

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ИГЛОПРОБИВНОГО НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

В.М. ГОРЧАКОВА, Т.Е. ВОЛОЩИК, Ю.В. КОНЯШКИНА

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

Свойства иглопробивных нетканых материалов зависят от количества неповрежденных пучков волокон на единице площади материала. Известна зависимость прочности иглопробивного нетканого материала от плотности прокалывания, полученная с помощью определения математического ожидания  $M[X]$  [1]:

$$P = P_{\max} \frac{\Pi}{\Pi_{\text{кр}}} e^{1 - \frac{\Pi}{\Pi_{\text{кр}}}} \quad (1)$$

или

$$Y = X e^{1-X} \quad (2)$$

Здесь  $X = \frac{\Pi}{\Pi_{\text{кр}}}$ ;  $Y = \frac{P}{P_{\max}}$ ;  $P$  – разрыв-

ная нагрузка иглопробивного нетканого материала;  $P_{\max}$  – максимальная разрывная нагрузка иглопробивного материала;  $\Pi$  – плотность прокалывания;  $\Pi_{\text{кр}}$  – критическая плотность прокалывания.

Таким образом, определив значение  $\Pi_{\text{кр}}$ , можно использовать данное выражение для расчета разрывной нагрузки любых иглопробивных материалов.

В координатах  $X$ – $Y$ , являющихся координатами  $\Pi$ – $P$  в приведенном масштабе, удобно проводить сравнение кривых  $P=f(\Pi)$  реальных и идеальных материалов, так как все графики будут иметь один максимум при  $X=1$ ,  $Y=1$ .

Реальные иглопробивные материалы отличаются по своим характеристикам друг от друга и от идеального материала. Предположим, что функция  $P=f(\Pi)$  реаль-

ных материалов может описываться уравнением вида

$$Y = (X e^{1-X})^\alpha \quad (3)$$

С введением показателя степени  $\alpha$  делается поправка на те не уточненные факторы, которыми пренебрегли при выводе формулы для идеального иглопробивного материала. По величине  $\alpha$  можно судить о том, на сколько схожи характеристики исследуемого и идеального материалов: чем больше этот показатель отличается от единицы, тем в большей мере отличаются указанные характеристики.

Для определения  $\Pi_{\text{кр}}$  и  $P_{\max}$  используются уравнения регрессии, описывающие зависимость разрывной нагрузки от технологических параметров иглопрокалывания, полученные в ходе эксперимента.

Целью данной работы являлось экспериментальное подтверждение приведенного выше метода прогнозирования разрывной нагрузки на примере иглопробивных нетканых материалов из полиэфирных и вискозных волокон линейной плотности 0,33 текс. Для проведения данного эксперимента использовали план КОНО-2. В качестве варьируемых факторов были выбраны плотность прокалывания ( $X_1$ ) с уровнями варьирования 60...80...100 1/см<sup>2</sup> и глубина прокалывания ( $X_2$ ) с уровнями варьирования 2...4...6 мм.

В ходе эксперимента на иглопробивной машине ИМ-1800МА вырабатывались образцы иглопробивного нетканого материала из полиэфирных и вискозных волокон поверхностной плотностью 600 г/м<sup>2</sup>.

