

УДК 677.017:621.3

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ

Н.В. Скобова, Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Коган

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

На кафедре прядения натуральных и химических волокон Витебского технологического университета разработана технология получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильном оборудовании. В качестве исходного сырья использована медная микропроволока диаметром 0.05 мм (линейная плотность 17 текс) и комплексные химические нити линейной плотностью от 5 до 29.5 текс. Сущность технологии заключается в получении на первом переходе тростильно-крутильных машин двухкомпонентной нити с электропроводящим элементом, скрученных с правым направлением крутки при числе кручений 480 кр./м. На втором этапе происходит скручивание образованного полуфабриката в обратном (левом) направлении с комплексной химической нитью с круткой 530 кр./м для получения стабильной структуры нити. Данный способ получения комбинированной электропроводящей нити позволяет за счет вывода металлической микропроволоки на поверхность электропроводящей нити повысить электрофизические свойства комбинированной нити.

Для определения показателей, характеризующих прочностные и деформационные характеристики нити, проведен комплексный анализ механических свойств комбинированных электропроводящих нитей, полученных по указанной технологии. В результате полудиклоновых испытаний на растяжение были построены кривые растяжения «напряжение при разрыве – разрывное удлинение» для различных вариантов комбинированных нитей. Проведен анализ изменения свойств комплексных нитей после процесса кручения в структуре комбинированной нити.

На рис. 1 приведены кривые растяжения полиэфирных комплексных нитей линейной плотностью 29.4 (кривая 1) и 5.2 текс (кривая 2), медной микропроволоки (кри-

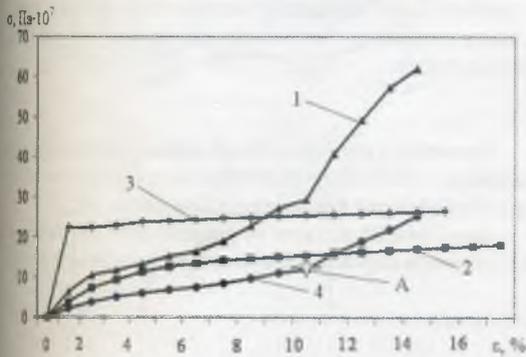


Рис. 1. Кривые растяжения комплексных и комбинированной нитей:

1, 2 – полиэфирные комплексные нити 29.4 и 5.2 текс соответственно; 3 – медная микропроволока; 4 – комбинированная электропроводящая нить 55 текс.

вая 3), комбинированной электропроводящей нити линейной плотностью 55 текс (кривая 4), полученной из указанных комплексных химических нитей и медной микропроволоки. При анализе кривых растяжения комплексных нитей (кривые 1 и 2) выявлен следующий характер их изменения: для нити большей линейной плотности необходимо приложить большее усилие для разрыва, при этом разрывное удлинение у нитей практически одинаковое – 14-15%.

Деформационные свойства нитей оценивали по условным косвенным показателям – пределу упругости, пластичности и упрочнения. Согласно методике, представленной в работе [1], деформационные свойства нити рассчитывали по формулам (1)-(3):

$$\sigma_y = \frac{1}{b_0} \varepsilon_p, \quad (1)$$

$$\sigma_{пл} = \frac{\varepsilon_p}{b_0 + b_1 \varepsilon_p}, \quad (2)$$

$$\Delta\sigma_{упр} = b_2 \varepsilon_p^2, \quad (3)$$

где σ_y – условный предел упругости, Па; $\sigma_{пл}$ – условный предел пластичности, Па; $\sigma_{упр}$ – условный предел упрочнения, Па; b_0 , b_1 , b_2 – параметры универсальной математической модели, определяемые на основании анализа кривой растяжения; ε_p – относительное разрывное удлинение, %. Параметр модели b_0 характеризует упругие свойства нити, параметр b_1 – пластические свойства нити, b_2 – упрочняющие свойства нити при растяжении.

