

УДК 677.026.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕТКАНЫХ КЛЕЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

С. А. ОВЧИННИКОВА, В. Г. МЕРЗЛИКИН, Т. А. КУРОЧКИНА,
С. В. ЛЮБЯНИЦКАЯ

(Московская государственная текстильная академия им. А. Н. Косыгина)

Высокое качество нетканых клеенных материалов в значительной степени определяется полимерным связующим и в первую очередь количеством и характером его распределения в структуре материала, обуславливающих эксплуатационные характеристики последнего: разрывную нагрузку, относительное удлинение, устойчивость к расслаиванию, жесткость, несминаемость, воздухопроницаемость и др.

Количество связующего в нетканом материале предусмотрено ГОСТ на эти материалы, однако до сих пор отсутствует надежный экспресс-метод контроля данного показателя, что недопустимо, так как характеристики готового материала в ГОСТ должны надежно определяться в любых условиях.

В настоящее время для определения количества полимерного связующего в нетканом клееном материале в основном используют разрушающие волокнистую основу методы в сочетании с микроаналитическим весовым методом или колориметрическим методом при селективном окрашивании пленки связующего [1]. Данные методы трудоемки, требуют длительного времени и высокой квалификации исследователя, причем неизбежны потери связующего.

Оптические методы диагностики являются одним из важных способов бесконтактного контроля и измерения различных характеристик и параметров текстильных материалов. При этом широко используют закон Бугера, описывающий ослабление интенсивности света при прохождении его через плоский слой поглощающего однородного вещества [2].

Нетканые клеенные материалы обладают существенной структурной неоднородностью и являются оптически неоднородными средами, то есть светорассеивающими материалами. Последние можно рассматривать как модель идеального однородного материала, в объеме которого имеются структурные неоднородности (волокна, нити) или инородные тела (пигменты, полимерные связующие). При этом наблюдается не только поглощение светового потока, но и его рассеяние. В отличие от сред, где распространение излучения подчиняется закону Бугера, в светорассеивающем материале (СРМ) толщиной z_0 отражающая $r(z_0)$, пропускающая $\tau(z_0)$ и поглощающая $a(z_0)$ способности являются функциями оптических параметров материала (рассеяния σ и поглощения κ) или зависящими от них коэффициента отражения R_∞ (полубесконечного слоя) и показателя b ослабления, введенных при решении уравнения переноса в двухлапласовом приближении:

$$\kappa = b(1 - R_\infty) / (1 + R_\infty), \quad (1)$$

$$\sigma = (b^2 - \kappa^2) / 2\kappa \quad (2)$$

или

$$R_{\infty} = (b - \kappa) / (b + \kappa), \quad (3)$$

$$b = \sqrt{\kappa^2 + 2\sigma\kappa}. \quad (4)$$

Используя спектрофотометрическую информацию, по измерениям $r(z_0)$ и $\tau(z_0)$ оцениваем параметры (3)...(4) или (1)...(2):

$$b = 1/z_0 \ln(V - \sqrt{V^2 - 4U^2/2U}), \quad (5)$$

$$R_{\infty} = (Y - U) / (UY - 1), \quad (6)$$

$$U = r(z_0) + \tau(z_0), \quad (7)$$

$$Y = \exp(-bz_0), \quad (8)$$

$$V = r(z_0)/\tau(z_0)(1 - U^2) + U^2 + 1. \quad (9)$$

Таким образом, предлагаемый метод сводится к экспериментальной оценке не только коэффициентов отражения и пропускания, но и определению параметров рассеяния и поглощения, ответственных за один из механизмов ослабления излучения, проникающего в полупрозрачный материал. При этом выявляются основные структурные изменения в нетканых материалах, обуславливающие увеличение рассеяния в основном за счет влияния размера и количества волокон и увеличения поглощения при возрастании количества слабоссеивающего связующего. Контроль качества материала осуществляется в зависимости от типа дефекта или иного структурного параметра.

Оптические параметры рассеяния и поглощения являются феноменологическими параметрами и, хотя имеют физический смысл (суммарное сечение рассеяния или поглощения), но при их определении возникают погрешности, связанные с выбором модели решения уравнения переноса, а также приборные ошибки, зависящие не только от спектрофотометрического прибора, но и от конкретного типа исследуемого СРМ. С учетом этого экспериментальная оценка σ , κ и соответственно S должна предваряться калибровкой, например, методом [1], предлагаемой оптической методики оценки контроля качества или состава нетканого материала.

Для образцов текстильных материалов с известным количеством связующего, измеренным весовым методом, нами определялись показатели рассеяния и поглощения, а затем по экспериментальным зависимостям σ , $\kappa = f(C_{св})$ оценивалось количество связующего для промышленного образца.

Оптические параметры нетканого материала устанавливались на образцах клееных нетканых утеплителей с различным процентным содержанием Q латексного связующего на основе сополимерного латекса А-25 при соотношении поливинилхлорида и поливинилацетата соответственно 75:25, который пластифицирован диоктилфталатом. За волокнистую основу использовали холсты из полиэфирных волокон линейной плотности 0,84 текс с поверхностной плотностью 85 г/м².

