

УДК 677.024:004.9

**ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ***

**FORMING OF INFORMATIVE PARAMETERS
RECOGNITION OF FIBROUS STRUCTURE OF TEXTILE MATERIALS**

*Е.Э. САМСОНОВ, С.А. ВАХОНИНА, А.Ю. МАТРОХИН
E.E. SAMSONOV, S.A. VAKHONINA, A.YU. MATROKHIN*

**(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: mtsm@ivgpu.com**

* Работа выполнена по гранту Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-2656.2013.8).

Проведен анализ методов количественного и качественного распознавания волокнистого состава текстильных материалов. И в развитие метода ИК-спектроскопии предложен информативный критерий установления принадлежности исследуемых веществ к определенному классу.

The analysis of methods of quantitative and qualitative recognition of fibrous structure of textile materials. In the development of the method of IR-spectroscopy offered informative criterion identify the investigated substances to a certain class.

Ключевые слова: текстильные материалы, смеси натуральных и химических волокон, волокнистый состав, ИК-спектроскопия, критерии распознавания.

Keywords: textile materials, mixtures of natural and chemical fibers, fiber composition, IR-spectroscopy, criteria for recognition.

Актуальность задачи по распознаванию состава высокомолекулярных веществ, образующих текстильные материалы, связана с необходимостью правильной их идентификации и оценки качества. Проблемы идентификации, качественного и количественного анализа текстильных материалов важны для конечных потребителей, швейных предприятий, текстильных компаний, а также для органов государственной таможенной службы, регулирующих экономические отношения в сфере международной торговли. Сферы применения

соответствующих методов включают правильный выбор материалов для одежды, интерьера и технических изделий; выбор условий отделки, химической чистки; сертификацию продукции и определение ее потребительской ценности.

Сложность точной идентификации применяемых веществ в составе текстильных материалов обусловлена их многообразием как в самом материале волокон, так и во вспомогательных (сопутствующих) технологических материалах.

Т а б л и ц а 1

Группа методов	Область применения	Сущность основных операций	Достоинства	Недостатки
1. Органолептические [1]	Образовательная деятельность, розничная торговля	1. Осмотр поверхности 2. Ручная проба на смятие 3. Поджигание материала и оценка характера запаха и остатка	Отсутствие дорогостоящих приборов	Низкая информативность; высокая субъективность
2. Микроскопические [1]	Исследовательские цели, приемочный контроль	1. Рассматривание под микроскопом продольных видов и поперечных срезов волокон 2. Сравнение изображения с эталонами	Возможность численной оценки состава	Высокая трудоемкость, недостаточный объем выборки
3. Химические [2]	Приемочный и производственный контроль в промышленном масштабе, внешнеторговые операции, криминалистика	1. Воздействие реагентов (индикаторов) различной природы по заданному алгоритму 2. Наблюдение за химической реакцией, анализ полученных продуктов	Возможность подбора методики к различным видам веществ и их смесей	Потребность в химических реактивах, высокая трудоемкость, потенциальная опасность для исследователя
4. Физические [3]	Исследовательские цели, криминалистика	1. Подготовка пробы (образца) 2. Оценка способности образца к поглощению и испусканию энергии (спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, термический анализ)	Высокая информативность, оперативность, мобильность.	Необходимость в дорогостоящем оборудовании

В настоящее время существует целый ряд методов количественной и качественной оценки состава текстильных материалов (табл. 1).

Наиболее перспективными среди представленных групп методов являются физические методы, а именно спектральный анализ. Спектральный анализ позволяет определить атомарный и молекулярный состав веществ, а также проведение качественного обнаружения отдельных компонентов анализируемой пробы и количественного определения вспомогательных материалов.

Применительно к задачам исследования природы текстильных веществ повсеместно используется инфракрасная спектроскопия (ИКС), то есть раздел оптической спектроскопии, включающий получение, исследование и применение спектров испускания, поглощения и отражения в инфракрасной (ИК) области спектра (500...4000 см⁻¹). Инфракрасная спектроскопия занимается, главным образом, изучением молекулярных спектров веществ, так как в инфракрасной области расположено большинство колебательных и вращательных спектров молекул. Вместе с тем в ряде работ использование данного метода ограничивается получением спектрограммы, а дальнейшая идентификация веществ производится экспертным путем [4]. Объективное (без участия человека) распознавание таких сложных веществ, как полимеры, образующие текстильные волокна, требует автоматизированного применения различных признаков, проявляющихся в спектрограммах и пригодных для сравнительного анализа.

С математической точки зрения анализ спектрограмм относится к операциям с нечеткими множествами [5]. В нечетких системах элементы могут частично принадлежать к любому множеству, а степень принадлежности к конкретному множеству представляет собой интеграл некоторой характеристической функции, определяющей расхождение между отдельными элементами сравниваемых множеств.

Предлагаемое решение состоит в разработке универсального критерия, сущность которого заключается в количественном представлении обобщенной дискретной функции в виде разности спектрограмм исследуемого и "эталонного" спектра по всему диапазону применимых частот.

В качестве такого критерия предложено использовать среднее относительное отклонение спектральной плотности мощности поглощения ИК-излучения:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n |I_i - I_i^*|}{n I_{\max}}, \quad (1)$$

где I_i – значение спектральной плотности мощности поглощения исследуемого вещества для i -й частоты (длины волны); I_i^* – базовое (эталонное) значение спектральной плотности мощности поглощения известного вещества для i -й частоты (длины волны); I_{\max} – максимальное значение спектральной плотности мощности поглощения исследуемого вещества; n – количество замеров спектральной плотности мощности поглощения в диапазоне ИК-спектра (определяется дискретностью полученного спектра).

