

4. Учитывая, что практически ни одна область промышленности не обходится без применения текстильной продукции, дальнейшее развитие текстильной и легкой промышленности с увеличением выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью возможно при двух факторах:

- развитие сырьевой базы,
- модернизация производства и создание новых мощностей.

5. Необходима разработка государственной программы развития химического потенциала России по производству химических волокон и нитей для производства текстильных материалов и готовой продукции из нее.

УДК 677.494:678.8

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНОМ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ НИТИ, ОБЛАДАЮЩИЕ ВЫСОКОЙ ХЕМОСТОЙКОСТЬЮ

POLYTETRAFLUOROETHYLENE MODIFIED THERMOPLASTIC YARNS WITH HIGH CHEMICAL RESISTANCE

Н.П. Пророкова¹, В.М. Бузник², С.Ю. Вавилова¹
N.P. Prorokova¹, V.M. Bouzник², S.Yu. Vavilova¹

¹Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН (г. Иваново)

²Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов (Москва)

¹G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Science (Ivanovo) ²All-Russian Research Institute of Aviation Materials (Moscow)

E-mail: npp@isc-ras.ru, bouzник@ngs.ru, sjv@isc-ras.ru

Рассмотрены свойства термопластичных нитей с покрытием из политетрафторэтилена, сформированным на стадии получения нитей из расплава. Определена прочность нитей с покрытием из политетрафторэтилена. Исследована хемотстойкость модифицированных нитей. Проанализирована устойчивость достигнутого эффекта к эксплуатационным воздействиям.

Ключевые слова: термопластичная нить; формование из расплава; политетрафторэтилен; покрытие; химическая стойкость.

The properties of thermoplastic yarns with coating of polytetrafluoroethylene, formed at the stage of melt spinning, were considered. The strength of yarns with coating of polytetrafluoroethylene was defined. The chemical resistance of the modified yarns was investigated. The resistance of the achieved effect to operational influences was analyzed.

Keywords: thermoplastic yarn; melt spinning; polytetrafluoroethylene; coating; chemical resistance.

Волокна, нити и ткани, обладающие высокой химической стойкостью, пользуются постоянным высоким спросом. Они применяются для изготовления тканей для фильтрации горячих газов и сильно агрессивных жидкостей, кислотоупорных набивок для центробежных насосов, спецодежды и других изделий. Как известно, максимально высокой химической стойкостью обладают фторсодержащие волокнистые материалы, особенно волокна из политетрафторэтилена (Teflon®, Toyoflon®, Polifen®). Однако переработка политетрафторэтилена (ПТФЭ) в волокна затрудняется из-за того, что этот полимер не может быть переведен в расплав без разложения и не растворяется в известных растворителях. Для получения волокон и нитей из ПТФЭ был разработан принципиально новый метод, отличающийся от методов получения других синтетических волокон [1]. Он основан на формовании волокон из загущенной специальным полимером-загустителем водной дисперсии ПТФЭ. Такие волокна подвергаются быстрому нагреву до 380-390 °С, в процессе которого полимер-загуститель разрушается и удаляется в виде газообразных

веществ, а ПТФЭ спекается до начала его разложения. Для упрочнения волокон и нитей они подвергаются дополнительному ориентационному вытягиванию при повышенной температуре. Описанный способ является технологически сложным, энергоемким, экологически опасным и дорогостоящим.

В последние десятилетия начато получение волокон из ПТФЭ методом твердофазного формования, в основе которого лежит явление сверхпластичности ПТФЭ, обнаруженное при исследовании ориентационного деформирования полимеров под гидростатическим давлением [2,3]. Новый метод является более простым и безопасным. Однако, хотя стоимость волокон на основе ПТФЭ, полученных по новому способу, несколько снижается, она все же остается чрезвычайно высокой, что связано с высокой стоимостью сырья.

Перспективным путем снижения материалоемкости и, как следствие, стоимости волокон и нитей, является замена нитей из ПТФЭ на бикомпонентные нити, сердцевина которых состоит из дешевого термопластичного волокнообразующего полимера, например, полипропилена, а на поверхности находится слой ПТФЭ. Однако ряд свойств ПТФЭ (нулевой дипольный момент, очень низкая адгезионная способность) делает решение такой задачи очень сложным.

