

УДК [677.026.4:687.076]:629.113

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ИГЛОПРОБИВНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕРМОСТОЙКИХ ВОЛОКОН

*В. Е. МУРАШОВА, И. А. КУРОЧКИН, Т. Е. ВОЛОЩИК*

(Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина)

С целью определения влияния технологических параметров на теплопроводность иглопробивных нетканых материалов был поставлен эксперимент, в ходе которого на отечественном оборудовании вырабатывали иглопробивные нетканые материалы из смеси термостойкого волокна номекс (фирма Du Pont, США) линейной плотно-

сти 0,17 текс и полиэфирное волокно пониженной горючести той же линейной плотности (ОАО "Могилевхимволокно", Республика Беларусь).

Эксперимент проводили с использованием плана Бокс-3, матрица которого представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ образца	Толщина, мм	Объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Пористость, %	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
1	4,50	183	86,71	+	+	+
2	5,80	148	89,27	-	+	+
3	5,90	129	90,68	+	-	+
4	9,10	131	90,48	-	-	+
5	7,60	180	86,96	+	+	-
6	8,60	156	88,70	-	+	-
7	8,70	154	88,82	+	-	-
8	7,20	128	90,75	-	-	-
9	6,80	163	88,21	+	0	0
10	6,90	159	88,48	-	0	0
11	7,10	145	89,49	0	+	0
12	4,60	156	88,72	0	-	0
13	4,20	141	89,78	0	0	+
14	4,40	164	88,14	0	0	-

Уровни варьирования факторов следующие: плотность прокалывания X<sub>1</sub>, 1/см<sup>2</sup>: 100-150-200; содержание полиэфирных во-

локон X<sub>2</sub>, %: 10-30-50; глубина прокалывания X<sub>3</sub>, мм: 2-4-6. Полученные образцы

подвергались испытаниям с целью определения коэффициента теплопроводности.

Для экспериментального исследования теплопроводности пористых материалов на примере нетканых иглопробивных полотен использовалась экспериментальная установка, конструкция которой представлена на рис. 1.



Рис. 1

Исследуемый образец – иглопробивное нетканое полотно в виде пластин размерами  $100 \times 100$  мм и толщиной  $\delta = 3 \dots 8$  мм. Характеристики выбранных в качестве экспериментальных иглопробивных нетканых полотен приведены в табл. 1.

Теплопроводность определялась при помощи тепловизионной системы ThermoCAM SC 3000, которая включает в себя: прочную и надежную ИК-камеру (в корпусе исполнения I P54) со встроенным 20-кратным объективом, пульт дистанционного управления, кабели и разъемы, а также набор дополнительного оборудования и программного обеспечения.

В результате проведенных на лабораторной установке исследований получен набор термографических изображений (рис. 2) процесса охлаждения группы исследуемых образцов нетканых иглопробивных материалов.