Необходимым условием определения предложенного критерия является наличие базы данных ИК-спектров для определенного набора веществ (например, целлюлозы, кератина, полиэтилентерефталата и др.).

В результате проведенных сравнительных исследований ИК-спектров различных веществ установлены значения показателя $\bar{\delta}$, характерные для идентичных, схожих и различных классов веществ. На основе этих данных, получена возможность – определить шкалу соответствия веществ (рис. 1).

Для апробации предложенного показателя и критериев распознавания проведена оценка идентичности четырех образцов: А – полиэтилентерефталат "медиум" (вещество – эталон); В – полиэтилентерефталат,

идентичный эталону; С – полиэтилентерефталат высокомолекулярный "hard"; D – целлюлоза после обработки 10%-ной сер-

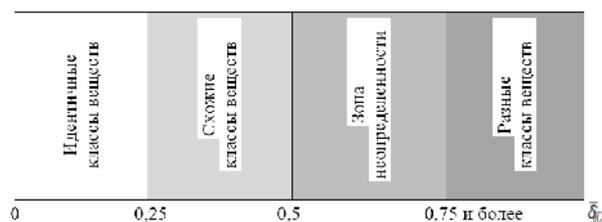


Рис. 1

Результаты расчета показателя $\bar{\delta}$ указанных образцов относительно вещества-эта-

ной кислотой. В качестве исходных данных взяты спектрограммы [4], [6], представленные на рис. 2.

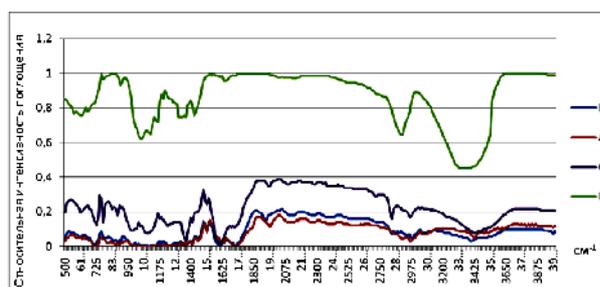


Рис. 2

лона А сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование исследуемого вещества	Значение $\bar{\delta}$
Полиэтилентерефталат, идентичный эталону	0,13
Полиэтилентерефталат высокомолекулярный (hard)	0,43
Целлюлоза после обработки 10%-ной серной кислотой	0,78

Таким образом, установлена достаточная чувствительность предложенного критерия к вариациям состава (природы) исследуемых образцов, что позволяет использовать его в целях автоматизированной идентификации классов веществ. При наличии необходимой базы ИК-спектров различных веществ эталонов появляется возможность экспресс-анализа вида и содержания веществ не только в однородных материалах, но и в волокнистых смесях.

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ методов количественного и качественного распознавания волокнистого состава текстильных материалов.

2. В развитие метода ИК-спектроскопии предложен информативный критерий установления принадлежности исследуемых веществ к определенному классу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение (исходные текстильные материалы). – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. Кричевский Г.Е. Качественный и количественный анализ волоконного состава текстильных материалов. – М.: МГТУ им А.Н. Косыгина, 2002.

3. Дроздов Ю.В. Спектральный анализ свойств льнотресты перед ее механической обработкой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4С. С. 33...36.

4. Фролова С.В. Структура и физико-химические свойства целлюлозы, деструктированной кислотами Льюиса: Дис...канд. хим. наук. – Иваново: Институт химии растворов РАН, 2009.

5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002.

6. Киселев М.В., Смирнов А.А., Лантев И.А. Применение ИК-спектроскопии в исследовании структуры и свойств материала "Холлофайбер" // Сб. мат. межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов: Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (ПОИСК - 2013). Часть 2. – Иваново: ТИ ИВГПУ, 2013. С. 120...121.

REFERENCES

1. Kugin G.N., Solov'ev A.N. Tekstil'noe materialovedenie (ishodnye tekstil'nye materialy). – M.: Legprombytizdat, 1985.

2. Krichevskij G.E. Kachestvennyj i kolichestvennyj analiz volokonnoho sostava tekstil'nyh materialov. – M.: MG TU im A.N. Kosygina, 2002.

3. Drozdov Ju.V. Spektral'nyj analiz svojstv l'notresty pered ee mehanicheskoy obrabotkoj // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, № 4S. S. 33...36.

4. Frolova S.V. Struktura i fiziko-himicheskie svojstva celljulozy, destruktirovannoj kislotami L'juisa: Dis...kand. him. nauk. – Ivanovo: Institut himii rastvorov RAN, 2009.

5. Osovskij S. Nejronnye seti dlja obrabotki informacii. – M.: Finansy i statistika, 2002.

6. Kiselev M.V., Smirnov A.A., Laptev I.A. Primenenie IK-spektroskopii v issledovanii struktury i svojstv materiala "Hollofajber" // Sb. mat. mezhvuz. nauch.-tehn. konf. aspirantov i studentov: Molodye

uchenye – razvitiju tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (POISK - 2013). Chast' 2. – Ivanovo: TI IVGPU, 2013. S. 120...121.

Рекомендована кафедрой материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии. Поступила 04.02.15.
