

УДК 677.070

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ
В СРЕДЕ ВОЗДУХА И АЗОТА***К.Е. ПЕРЕПЕЛКИН, А.Б. СТЕПАНОВА, М.О. БАСОК***(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)**

Параарамидные нити с высокими механическими и термическими характеристиками широко используются в современной технике, транспорте, спорте и других областях для создания высоконагруженных текстильных конструкций, высокопрочных композитов, термостойких и трудногорючих изделий, средств спасения и защиты при чрезвычайных ситуациях, баллистической защиты и др. целей.

По химическому строению и свойствам выделяют следующие основные группы параарамидных нитей:

– высокомодульные нити на основе гетероциклических параполиамидов (ПАБИ) – СВМ и сополиамидов – Русар (СпПАБИ-1) и Армос (СпПАБИ-2);

– высокопрочные и высокомодульные карбоциклические нити на основе полипарафенилентерефталамида (ПФТА) – тварон, кевлар;

– высокопрочные нити на основе карбоциклических параметаарамидов, содержащих некоторое количество метазвеньев – сополипарафенилен-3,4-оксидифенилентерефталамида – технора (метапараарамид).

Из перечисленных видов параарамидных нитей гетероциклические параарамидные нити сочетают самые высокие механические свойства, наибольшую термостойкость и максимальную устойчивость к действию открытого пламени.

Исследования механических свойств различных видов параарамидных нитей в течение ряда лет проводятся на кафедре материаловедения СПбГУТД и обобщены в ряде работ [1...3]. В меньшей степени изучены их термические свойства как по протеканию процессов терморазложения методами термического анализа, так и по изменению механических свойств при термостарении на воздухе [4...7]. Некоторые полученные данные по сравнению процессов терморазложения на воздухе и в инертной среде приведены в работе [8] для полиоксиадиазольной, параарамидной и полиимидной нитей. Однако в них дана предварительная оценка только для одного вида нитей – на основе полипарафенилентерефталамида.

В связи с важностью получения данных по терморазложению различных видов параарамидных нитей целью данной работы является исследование и сопоставление термических характеристик высокомодульных, гетероциклических, высокомодульных и высокопрочных карбоциклических параарамидных нитей на воздухе и в среде азота. Эти данные важны для более полной оценки работоспособности параарамидных нитей в различных условиях эксплуатации.

В качестве объектов исследования были выбраны параарамидные нити отечественного и зарубежного производства (табл. 1).

Таблица 1

Номер образца	Название	Химическое строение полимера	Линейная плотность, текс	Аббревиатура
1	Русар	Полиамидобензимидазол (сополимер)	60	СППАБИ
2	Тварон	Полипарафенилтерефталамид	110	ПФТА
3	Технора	Сополипарафенилен-3,4-оксидифенилтерефталамид	110	Метапараарамид

Температурные характеристики нитей изучали методами термогравиметрического анализа (ТГА) в воздушной и в инертной (азот) средах. Исследования проводили на дериватографе Q-1500 фирмы «МОМ». Скорость повышения температуры составила 5 град/мин. Конечная температура при испытаниях определялась завершением окисления на воздухе или пиролизом образцов в азоте. При испытании в азоте она достигала 700°C [8].

Согласно существующим методикам [9] и ранее проводимым испытаниям [8] для оценки термических превращений ис-

следуемых нитей по данным ТГА определяли следующие параметры:

– начало интенсивного разложения по кривым ТГА (точка пересечения касательных к участкам кривой до и после перегиба) – T_1 ;

– сохранение массы полимера в указанной точке.

Экспериментальные кривые ТГА для исследуемых нитей представлены на рис. 1 (кривые ТГА на воздухе (1) и в среде азота (2) параарамидных нитей: а – СППАБИ; б – ПФТА; в – метапараарамид).