Как показывают результаты расчета (табл.1), наиболее высокий условный предел упругости соответствует медной микропроволоке. Это объясняется молекулярной структурой металла, из которого изготовлена металлическая нить. Микропроволока имеет высокие упругие свойства (σ_y), а в процессе растяжения развиваются значительные замедленные пластические деформации, при этом эффект упрочнения отсутствует ($\Delta\sigma_{упр} = 0$).

Полиэфирная комплексная нить 5.2 текс по своему поведению при растяжении аналогична микропроволоке, т.е. характеризуется высокими пластическими свойствами и отсутствием упрочнения. Такое поведение свойственно частично ориентированным нитям: макромолекулы в структуре нити расположены хаотично и при приложении растягивающих нагрузок распрямляются вдоль оси до момента разрыва.

Условный предел упругости комбинированной электропроводящей нити (рис.1, кривая 4) меньше, чем у исходных нитей. При растяжении крученой нити вначале происходит распрямление комплексных нитей и их ориентация вдоль оси кручения. Затем в нити возникает

Таблица 1. Условные пределы деформационных свойств нитей

Параметр математической модели	Медная микропроволока	Комплексная полиэфирная нить		Комбинированная электропроводящая нить
		5.2 текс	29.4 текс	
b_0	0.00193	0.0101	0.017	0.0618
b_1	0.0037	0.00127	0.000143	0.00081
b_2	0	0	0.0245	0.0115
$\sigma_y \cdot 10^7$, Па	8264.2	1187	588	258.7
$\Delta\sigma_{упр} \cdot 10^7$, Па	0	0	2.45	2.96
$\sigma_{пл} \cdot 10^7$, Па	261.6	473.1	542.4	212.44

Таблица 2. Сравнительный анализ деформационных свойств комбинированных электропроводящих нитей

Деформационные свойства	Вариант 1	Вариант 2
$\sigma_y \cdot 10^7$, Па	171.67	52.67
$\sigma_{упр} \cdot 10^7$, Па	1.4	2.17
$\sigma_{пл} \cdot 10^7$, Па	212	143

эффект упрочнения, т.е. видоизменяется молекулярная структура полимера, молекулярные цепи вытягиваются в направлении действия нагрузки за счет пластического деформирования ($\sigma_{упр}$). При возрастании прилагаемой нагрузки происходит разрушение самого слабого элемента в структуре комбинированной нити, напряжение при этом соответствует координате точки А на кривой растяжения (вторая точка перегиба). Точка А соответствует предельному напряжению при растяжении и предельному относительному удлинению, при котором начинается разрушение материала. При этом пластические свойства комбинированной электропроводящей нити снижаются. Такое поведение нити объясняется ее структурой: медная микропроволока, соединяясь с полиэфирными комплексными нитями с разной круткой, находится на поверхности крученой нити, поэтому пластические свойства комбинированной электропроводящей нити понижаются вследствие взаимного влияния всех компонентов. Кроме того, эффект упрочнения комбинированной нити зависит в основном от свойств комплексной полиэфирной нити 29.4 текс ($\Delta\sigma_{упр}^{ПЭ} \approx \Delta\sigma_{упр}^{комб}$).

В табл.2 представлены значения деформационных свойств комбинированных электропроводящих нитей различного сырьевого состава, полученных при одинаковых технологических параметрах на тростильно-крутильной машине ТК2-160-М в два перехода (первичная крутка 480 кр./м, вторичная – 530 кр./м):

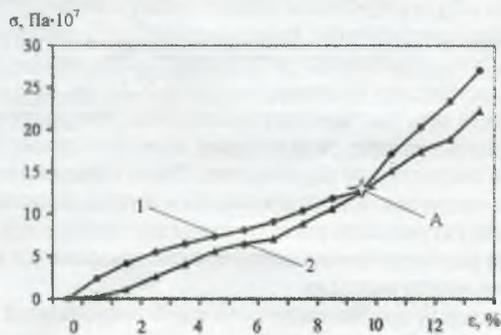


Рис. 2. Кривые растяжения комбинированных электропроводящих нитей:

1 – вариант 1; 2 – вариант 2.