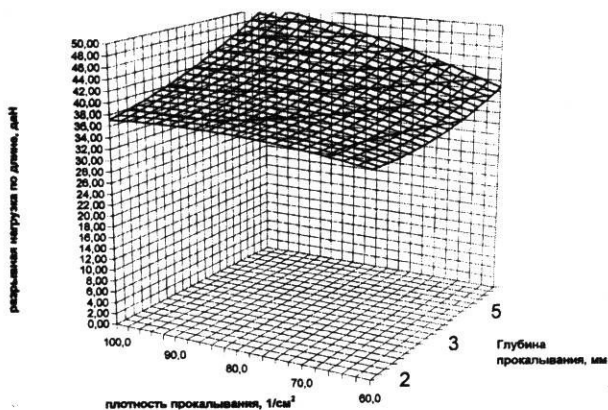


Рис. 1

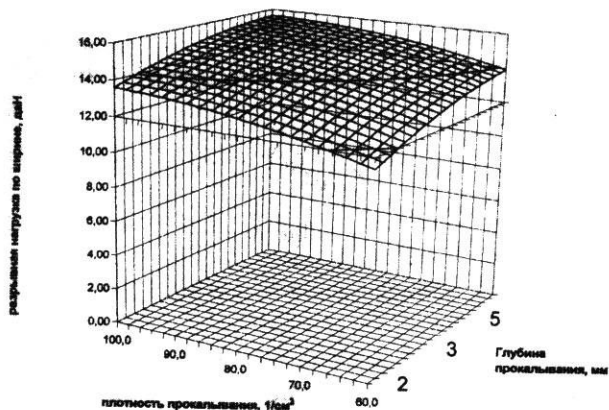


Рис. 2

Готовые образцы с целью определения разрывной нагрузки по длине и ширине подвергали испытаниям в соответствии со стандартными методиками. После обработки результатов испытаний образцов на компьютере были получены уравнения

регрессии и построены графические зависимости прочностных свойств иглопробивных нетканых материалов из вискозных волокон (рис. 1 и 2) и полиэфирных волокон (рис. 3 и 4) от плотности прокалывания и глубины прокалывания.

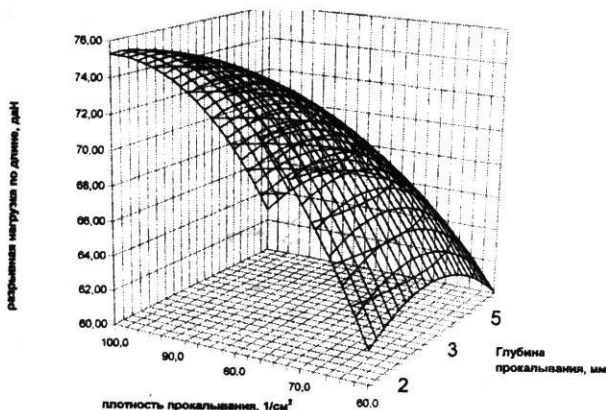


Рис. 3

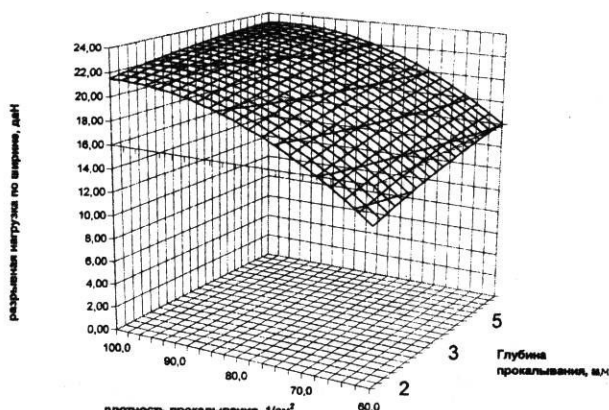


Рис. 4

Уравнения регрессии, описывающие зависимость свойств иглопробивных нетканых материалов из полиэфирных волокон от технологических параметров, приняли следующий вид:

для разрывной нагрузки по длине

$$Y = 72,1 + 4,0 X_1 - 3,6 X_2 - 2,7 X_1 X_2 - 4,8 X_1^2 - 2,3 X_2^2, \quad (4)$$

для разрывной нагрузки по ширине

$$Y = 20,9 + 3,9 X_1 + 1,2 X_2 - 0,4 X_1 X_2 - 2,2 X_1^2 - 0,3 X_2^2. \quad (5)$$

Уравнения регрессии, описывающие зависимость свойств иглопробивных не-

тканых материалов из вискозных волокон от технологических параметров, приняли следующий вид:

для разрывной нагрузки по длине

$$Y = 39,9 + 3,4 X_1 + 4,2 X_2 + 2,3 X_1 X_2 - 1,3 X_1^2 + 1,6 X_2^2, \quad (6)$$

для разрывной нагрузки по ширине

$$Y = 14,4 + 0,9 X_1 + 1,1 X_2 - 0,1 X_1 X_2 - 0,4 X_1^2 - 0,4 X_2^2. \quad (7)$$

По результатам эксперимента были проведены вычисления приведенной разрывной нагрузки для иглопробивных нетканых материалов из вискоз-

