

УДК 677.017:621.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ

Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Козан

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

На кафедре прядения натуральных и химических волокон Витебского технологического университета разработан способ получения комбинированных электропроводящих нитей с помощью полых веретен, который осуществляется на прядильно-крутильной машине, обеспечивающей относительно высокий уровень покрытия сердечника электропроводящей микропроволокой. В то же время сам электропроводный элемент практически не деформируется.

Как известно, структура и свойства комбинированных нитей зависят от типа применяемого оборудования, вида и свойств покрывающих компонентов, направления и величины крутки, толщины микропроволоки и стержневой нити, а также от толщины покрытия микропроволоки комплексной нитью.

Нитям, выработанным на машинах с полыми веретёнами, присуща хорошая равновесность вследствие обкручивания стержневого компонента с перекрещивающимся направлением витков. Однако для придания нитям оптимальной крутки требуется учитывать все деформационные свойства исходных материалов [1].

Чтобы получить электропроводящие изделия необходимого внешнего вида, можно применять нити любого типа. Деформационные характеристики, в частности разрывное удлинение, а также разрывную нагрузку при заданной деформации предопределяет прочная сердцевина, в том числе ее толщина и укрутка при скручивании. Таким образом, открываются возможности проектирования и регулирования деформационных свойств нитей для изделий различного вида и назначения.

Комбинированную электропроводящую нить получают следующим образом. Комплексную химическую нить скручивают с микропроволокой в направлении Z (левое направление), а затем обкручивают комплексной химической нитью в направлении S (правое направление). Процесс скручивания двух стренг в обратном направлении осуществляется одним и тем же органом, работающим по принципу вращающегося вьюрка.

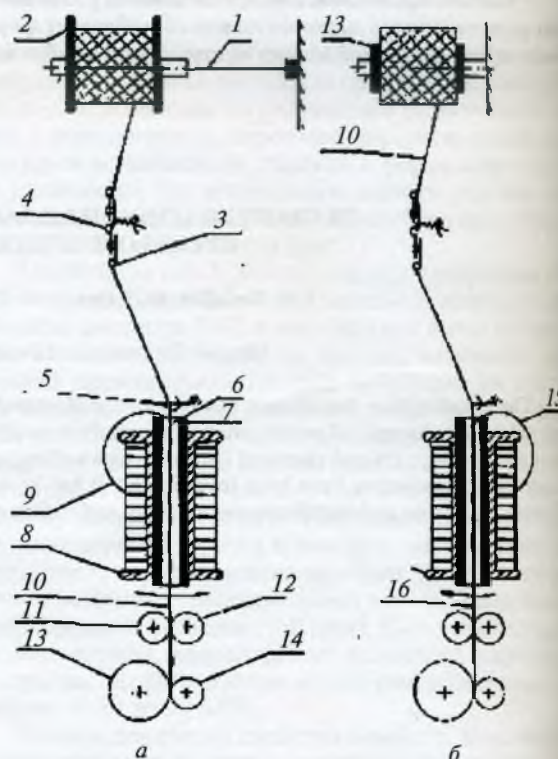
Если веретено вращается по часовой стрелке, то на участке выше веретена первая стренга получит крутку правого направления. Окончательная крутка комбинированной нити имеет обратное направление. Число кручений первой стренги примерно равно числу кручений готовой комбинированной нити, поскольку на этом и другом участке крутку осуществляет один и тот же вращающийся орган – полое веретено с катушкой. Технологическая схема процесса получения комбинированной электропроводящей нити представлена на рисунке.

Сущность технологического процесса заключается в следующем. В модернизированную рамку 1 (схема а) машины устанавливают паковку 2 с электропроводящим элементом (первая стренга). На полое веретено 7 надета катушка 8 с комплексной химической нитью (вторая стренга). При вращении катушки с нитью сходящая с него баллонированная нить 9, вращаясь, скручивается с электро-

проводящим элементом (первая стренга) и оттягивается выпускными цилиндрами 11 и 12 через глазок нитенаправителя 5 в центральный канал 6 веретена 7, заставляя вращаться катушку на модернизированной питающей рамке. У вершины веретена происходит соединение двух стренг. На пути от вершины веретена 7 до выпускной пары 11, 12 электропроводящий элемент и комплексная химическая нить, получая вращение от того же веретена, скручиваются и приобретают крутку с направлением Z. Крученая нить 10 в два сложения наматывается на цилиндрический папон 13 мотальным цилиндром 14.

Для стабилизации структуры комбинированной электропроводящей нити необходимо крученую нить 10 скрутить с комплексной химической нитью 15 (схема б) в направлении S. При этом химическая нить не должна полностью покрывать предварительно скрученную нить.

Главными преимуществами способа являются высокая производительность прядильно-крутильной машины и большая масса выпускной паковки. Это позволяет получать достаточную длину безузловой нити. Одной из особенностей комбинированной электропроводящей нити, получаемой на машинах с полыми вер-



Технологическая схема процесса получения комбинированной электропроводящей нити:

а – направление крутки Z; б – направление крутки S.