В настоящей работе для обеспечения адгезии ПТФЭ к полипропилену использовали нанесение суспензии ПТФЭ на поверхность полутвержденной полипропиленовой нити при формовании её из расплава на стадии замасливания. С помощью вытягивания при повышенных температурах нити с нанесенным ПТФЭ обеспечивали ориентацию и перераспределение ПТФЭ, приводящее в формированию ультратонкого, сплошного, равномерного покрытия [4,5].

Известно, что степень ориентации макромолекул термопластичного полимера, которая в значительной степени определяет прочностные свойства нити, увеличивается с повышением кратности вытягивания. Повышенной кратности вытягивания, обеспечивающей получение нитей с совершенной структурой и высокой прочностью, можно достичь за счет повышения температуры вытягивания. Однако максимальная температура вытягивания лимитируется температурой размягчения волокнообразующего полимера, при которой переработка нитей сильно затруднена. В связи с этим максимальное значение температуры ориентационного вытягивания немодифицированной полипропиленовой нити составляет 123 – 125 °С. Нанесение на поверхность полипропиленовой нити покрытия из ПТФЭ делает возможным повышение температуры ориентационного вытягивания модифицированной нити - экспериментально установлено, что максимально возможная температура вытягивания такой нити приближается к температуре плавления полипропилена.

О влиянии температуры вытягивания модифицированной полипропиленовой нити на её разрывные полуцикловые характеристики можно судить по данным табл.1 [6].

Таблица 1

Влияние модифицирования полипропиленовой нити ПТФЭ на её основные разрывные полуцикловые характеристики

Вид полипропиленовой нити	Удельная разрывная нагрузка, МПа	Относительное разрывное удлинение, %
Немодифицированная нить		
Ориентированная при T = 118-125 °С	395 ± 15	34,3 ± 2,8
Модифицированная нить		
Ориентированная при T = 120-135 °С	439 ± 30	46,0 ± 2,2
Ориентированная при T = 120-145 °С	484 ± 16	45,8 ± 3,9
Ориентированная при T = 120-155 °С	630 ± 61	45,4 ± 4,4

Из таблицы следует, что при модифицировании нити значительно повышается её удельная разрывная нагрузка. Максимальное повышение прочности (59 %) наблюдается при

наиболее высокой температуре ориентационного вытягивания нити (155 °С). Отмеченная закономерность связана с тем, что, как уже указывалось, под действием растягивающей деформации растет упорядоченность супрамолекулярных структур полипропиленовой сердцевины нити и её ПТФЭ покрытия. Эта тенденция сильнее проявляется при более высоких температурах.

Изменение химической природы и рельефа поверхности нити за счет формирования на ней покрытия на основе ПТФЭ сказывается на трибологических характеристиках модифицированных нитей - в результате модифицирования полипропиленовой нити коэффициент трения волокна по волокну снижается с 0,2 до 0,04. Следовательно, модифицированная нить приобретает значения коэффициента трения, близкие к коэффициенту трения ПТФЭ.

Химическую стойкость модифицированной нити оценивали по изменению её разрывной нагрузки после продолжительного воздействия агрессивных жидкостей – раствора гидроксида натрия концентрации 200 г/л и концентрированной азотной кислоты, являющейся одновременно сильным окислителем. Полученные данные представлены в табл. 2 [7].

Таблица 2

Химическая стойкость полипропиленовой нити, модифицированной ПТФЭ

До воздействия агрессивных реагентов		После кипячения в NaOH 5 моль/л в течение 3 час.		После выдерживания в конц. HNO ₃ в течение 24 час.	
Удельная разрывная нагрузка, МПа	Относительное разрывное удлинение, %	Удельная разрывная нагрузка, МПа	Относительное разрывное удлинение, %	Удельная разрывная нагрузка, МПа	Относительное разрывное удлинение, %
Немодифицированная нить					
395 ± 15	34,3 ± 2,8	365 ± 14	53,1 ± 3,6	290 ± 14	41,2 ± 3,6
Модифицированная нить					
459 ± 67	40,6 ± 5,2	524 ± 23	47,0 ± 4,4	572 ± 19	36,3 ± 2,0

Из таблицы следует, что прочность немодифицированной полипропиленовой нити под действием концентрированных щелочей и кислот уменьшается на 8 – 27 % соответственно. Воздействие агрессивных жидкостей на модифицированную нить не только не приводит к потере прочности, но даже способствует её возрастанию.

