

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЯЖИ НА БАЗЕ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ПАРААРАМИДНЫХ ВОЛОКОН ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

О.Н. ЦЫМАРКИНА, О.Н. СТОЛЯРОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Рост количества катастроф и техногенных аварий, сопровождающихся пожарами, делает актуальной проблему создания специальной защитной одежды (СЗО) из волокон и нитей арамидного ряда, которые обладают высокими характеристиками устойчивости к воздействию высоких температур [1].

При производстве СЗО на базе материалов из параарамидных волокон и нитей остается значительное количество технологических отходов (путанка, лоскут тканевый и трикотажный), которые могут быть рационально и эффективно использованы при получении новых текстильных материалов специального назначения для производства СЗО. Эти новые материалы должны сохранять свои свойства при воздействии высоких температур и огня, однако в литературных источниках мало сведений о технологических разработках в области использования регенерированных параарамидных волокон и исследовании их свойств.

Цель настоящей работы заключалась в изучении влияния повышенных температур на механические свойства пряжи из регенерированных параарамидных волокон СВМ, полученных способом механического разволокнения лоскута СВМ-содержащих тканей.

Объектами исследования были шесть вариантов пряжи, отличающиеся между собой волокнистым составом и круткой: №1 – 100% СВМ $K=360$ кр/м; №2 – 100% СВМ $K=310$ кр/м; №3 – 100% СВМ $K=260$ кр/м; №4 – 70% СВМ/ 30% шерсть $K=360$ кр/м; №5 – 70% СВМ/ 30% шерсть $K=310$ кр/м; №6 – 70% СВМ/ 30% шерсть $K=260$ кр/м. Данные образцы пряжи вы-

рабатывались в соответствии с ресурсосберегающей технологией [2] по аппаратной системе прядения шерсти на оборудовании ООО "Институт технических суков" (С-Петербург).

Были проведены механические испытания образцов с целью определения их исходных характеристик, а затем исследовалось изменение их свойств под действием высоких температур. Методика проведения испытаний и их условия были разработаны на основе рекомендаций [3], [4].

Эксперименты проводили на универсальной измерительной установке фирмы Instron 1122 с использованием температурной камеры. Диапазон температур был выбран от 20 до 300°C при следующих промежуточных значениях температур: $T = 20, 100, 150, 200, 250$ и 300°C. При испытаниях использовали зажимы типа "улитки", зажимная длина составляла 200 мм.

Образец выдерживался внутри термокамеры в течение 5 мин, а затем растягивался до разрыва. Устанавливалась скорость движения верхнего зажима – 50 мм/мин, при этом скорость деформирования образцов составляла $\dot{\epsilon} = 4,17 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

По полученным диаграммам растяжения были вычислены средние значения максимального относительного усилия при разрыве и модуля жесткости, а по полученным результатам исследований построены диаграммы, характеризующие падение прочности (рис. 1) и изменение модуля жесткости (рис. 2) для пряжи из регенерированных параарамидных волокон от температуры.

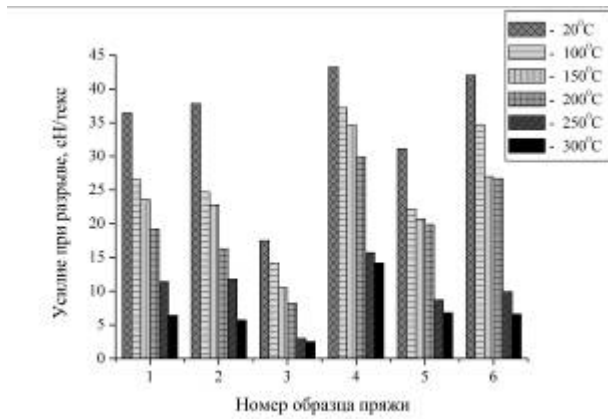


Рис. 1

Из приведенных зависимостей видно, что с увеличением температуры как прочность, так и модуль жесткости образцов снижаются с увеличением температуры.

Также одним из важных показателей для специальных материалов является сохранение прочности под действием температуры. Анализируя зависимость сохранения прочности у исследуемых образцов пряжи от температуры, можно отметить, что падение их прочности начинается со значений температур в 100°C. При данной температуре сохранение прочности образцов составляет примерно 65... 85% от исходных значений при комнатной температуре.

Далее с увеличением температуры до 150°C прочность падет почти на 40% и с дальнейшим увеличением температуры такой же характер поведения наблюдается у всех исследуемых образцов. Сохранение прочности, в среднем половина от исходной, наблюдается у всех образцов при температуре до 200°C. Далее при повышении температуры до 250 и 300°C у всех образцов наблюдается резкое падение прочности до 10...20% от исходной.