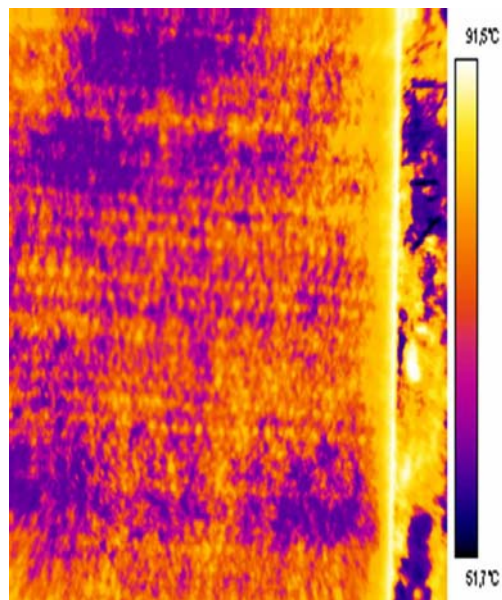


Рис. 2

На основании анализа полученных в ходе эксперимента термограмм построены полулогарифмические графики охлаждения образцов различной поверхностной плотности, при помощи которых найдены значения темпа охлаждения  $m$  исследуемых нетканых иглопробивных полотен, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ образца	Темп охлаждения $m, c^{-1}$
1	$1,421 \cdot 10^{-2}$
2	$1,986 \cdot 10^{-2}$
3	$2,043 \cdot 10^{-2}$
4	$2,161 \cdot 10^{-2}$
5	$1,521 \cdot 10^{-2}$
6	$1,487 \cdot 10^{-2}$
7	$1,652 \cdot 10^{-2}$
8	$2,057 \cdot 10^{-2}$
9	$1,508 \cdot 10^{-2}$
10	$1,521 \cdot 10^{-2}$
11	$1,743 \cdot 10^{-2}$
12	$1,682 \cdot 10^{-2}$
13	$1,836 \cdot 10^{-2}$
14	$1,687 \cdot 10^{-2}$

Исследуемые в ходе эксперимента образцы нетканых полотен имели рыхлую поверхностную структуру, поэтому для определения их коэффициента формы  $K$  было использовано моделирование: из "эталонного" вещества, обладающего стабильными и известными температуропроводностью  $a$ , коэффициентом теплопро-

водности  $\lambda$  и теплоемкостью  $C$  был изготовлен образец, копирующий в заданном масштабе исследуемые нетканые полотна, коэффициент формы  $K$  которых требовалось определить. В качестве эталонного вещества был выбран полипропилен, теплопроводность которого равна

$$\lambda_{\text{ПП}} = 0,082 \text{ Вт/(м·К)}.$$

Экспериментальным путем определено значение темпа регулярного охлаждения  $m$  и по формуле  $a = Km_{\infty}$ , где  $a$  – известно (так как материал – нормальный), вычислен коэффициент формы модели  $K_{\text{мод}} = 3,867 \text{ мм}^2$ . Коэффициент формы  $K$  экспериментальных полотен найден с помощью равенства

$$K = n^2 K_{\text{мод}}, \quad (1)$$

где  $n$  – отношение линейных размеров полотен и эталонного образца.

По известным величинам темпа охлаждения  $m$  и коэффициента формы  $K$  для  $m = m_{\infty}$  по формуле

$$a = Km_{\infty} \quad (2)$$

вычислена температуропроводность исследованных образцов  $a$ , а также средние

$$Y = 0,0586 - 0,0071 x_1 - 0,0163 x_2 + 0,0048 x_3 + 0,0031 x_1 x_2 - 0,0022 x_1 x_3 - 0,0048 x_2 x_3 - 0,0059 x_1^2 + 0,0029 x_2^2 + 0,0004 x_3^2. \quad (4)$$

Анализ графика показал, что с увеличением содержания полиэфирных волокон пониженной горючести и плотности прокалывания коэффициент теплопроводности уменьшается. При минимальных значениях указанных факторов увеличение глубины прокалывания ведет к росту коэффициента теплопроводности, при максимальных значениях – к его снижению.

## ВЫВОДЫ

1. Исследована теплопроводность иглопробивных нетканых материалов из смеси

значения коэффициента теплопроводности:

$$\lambda = C\rho a \quad (3)$$

при известной плотности  $\rho$  и теплоемкости  $C$  рассматриваемых материалов.

Результаты испытаний обрабатывали на ПК. В результате было получено уравнение регрессии и построена графическая зависимость коэффициента теплопроводности от технологических параметров (рис. 3). После исключения незначимых коэффициентов регрессии уравнение приняло следующий вид:

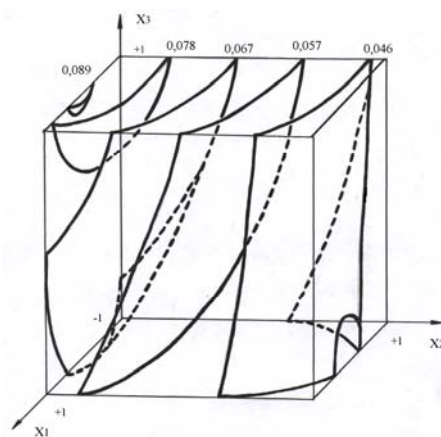


Рис. 3

термостойких волокон при помощи тепло-визионной системы ThermoCAM SC 3000.

2. Определено влияние плотности прокалывания, содержания полиэфирных волокон пониженной горючести и глубины прокалывания на коэффициент теплопроводности нетканого материала.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 03.07.06.