Сравнительный анализ теоретических и экспериментально определенных физико-механических параметров комбинированной электропроводящей нити

Характеристика	Численные значения	
	полученные расчетным путем	полученные экспериментально
Линейная плотность, текс	50	50.2
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс		
нити первого кручения	35.2	34.7
нити второго кручения	36.4	36.1
Диаметр, мм	0.28	0.3

тенами, является структура, определяющая ее физико-механические, электрофизические и эксплуатационные свойства.

Линейная плотность комбинированной электропроводящей нити ($T_{\text{комб.н}}$, текс) определяется по формуле

$$T_{\text{комб.н}} = T_{\text{сер}} K_{\text{наг.сер}} + T_{\text{микро.пр}} K_{\text{микро.пр}} + T_{\text{обкр}} K_{\text{обкр}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{сер}}$ – линейная плотность сердечника, текс; $T_{\text{микро.пр}}$ – линейная плотность микропровода, текс; $T_{\text{обкр}}$ – линейная плотность обкручивающего компонента, текс; $K_{\text{наг.сер}}$ – коэффициент нагона сердечника; $K_{\text{наг.микро.пр}}$ – коэффициент нагона микропровода; $K_{\text{наг.обкр}}$ – коэффициент нагона обкручивающего компонента.

Разрывная нагрузка комбинированной электропроводящей нити, в основном зависящая от прочности сердечника (комплексной химической нити) и металлической микропровода, является суммой трех составляющих: разрывной нагрузки сердечника и металлической микропровода, разрывной нагрузки прикручиваемого компонента.

Относительная разрывная нагрузка нити первого кручения ($P_{\text{пер.кр}}$, сН/текс) определяется по формуле

$$P_{\text{пер.кр}} = P_{\text{микро.пр}} + P_{\text{сер}} \left(\frac{100 - X_1}{100} \right) \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}, \quad (2)$$

где $P_{\text{микро.пр}}$ – разрывная нагрузка микропровода, сН/текс; $P_{\text{сер}}$ – разрывная нагрузка сердечника (комплексной химической нити), сН/текс; X_1 – долевое вложение прикручивающего компонента (микропровода), %; ϵ_1, ϵ_2 – разрывное удлинение соответственно менее и более растяжимого компонента, %.

Относительная разрывная нагрузка комбинированной электропроводящей нити второго кручения ($P_{\text{комб.н}}$, сН/текс) определяется по формуле

$$P_{\text{комб.н}} = P_{\text{обкр}} + P_{\text{пер.кр}} \left(\frac{100 - X_1}{100} \right) \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}, \quad (3)$$

где $P_{\text{обкр}}$ – разрывная нагрузка обкручивающего компонента, сН/текс; $P_{\text{пер.кр}}$ – разрывная нагрузка нити первого кручения, сН/текс; X_1 – долевое вложение нити первого кручения, %; ϵ_1, ϵ_2 – разрывное удлинение соответственно менее и более растяжимого компонента, %.

Коэффициент нагона сердечника комбинированной электропроводящей нити ($K_{\text{наг.сер}}$) определяется по формуле

$$K_{\text{наг.сер}} = \frac{l_0 + (l_1 - l_0)}{l_0}, \quad (4)$$

где l_0, l_1 – длина сердечника соответственно до и после скручивания, мм.

Диаметр комбинированной электропроводящей нити ($D_{\text{комб.н}}$, мм) определяется по формуле (5)*, где $T_{\text{сер}}$ – линейная плотность сердечника, текс; $T_{\text{микро.пр}}$ – линейная плотность микропровода, текс; $T_{\text{обкр}}$ – линейная плотность обкручивающего компонента, текс; $\gamma_{\text{сер}}$ – средняя плотность сердечника, г/см³; $\gamma_{\text{микро.пр}}$ – средняя плотность микропровода, г/см³; $\gamma_{\text{обкр}}$ – средняя плотность обкручивающего компонента, г/см³.

В таблице приведены значения физико-механических параметров комбинированной электропроводящей нити, рассчитанных по формулам (1) – (5) и проверенных практически. Как можно видеть, погрешность между теоретическими и практическими показателями незначительная. Следовательно, данные формулы можно использовать для расчета физико-механических параметров комбинированной электропроводящей нити.

Таким образом, комбинированные электропроводящие нити, содержащие комплексную химическую нить и микропровода, характеризуются высокой прочностью и компактностью. Они могут использоваться в качестве уточных или основных нитей в тканях и трикотажных полотнах специального назначения [2].

– Приведенные формулы можно использовать для расчета физико-механических параметров комбинированных электропроводящих нитей.

– Разрывная нагрузка комбинированных электропроводящих нитей в основном зависит от прочности сердечника – комплексной химической нити.