ных/полиэфирных волокон для построения кривых зависимостей разрывной нагрузки

от плотности прокалывания. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	По ширине			По длине		
	текущая $P_r$ , даН	максимальная $P_{max}$ , даН	$Y=P_r/P_{max}$	текущая $P_r$ , даН	максимальная $P_{max}$ , даН	$Y=P_r/P_{max}$
1	15,20/ 13,10	15,41/13,33	0,972/0,903	43,60/76,60	45,11/76,90	0,967/0,996
2	16,40/ 17,20	16,45/17,21	1,000/0,979	37,70/70,80	39,62/72,11	0,953/0,982
3	11,50/ 16,90	12,74/16,46	0,900/1,000	46,00/79,80	59,63/83,21	0,772/0,959
4	9,80/ 13,30	11,01/13,56	0,890/0,911	42,70/90,00	45,24/97,60	0,944/0,923
5	12,00/ 23,60	12,13/23,60	0,998/0,983	47,00/96,00	47,43/96,20	0,991/0,998
6	12,50/ 28,10	12,58/28,10	1,000/1,000	25,00/82,00	25,13/82,60	0,998/0,993
7	12,50/ 29,40	12,54/29,82	1,000/0,916	28,50/70,20	32,30/70,20	0,884/1,000
8	9,00/ 15,00	10,10/14,73	0,891/0,986	34,00/92,00	38,51/97,80	0,883/0,941
9	8,50/ 25,00	10,03/25,54	0,837/1,000	31,00/88,60	31,12/89,60	0,996/0,988

Экспериментальные значения функции  $Y=f(X)$  и поправочные коэффициенты  $\alpha$

для нетканых материалов из полиэфирных и вискозных волокон приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Кодированное значение параметра X		$\alpha$		$Y = f(X)$	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
1	0,781/0,826	0,763/0,909	0,998/0,955	0,911/0,813	0,972/0,996	0,967/0,903
2	0,992/1,042	0,721/1,204	0,997/0,859	0,978/1,000	1,000/0,982	0,953/0,979
3	0,931/1,000	0,938/1,060	1,000/1,000	1,032/1,000	0,900/0,998	0,972/1,000
4	0,576/0,613	0,697/0,650	0,910/0,991	0,976/0,974	0,890/0,923	0,944/0,911
5	0,908/0,639	0,869/0,798	0,987/1,009	0,998/1,026	0,998/0,959	0,991/0,983
6	0,800/0,840	0,881/0,971	0,975/0,931	0,974/0,954	1,000/1,000	0,998/1,000
7	0,969/1,025	0,947/1,127	0,852/0,873	1,014/1,000	1,000/0,993	0,884/0,916
8	0,758/0,806	0,817/0,855	1,097/0,928	1,024/1,000	0,891/0,988	0,883/0,986
9	0,594/0,628	0,680/0,691	0,986/1,000	0,996/0,980	0,837/0,941	0,906/1,000

Были выбраны оптимальные параметры технологического процесса, при которых разрывная нагрузка по длине и по ширине имеет максимальные значения.

Для иглопробивных нетканых материалов из вискозных волокон:

- плотность прокалывания,  $1/\text{см}^2$  – 100;
- глубина прокалывания, мм – 2.

Поправочный коэффициент  $\alpha$  составил 0,99.

Для иглопробивных нетканых материалов из полиэфирных волокон:

- плотность прокалывания,  $1/\text{см}^2$  – 60;
- глубина прокалывания, мм – 4.

Поправочный коэффициент  $\alpha$  составил 0,93.

ни  $\alpha$  для нетканых материалов из вискозных и полиэфирных волокон при каждом фиксированном значении плотности и глубины прокалывания.

2. Определены оптимальные параметры технологического процесса, при которых разрывная нагрузка по длине и по ширине имеет максимальные значения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барбанов Г.Л. Совершенствование технологии и оборудования для производства нетканых материалов вязально-прошивными и иглопробивными способами. – М.: Легкая индустрия, 1977.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 28.02.05.

#### ВЫВОДЫ

1. Получены экспериментальные значения функции  $Y=f(X)$  и показатели степе-