Отсутствие деструкции модифицированной полипропиленовой нити под действием агрессивных сред свидетельствует о том, что ПТФЭ покрытие, защищающее её поверхность, является сплошным, и его структура не имеет дефектов. Отмеченный прирост прочности модифицированной нити связан с удалением с поверхности полипропиленовой подложки слабо связанного с ней избыточного количества ПТФЭ [7]. В результате этого дополнительно повышается равномерность структуры покрытия и выравнивается его поверхность.

Исследование устойчивости сформированного покрытия к истирающим воздействиям показало, что после интенсивных истирающих воздействий (50 циклов) покрытие остается гладким и однородным. Это свидетельствует о хорошей устойчивости покрытия к эксплуатационным воздействиям.

– Таким образом, разработан простой и эффективный способ модифицирования синтетических термопластичных нитей в процессе их формования из расплава для придания экстремально высокой химической стойкости, подобной химической стойкости фторполимерных нитей. Новый способ отличается следующими преимуществами:

– значительно повышается прочности нити;

- существенно возрастает хемостойкость;
- снижается коэффициент трения.

Модифицированные термопластичные нити имеют значительно меньшую, чем у фторопластовых нитей, себестоимость. Технологию модифицирования достаточно проста, её можно реализовать на серийном оборудовании для получения нитей из расплава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Moncrieff R-W. Man-Made Fibres / John Wiley and Sons, Inc, N.-Y., 1975.
2. Mc Gee R.L., Collier J.R. Solid State Extrusion of Polytetrafluoroethylene Fibers // Polymer Eng. & Sci. – 1986. – V. 26, N3. – P. 239–242.
3. <http://www.formoplast-spb.ru/volokna-f4/>
4. Синтетические нити с высокой хемостойкостью и низким коэффициентом трения: пат. 2522337 РФ, МПК D01F 8/04, D01F 11/04, D01F 6/06, D01F 6/60, D01F 6/62, D06M 15/256 / Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М.; заявитель ИХР РАН - № 2012153927/05 от 14.12.2012, опубл. 10.07.2014
5. Способ получения синтетических нитей: пат. 2522338 РФ, МПК D01F 11/04, D06M 15/256, D01F 6/00, D01F 6/06, D01F 6/60, D01F 6/62 / Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М.; заявитель ИХР РАН - № 2012153928/05 от 14.12.2012, опубл. 10.07.2014
6. Пророкова Н.П., Бузник В.М. Модифицирование синтетических волокнистых материалов с использованием фторполимеров // Полимерные материалы и нанотехнологии – 2017 (в печати)
7. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Buznik V.M. Giving of extremely high chemical resistance to polypropylene filaments by means of surface modification by polytetrafluoroethylene // J. Fluor. Chem. 2017 (In print)

УДК 677.03

ЭЛЕМЕНТАРИЗОВАННОЕ ЛЬНЯНОЕ ВОЛОКНО: ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ К ВНЕДРЕНИЮ

FILAMENT FLAX FIBRES: FROM RESEARCH TO MANUFACTURING

И.Ю. Ларин¹, О.Н. Гатаулин³, А.П. Морыганов²
I.Yu. Larin¹, O.N. Gataulin³, A.P. Moryganov²

¹Ивановский государственный политехнический университет
²Институт химии растворов им. Г.А.Крестова РАН (г. Иваново)

³ООО ИПФ «ТексИнж» (г. Иваново)³

¹ Ivanovo State Polytechnic University

²G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the
Russian Academy of Sciences (Ivanovo)

³LTD IPF “” «TexEnj» (Ivanovo)

E-mail: larin_igor@inbox.ru, apm@isc-ras.ru, texinzh@mail.ru

Предложен новый подход к модификации льняного волокна – элементаризация методом циклического деформирования, обеспечивающий практически полный его распад до элементарных волокон. При этом достигается высокая степень очистки их от примесей. Сравнительный анализ состава лигноуглеводного комплекса, гигроскопических и физико-механических свойств элементаризованного льноволокна показал, что по всем характеристикам новый вид волокна превосходит льноволокна, котонизированные по известным технологиям. Дальнейшие химические обработки элементаризованного волокна или изделий на его основе могут проводиться в значительно более мягких условиях, чем