрами. Базовый образец в первую очередь отличается от оцениваемых образцов видом волокнообразующего полимера (полиамид) и способом окрашивания. Он представляет собой волокно красного цвета с розовым цветом люминесценции при облучении ультрафиолетовым светом. Волокна, модифицированные по механизму крейзинга родамином С, имеют насыщенную красновато-розовую окраску при дневном освещении и оранжево-розовый цвет люминесценции. Волокна, окрашенные флуоресцеином, при дневном освещении светло-желтые, а при облучении ультрафиолетом испускают свечение зеленого цвета. Волокна, модифицированные эозином Н, при дневном свете имеют светло-розовый цвет, а при облучении ультрафиолетовым светом люминесцируют оранжево-желтым. Новые виды волокон имеют меньшую толщину, что позволяет уменьшить расход защитных волокон при введении в бумажную массу. Проведенные исследования новых видов волокон показали, что используемый способ модифицирования обеспечивает не менее высокую стойкость люминесценции к воздействию светопогоды, воды и водяного пара. Защитные признаки базового образца включают цвет волокна и цвет его люминесценции в ультрафиолетовом свете, в то время как новые виды волокон имеют дополнительный защитный признак – специфическую структуру поверхности (рисунок).



*Условные обозначения:*

- a, г* – свежесформованное волокно;
- б, д* – волокно, подвергнутое вытяжке;
- в, е* – волокно, модифицированное люминесцентным красителем по механизму крейзинга

#### **Микрофотографии волокон, полученные при пятикратном и двадцатикратном увеличении**

Данные рисунка наглядно показывают, как влияют на структуру поверхности волокна способ и условия его модифицирования. Волокна, не подвергавшиеся модифицированию, имеют ровную, практически гладкую поверхность со следами микродефектов (элементы *a, г* рисунка). Такую структуру поверхности имеют волокна традиционного метода крашения.

Ориентированные волокна (элементы *б*, *д* рисунка) и волокна, модифицированные по механизму крейзинга (элементы *в*, *е* рисунка), характеризуются высокой неоднородностью структуры поверхности. Это проявляется в виде образований разной формы и неравномерной толщины, чередующихся по всей длине волокон.

Показатели качества оценивали по десятибалльной шкале. Коэффициент вариации *V* при оценке не превышал 5%, что характеризует согласованность мнений экспертов как достаточно высокую.

Результаты оценки уровня конкурентоспособности защитных люминесцентных волокон приведены в таблице.

**Оценка уровня конкурентоспособности люминесцентных волокон  
для защиты документов**

Показатель	Волокно, полученное традиционным методом (базовый образец)	Волокно, модифицированное по механизму крейзинга родамином С	Волокно, модифицированное по механизму крейзинга флуоресцеином	Волокно, модифицированное по механизму крейзинга эозином Н
Обобщенный комплексный показатель качества (Q), баллов	8,75	8,75	8,22	8,37
Себестоимость (С), долл. США/кг	6,02	4,59	4,48	4,88
Интегральный показатель конкурентоспособности (I)	1,45	1,91	1,83	1,72
Уровень конкурентоспособности (K)	1,00	1,31	1,26	1,18

Рассчитанные обобщенные показатели качества люминесцентных волокон, модифицированных по механизму крейзинга, составили 8,75 балла – для волокон, обработанных родамином С; 8,22 – для волокон, окрашенных флуоресцеином и 8,37 балла – для волокон, обработанных эозином Н. Разработанные волокна по показателю эффективности защиты от фальсификации превосходят базовый образец, основным их преимуществом по сравнению с волокнами традиционного способа производства (окрашивания в массе) является наличие дополнительных защитных признаков – прерывистой окраски волокон и чередования участков переменного сечения по длине волокна.

Результаты оценки уровня конкурентоспособности новых видов защитных люминесцентных волокон позволили сделать следующие выводы. В целом, новые виды люминесцентных волокон по комплексу свойств отвечают уровню требований, предъявляемых к защитным волокнам, являются конкурентоспособными. Разработанные волокна превосходят базовый образец по эффективности защиты от фальсификации и имеют более низкую себестоимость.

### **Заключение**

Таким образом, был выбран перечень показателей качества и проведена оценка уровня конкурентоспособности новых видов защитных люминесцентных волокон с прерывистой окраской.

Результаты комплексной оценки показали, что разработанные образцы люминесцентных волокон конкурентоспособны, комплексные показатели качества оцениваемых волокон близки к значению аналогичного показателя базового образца. Разработанные волокна превосходят базовый образец по эффективности защиты от фальсификации, что обусловлено наличием дополнительных защитных признаков – прерывистой окраски волокон и чередования участков переменного сечения по длине волокна.

### **Список использованной литературы**

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

2. **Кузьменкова, Н. В.** Окрашивание химических волокон для защиты ценных бумаг / Н. В. Кузьменкова [и др.] // Вестн. Витеб. гос. технолог. ун-та. – 2012. – Вып. 22. – С. 130–137.
3. **Устройство** для прерывистого окрашивания химических волокон : пат. 18364 Респ. Беларусь, МПК D 06 B 1/02, 3/02 / Л. С. Пинчук, Н. В. Кузьменкова, Е. А. Сементовская, Е. М. Марков, В. А. Гольдаде, А. В. Рак, А. Я. Гореленко, С. П. Плиски, Е. Г. Губарева ; заявитель Ин-т механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси. – № а20111216 ; заявл. 19.09.11 ; опубл. 30.06.14 / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 5 с.
4. **Либерман, А. Е.** Совершенствование методических основ оценки уровня конкурентоспособности текстильного оборудования : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / А. Е. Либерман ; Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина. – М., 2000. – 16 с.
5. **Кузьменкова, Н. В.** О номенклатуре показателей качества для оценки уровня конкурентоспособности защитных волокон / Н. В. Кузьменкова // Потребит. кооп. – 2015. – № 1 (48). – С. 63–67.
6. **Принципы** управления качеством полимерной продукции / А. Н. Садова [и др.]. – М. : КолосС, 2009. – 319 с.