Полученные образцы, а также исходное полиэфирное волокно исследовались на спектрофотометре СФ-18 для определения коэффициентов R отражения в видимой части спектра в диапазоне длин волн $\lambda = 300 \dots 1000$ нм. Результаты измерений этих коэффициентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

λ , нм	Содержание связующего в материале С, %						Полиэфирное волокно
	4	8	12	15	20	25	
364	0,676	0,674	0,623	0,628	0,600	0,542	0,736
400	0,688	0,748	0,718	0,686	0,656	0,614	0,865
457	0,691	0,775	0,717	0,730	0,692	0,659	0,869
490	0,676	0,776	0,717	0,715	0,711	0,648	0,884
520	0,690	0,772	0,707	0,719	0,705	0,656	0,870
582	0,674	0,741	0,673	0,702	0,682	0,656	0,843
620	0,653	0,739	0,670	0,701	0,709	0,645	0,827
750	0,678	0,742	0,720	0,731	0,745	0,662	0,826
832	0,649	0,730	0,698	0,713	0,725	0,955	0,821
874	0,663	0,742	0,720	0,717	0,721	0,682	0,867
927	0,695	0,735	0,691	0,708	0,722	0,683	0,681

Как видно из табл. 1, с увеличением содержания связующего в клееном материале коэффициент отражения уменьшается. При этом волокнистый холст имеет больший коэффициент отражения по сравнению с нетканым материалом, то есть отдельная совокупность волокон обладает большей отражающей способностью, чем таковая, содержащая полимерное связующее в виде прозрачной пленки.

При расчете показателей χ и σ величина λ составила 750 нм, а средняя толщина нетканого материала 0,05 м. Коэффициент пропускания объемного клееного материала варьировали в пределах 0,10...0,15. В табл. 2 приведены параметры рассеяния σ и поглощения χ образцов нетканых материалов, рассчитанные на ПЭВМ типа РС/АТ.

Таблица 2

Показатели	Полиэфирное волокно	Содержание связующего С в испытываемых образцах, %				Промышленные образцы (С=15%)			
		8	12	15	25	1	2	3	среднее
R	0,826	0,742	0,720	0,731	0,662	0,781	0,773	0,774	—
σ , м ⁻¹	105,5	83,5	78,8	81,1	67,9	92,8	90,8	83,9	89,2
χ , м ⁻¹	1,5	2,5	3,1	2,8	4,7	1,5	1,7	2,4	1,9
lg σ	2,02	1,9	1,9	1,9	1,8	—	—	—	1,95
lg χ	0,2	0,4	0,5	0,5	0,7	—	—	—	0,3

На рис. 1 изображены зависимости параметров рассеяния и поглощения клееного утеплителя от содержания Q в нем латексного связующего (1, 2 — σ соответственно для полиэфирного и промышленного образцов; 3, 4 — то же для χ).

Получены зависимости рассеивающей σ и поглощающей χ способностей объемных нетканых материалов от количества С в них латексного связующего:

$$\lg \sigma = 1,99 + 0,0096C, \quad (10)$$

$$\lg \chi = 0,70 - 0,0184C. \quad (11)$$

Эти зависимости имеют прямолинейный характер и в диапазоне 0...25% содержания связующего в клееном нетканом материале могут

быть рекомендованы для экспресс-оценки количества связующего в готовом нетканом утеплителе.

Как показали проведенные нами исследования, влияние содержания связующего на показатель рассеяния (рис. 1) варьируется в пределах около 30%, что обусловлено уменьшением рассеяния с увеличением концентрации иммерсионной среды. В то же время изменение почти в 2,5 раза показателя поглощения происходит вследствие увеличения содержания связующего от 8 до 25%. В данном случае именно этот параметр характеризует качество нетканого материала.

Таким образом, калибровка (весовым методом) конкретных измерений показателя поглощения для промышленного и лабораторного образцов с количеством связующего 15% дает различие в 30%, что вполне удовлетворительно при учете калибровки «оптической методики», осуществленной лишь для лабораторных образцов.

ВЫВОДЫ

1. Предложена «оптическая методика» экспериментальной оценки количества латексного связующего в нетканом клееном утеплителе, основанная на определении параметров рассеяния и поглощения по результатам предварительной калибровки материалов с известным количеством связующего.

2. Кроме возможности экспресс-анализа структуры нетканых материалов, данная методика позволяет выделить вклады показателей рассеяния (в эффекте ослабления зондирующего излучения), ответственного за структурный состав волокна, и поглощения, зависящего в основном от поглощающей способности связующего.

3. Экспресс-оценка количества связующего в промышленных образцах нетканых клееных утеплителей выявила отличие $\approx 30\%$ от истинного значения этого показателя. Калибровка оптической модели на промышленных образцах подтверждает точность оценки количества связующего с помощью предлагаемой «оптической методики».

4. Получены уравнения зависимости отражающей способности нетканого клееного материала объемной структуры от количества латексного связующего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров В. Б. Химическая технология производства нетканых материалов. — М.: Легкая индустрия, 1971.
2. Мерзлякин В. Г. Оптические модели текстильных материалов // Межвуз. сб. науч. тр. МГТА: Оптические методы исследования текстильных материалов. — М., 1992. С. 10...15.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 13.06.96

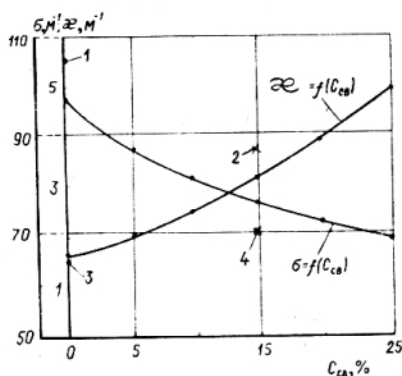


Рис. 1.