Библиографический список

1. Коган А.Г. Производство многокомпонентных праж и комбинированных нитей. – Витебск, 2002. – 215 с.
2. Замостоцкий Е.Г., Коган А.Г. // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2006. № 2 (20). – С.71-75.

$$* D_{\text{комб.н}} = 0.0357 \sqrt{\frac{T_{\text{сер}}}{\gamma_{\text{сер}}} K_{\text{наг.сер}} + \frac{T_{\text{микро.пр}}}{\gamma_{\text{микро.пр}}} K_{\text{наг.микро.пр}} + \frac{T_{\text{обкр}}}{\gamma_{\text{обкр}}} K_{\text{наг.обкр}}}, \quad (5)$$

PRODUCTION PROCESS OF COMBINED ELECTRIC-CONDUCTING FILAMENTS

E.G. Zamostotskiy, A.G. Kogan

(Vitebsk State Technological University, Belarus)

One of the production methods of combined electric-conducting filaments has been described. The formulas, which can be used for calculation of physical and mechanical parameters of such filaments, have been given. It has been found that the breaking load of combined electric-conducting filaments essentially depends on the strength of core – composite chemical filament.

Материаловедение

УДК 667.494.019.391

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СВЯЗУЮЩЕГО НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ НИТИ ЛАВСАН

Б.М. Тараканов, Д. М. Бучукова, И. В. Стефанская

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Требования к эксплуатационным характеристикам волокнистых композитов, применяемых в различных отраслях промышленности, постоянно возрастают [1, 2]. Но и полимерные связующие, составляющие основу волокнистого композита, и наполнители (текстильные волокна), как правило, недостаточно устойчивы к термо- и фотохимическому воздействию. Поэтому актуальным является исследование стабильности волокнистых композитов при воздействии на них нагрузок и высоких температур.

Комплекс физико-механических свойств волокнистых композитов существенно зависит от природы связующего и различных функциональных добавок – светостабилизаторов, антиоксидантов и др. Одними из наиболее распространенных типов связующих являются эпоксидные смолы и различные олигомерные материалы с эпоксидными группами [2, 3]. Существует обширная литература, посвященная исследованию прочностных характеристик волокнистых композитов на основе органических волокон с использованием этих видов связующих. Но эти связующие имеют ряд трудно устранимых недостатков. В настоящей статье приведены результаты исследования механических свойств микропластиков с наполнителем из нитей лавсан и связующим на основе олигомерных акрилатов. Этому классу композитов присущи экологическая чистота при получении, высокая стабильность при повышенных температурах, сохранение гибкости и эластичности в процессе длительной эксплуатации. Кроме того, данные композиты гидрофобны, обладают влагозащитными свойствами и могут служить защитой для гидрофильных волокон.

Исследование механических свойств волокнистого композиционного материала в зависимости от химического состава связующего и температуры проводили с помощью диаграмм растяжения и термомеханических кривых. Диаграммы растяжения снимали на установке «Instron 1222» при базе образцов 200 мм и скорости раздвижения зажимов 100 мм/мин, причем образец растягивался до полного разрыва. Термомеханические кривые были сняты на установке, описанной в работе [4]. Рент-

генографические исследования проводили на дифрактометре ДРОН-2.0 с температурной приставкой УВД-2000, для анализа рентгеновского малоуглового рассеяния применяли камеру КРМ-1. Использовали CuK_α -излучение, фильтрованное никелем.

Объектами исследования служили нити лавсан линейной плотностью 111 текс. Связующее представляло собой композицию на основе раствора олигоуретанаакрилата (ОУА) в ацетоне с различными функциональными добавками. Содержание ОУА в композиции изменялось от 10 до 40%. Как показали наши исследования, при добавлении ОУА в указанных пределах после термоотверждения полученный волокнистый композиционный материал сохраняет гибкость и эластичность, сравнимые с гибкостью и эластичностью исходной нити.

Если содержание ОУА в композиции составляет 40% и более, то увеличение жесткости конечного продукта приводит к сужению области его возможного применения. При этом прочностные характеристики существенно не повышаются.

На рис.1 представлены диаграммы растяжения самой нити лавсан и микропластиков на ее основе. Из диаграмм хорошо видно, что микропластики имеют боль-

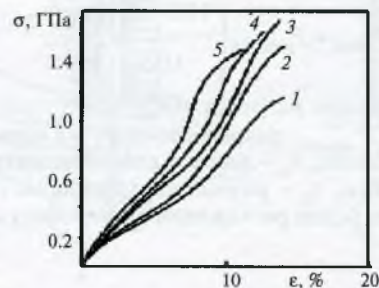


Рис. 1. Диаграммы растяжения нити лавсан (1) и микропластиков на ее основе при содержании ОУА в композиции 10 (2), 20 (3), 30 (4) и 40 (5) % при 20 °С.