Характер зависимости падения усилия при разрыве от температуры у исследуемых образцов представлен на рис. 3. Из полученных зависимостей следует, что

$$\text{обр. №1} \quad P_{\text{отн}} = 38,45 - 0,105T$$

$$\text{обр. №2} \quad P_{\text{отн}} = 38,42 - 0,109T$$

$$\text{обр. №3} \quad P_{\text{отн}} = 19,18 - 0,058T$$

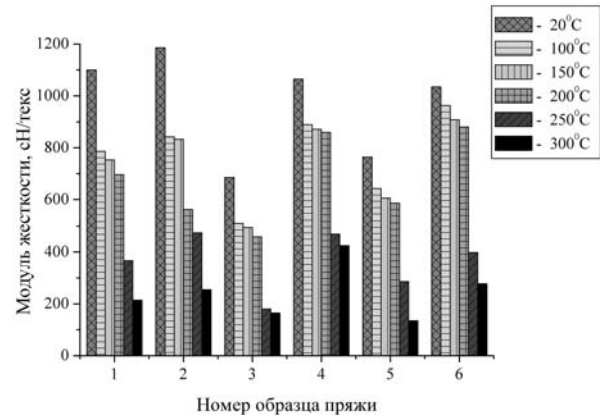


Рис. 2

прочность нитей уменьшается почти линейно с ростом температуры испытания.

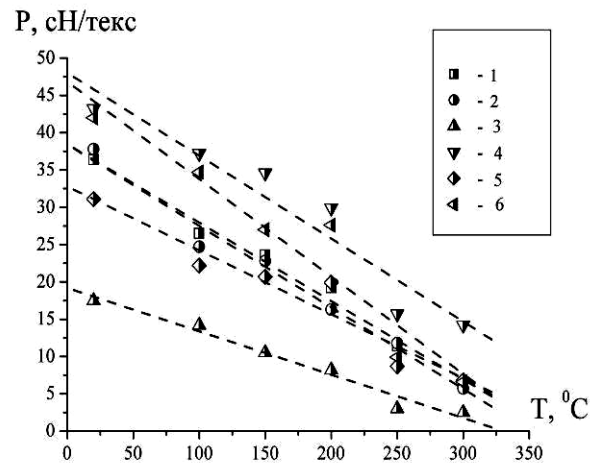


Рис. 3

Подобные зависимости могут быть описаны уравнениями линейной регрессии, которые в нашем случае примут вид:

$$P_{\text{отн}} = b - aT, \quad (1)$$

где $P_{\text{отн}}$ – относительное усилие при разрыве, сН/текс; T – температура при испытании, °C; a – коэффициент регрессии приведенной зависимости.

Для исследуемых образцов данные зависимости имеют следующий вид:

$$(R^2=0,98), \quad (2)$$

$$(R^2=0,98), \quad (3)$$

$$(R^2=0,97), \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{обр. №4} \quad P_{\text{отн}} &= 48,02 - 0,111T & (R^2=0,92), & (5) \\ \text{обр. №5} \quad P_{\text{отн}} &= 32,8 - 0,086T & (R^2=0,93), & (6) \\ \text{обр. №6} \quad P_{\text{отн}} &= 46,83 - 0,131T & (R^2=0,92). & (7) \end{aligned}$$

Из уравнений видно, что у образцов 1, 2, 4 и 5 характер уменьшения прочности примерно одинаков. Это видно из значения коэффициента регрессии. Самое большое падение наблюдается у образца №6, а самое маленькое – у образца №3. Полученные зависимости, на наш взгляд, очень хорошо отражают свойства исследуемых материалов и могут быть использованы для прогнозирования свойств этих материалов при различных температурах.

ВЫВОДЫ

1. Проведены механические испытания пряжи из регенерированных параарамидных волокон и их смесей с шерстью. Установлено, что с ростом температуры прочность при разрыве и модуль жесткости исследуемых материалов уменьшаются.

2. Получены математические модели – уравнения линейной регрессии, с высокой точностью описывающие зависимости изменения усилия при разрыве и модуля жесткости у исследуемых образцов под действием температуры.

3. Исследуемые образцы пряжи обладают достаточно высокими характеристиками устойчивости к воздействию высоких температур и поэтому могут быть использованы в производстве тканей и трикотажа для изготовления СЗО.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Serge Bourbigot and Xavier Flambarb*. Heat resistance and flammability of high performance fibres: A review, *Fire and Materials*. – Volume 26, Issue 4-5, 2002. Pages 155-168.
2. *Труевцев Н.Н., Цымаркина О.Н., Аснис Л.М., Гусаков А.В.* Одиночная пряжа для текстильных изделий. Патент № 2241082, 2004
3. НПБ-157–97. Боевая одежда пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний: ГУГПС МВД России, 1997. С. 28.
4. *Перепелкин К.Е., Баранова С.А.* Изменение свойств ароматических сверхпрочных и сверхвысокомодульных нитей при термостарении // *Текстильная промышленность*. – 1995, № 4-5. С.28...30.
5. *Авророва Л.В.* Химические волокна третьего поколения, выпускаемые в СССР // *Химические волокна*. – 1989, №4. С.21...26.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 22.01.08.