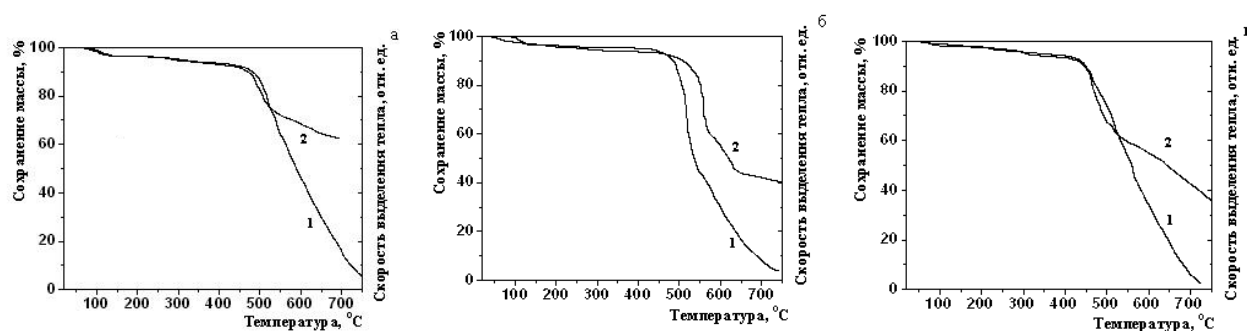


Рис. 1

В табл. 2 приведены соответствующие температурные показатели и данные о сохранении массы (характерные точки по

результатам обработки кривых ТГА в среде воздуха и азота).

Таблица 2

Показатели		T_1 , °C	Сохранение массы, %
СППАБИ	воздух	460	90
	азот	460	91
ПФТА	воздух	450	93
	азот	500	90
Метапараарамид	воздух	430	93
	азот	450	91

В воздушной среде интенсивное терморазложение (T_1) начинается при температуре выше 430°C и составляет: для

СППАБИ 460°C; для ПФТА 450°C; для метапараарамиды 430°C.

Сохранение массы образцов при этом составляет 90...93%.

Температура начала интенсивного терморазложения для образца СпПАБИ в среде азота и в воздушной среде одинакова. Для других исследуемых образцов температура интенсивного разложения (T_1) в среде азота существенно выше и составляет: для образцов ПФТА 500°C; для метапараамида 450°C.

Сохранение массы образцов составляет 90...92 %.

Из полученных данных следует, что наиболее высокой термостойкостью на воздухе обладают гетероциклические параарамидные нити СпПАБИ (русар). Им практически не уступают нити на основе ПФТА. В среде азота более высокой термостойкостью обладают нити на основе ПФТА (терлон). Метапараарамидная нить (технора) по показателям начала терморазложения близка к образцам нитей на основе СпПАБИ.

ВЫВОДЫ

1. Проведены сравнительные исследования термических характеристик высокопрочных и высокомодульных параарамидных нитей:

– высокомодульных параарамидных нитей отечественного производства – СпПАБИ – Русар;

– высокопрочных, высокомодульных нитей зарубежного производства – параарамидных ПФТА – тварон и на основе метапараамида – технора.

2. Методами ТГА определено, что наиболее высокой термостойкостью на возду-

хе обладают гетероциклические сополиамиды СпПАБИ. Им практически не уступают нити на основе ПФТА. В среде азота наиболее высокой термостойкостью обладают нити на основе ПФТА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перепелкин К. Е., Мачалаба Н. Н., Кварацхелия В. А. // Химические волокна. – 2001, № 2. С.22...29.

2. Перепелкин К. Е. // Российский химический журнал. – 2002, т.XLVI. № 1. С. 31...48.

3. *Perpelkin K.E. Russian Aromatic Fibres // In book: High-Performance Fibres. Ed. by J.W.S. Hearle. Cambridge, Woodhead Publishing Ltd. – 2001. P.115...132; 146...154.*

4. Гурова Е. Ю. Влияние термического старения на механические свойства нитей на основе ароматических полимеров: Дис.... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГУТД, 1993.

5. Андреева И. В. Изменение свойств высокопрочных, высокомодульных параарамидных нитей при термическом старении: Дис....канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГУТД, 2005.

6. Перепелкин К.Е., Пакивер Э.А., Андреева И.В. и др. // Химические волокна. – 2005, № 2. С.27...31.

7. Перепелкин К.Е., Андреева И.В., Мецрякова Г.П., Моргоева И.Г. Изменение механических свойств параарамидных нитей при термическом старении // Химические волокна. – 2006, № 5. С.44...49.

8. Перепелкин К.Е., Маланина О.Б., Басок М.О. и др. // Химические волокна. – 2005, № 3. С.36...38.

9. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров Пер. с англ. / Под ред. В. В. Коршакова. – М: Мир, 1983. Т.2 – 480 с. [Jan F. Rabek. *Experimental methods in Polymer Chemistry*. – Intersci. Publ. John Wiley & Sons. Chichester – N.-Y. – Toronto, 1980].

Рекомендована кафедрой материаловедения.
Поступила 25.12.06.