

УДК 677.019.35

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР  
НА РАЗРЫВНУЮ НАГРУЗКУ ТЕРМОСТОЙКИХ АРАМИДНЫХ ВОЛОКОН**

**RESEARCH OF INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURES  
ON THE BREAKING LOAD OF HEATPROOF ARAMIDE FIBERS**

*Н.А. НОЗДРИНА, А.В. МОШКОВА, А.И. СЛУГИН*  
*N.A. NOZDRINA, A.V. MOSHKOVA, A.I. SLUGIN*

(Дмитровградский институт технологии управления и дизайна (филиал)  
Ульяновского государственного технического университета)  
(Dimitrovgrad Institute of Technology,  
Management and Design (the Branch) of Ulyanovsk State Technical University; "Aramid" Ltd. Company)  
E-mail: nina1801@mail.ru, moshkova\_N@mail.ru, aramid@mail.ru

*Статья содержит результаты исследований влияния температурного воздействия на разрывную нагрузку термостойких арамидных волокон с использованием методов математического моделирования и оптимизации.*

*The article contains the results of the research of temperature influence on the breaking load of heatproof aramid fibers using the methods of mathematical modeling and optimization.*

**Ключевые слова:** арамидное волокно, разрывная нагрузка, температура, математические модели, полином второго порядка, линия регрессии, коэффициент детерминации, коэффициент вариации по разрывной нагрузке.

**Keywords:** an aramid fiber, breaking load, temperature, mathematical models, polynomial of the second order, regression line, determination coefficient, variation coefficient of breaking load.

Цель работы заключалась в изучении влияния повышенных температур на прочностные свойства арамидных волокон.

Объектами исследования являлись 7 образцов волокон: Кермель ("Рон-Пулен-Текстиль", Франция) (1); Ленцинг ("Lenzing Plastics", Австрия) (2); Кевлар ("DuPont", США) (3); Русар (ОАО "Каменскхимволокно", Россия) (4); Херакрон ("KOLON Indus-

tries", Южная Корея) (5); Тварон тип 2010 ("Тейджин", Нидерланды-Япония) (6); Тварон тип 1072 ("Тейджин") (7).

Температурное воздействие на термостойкие арамидные волокна проводилось бесконтактным способом в термопечи SNOL 67/350. Диапазон температур был выбран от 22 до 400°C при следующих

промежуточных значениях температур: 22, 100, 200, 220, 250, 300, 350, 370, 400° С.

Для исследования изменения функциональных свойств были определены прочностные характеристики на электронной разрывной машине FM-27 по ГОСТ 10213.2 [1].

Каждый образец выдерживался в течение 2 часов внутри термопечи, а затем растягивался до разрыва.

По полученным результатам рассчитаны средние величины абсолютной разрывной нагрузки испытуемых волокон ( $P$ , сН) и коэффициента вариации по разрывной нагрузке, выраженного в процентах ( $C_v$ , %), с исключением резко выделяющихся значений по критерию  $V_T$  [2] и использованием программы MS Excel "Описательная статистика".

Анализ полученных результатов показал, что до температуры воздействия  $T=250^\circ\text{C}$  снижения абсолютной разрывной нагрузки не происходило, ее падение начинается со значений температуры выше  $250^\circ\text{C}$ .

Для выявления зависимости абсолютной разрывной нагрузки от температуры в  $250^\circ\text{C}$  и выше с использованием программы MS Excel "РЕГРЕССИЯ" получены адекватные математические модели в виде полинома второго порядка:

$$P = -8,08 + 0,148 \cdot T - 0,0003 \cdot T^2 \quad (1),$$

$$P = -14,43 + 0,168 \cdot T - 0,0003 \cdot T^2 \quad (2),$$

$$P = -7,69 + 0,274 \cdot T - 0,0005 \cdot T^2 \quad (3),$$

$$P = 17,37 + 0,151 \cdot T - 0,0003 \cdot T^2 \quad (4),$$

$$P = 33,2 + 0,069 \cdot T - 0,0001 \cdot T^2 \quad (5),$$

$$P = 32,08 + 0,103 \cdot T - 0,0002 \cdot T^2 \quad (6),$$

$$P = 31,74 + 0,159 \cdot T - 0,0003 \cdot T^2 \quad (7).$$

Для определения величины температуры, при которой абсолютная разрывная нагрузка арамидных волокон сохраняется

не ниже нормативных значений, выполнен поиск оптимума методом исследования функций классического анализа [3].

В результате получены следующие максимальные значения температуры, при которых прочностные свойства термостойких арамидных волокон не ниже нормативных: обр. №1 –  $246,7^\circ\text{C}$ , обр. №2 –  $280^\circ\text{C}$ , обр. №3 –  $274^\circ\text{C}$ , обр. №4 –  $252^\circ\text{C}$ , обр. №5 –  $345^\circ\text{C}$ , обр. №6 –  $257,5^\circ\text{C}$ , обр. №7 –  $266,5^\circ\text{C}$ .

Анализ рассчитанных значений коэффициента вариации по разрывной нагрузке исследуемых образцов арамидных волокон не выявил точно выраженной закономерности в его изменении под влиянием высоких температур.

## ВЫВОДЫ

Получены адекватные математические модели в виде полиномов второго порядка, описывающие зависимость изменения разрывной нагрузки у исследуемых образцов арамидных волокон под действием высоких температур, где также установлено, что высокие температуры не влияют на равномерность разрывной нагрузки исследуемых образцов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10213.2–2002. Волокно штапельное и жгут химические. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – Введ. 2003–11–01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.

2. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов. – М.: Легкая индустрия, 1980.

3. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1975.

Рекомендована кафедрой технологии проектирования. Поступила 29.09.11.