– вариант 1 – комбинированная полиэфирная электропроводящая нить (состоит из медной микропроволоки диаметром 0.05 мм и полиэфирных комплексных нитей 5.2 и 29.4 текс);

– вариант 2 – комбинированная полиамидная электропроводящая нить (состоит из медной микропроволоки диаметром 0.05 мм и полиамидных комплексных нитей 5 и 29.5 текс).

На рис.2 представлены кривые растяжения двух вариантов комбинированных нитей. Анализируя эти кривые, можно отметить, что независимо от сырьевого состава разрушение комбинированных электропроводящих нитей начинается при одинаковых значениях напряжения и удлинения (точка А: $\sigma = 12.5 \cdot 10^7$ Па, $\varepsilon = 10.5\%$). Характер изменения свойств комбинированных электропроводящих нитей при растяжении одинаков, однако более прочной оказывается комбинированная полиэфирная электропроводящая нить.

На основании комплексного анализа полученных данных возможна разработка ассортимента изделий с использованием комбинированных электропроводящих нитей. Состав текстильного материала следует подбирать в зависимости от его назначения. Так, при производстве тканей для спецодежды работников газовой службы лучше использовать нити с повышенными упругими свойствами, не позволяющими изделиям терять форму при эксплуатации, а именно комбинированные полиэфирные электропроводящие нити. Для изготовления технических лент, подвергаемых нагреву в медицинских целях, целесообразнее использовать нити с повышенными упругими и пластическими свойствами – комбинированные полиамидные электропроводящие нити.

В настоящее время на кафедре проводится изучение свойств комбинированных электропроводящих нитей, полученных путем покрытия медной микропроволоки волокном.

– Проведен сравнительный анализ поведения комбинированных электропроводящих нитей различного состава при воздействии растягивающих нагрузок.

– Даны рекомендации по разработке ассортимента изделий из комбинированных электропроводящих нитей.

Библиографический список

1. Кузнецов А.А., Ольшанский В.И. Оценка и прогнозирование механических свойств текстильных нитей. – Витебск: УО «ВГТУ», 2004. – 226 с.
2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Колбяков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

COMPLEX ANALYSIS OF PROPERTIES OF COMBINED ELECTRICAL CONDUCTING THREADS

N.V. Skobova, E.G. Zamostotskiy, A.G. Kogan

(Vitebsk State Technological University, Belarus)

The mechanical properties of combined electrical conducting threads have completely been analyzed. The stress-strain curves of original components in the structure of combined electrical conducting thread have also been analyzed. As a result of comparative analysis of behavior of combined electrical conducting threads of different composition under tensile load action, there have been given the recommendations on the development of assortment of items made of these threads.

УДК 677.529

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОРСЕТНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.А. Савченко, С.Н. Березненко, Н.А. Фокина

(Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина;

Научно-исследовательский институт нетканых материалов, г. Серпухов Московской области)

Среди потребителей корсетных изделий специального назначения особой группой являются женщины, прооперированные по поводу рака молочной железы (РМЖ). Изменения в организме, вызванные оперативным вмешательством и комплексным лечением, вынуждают их пользоваться специальными бюстгалтерами, экзопротезами и сопутствующими изделиями реабилитации каждый день.

РМЖ занимает одно из первых мест среди злокачественных новообразований у женщин. Среди причин возникновения опухоли выделяют генетический фактор, неблагоприятную экологию, патологические изменения тканей молочной железы (каждая пятая женщина подвержена мастопатии). Количество женщин, у которых диагностирован РМЖ, ежегодно увеличивается примерно на 5.5%, причем 37.1% болеющих и 30.2% умерших составляют женщины работоспособного возраста. Пик заболеваемости приходится на возраст 45-60 лет. В последнее время участились случаи РМЖ у женщин более

молодого возраста. Ремиссия в течение 5-7 лет заболевания считается выздоровлением (около 35% пациенток).

Использование специального белья после операции начинается не сразу, а через некоторое время, по рекомендации врачей. Экспертный опрос показал, что 36.8% пациенток подбирают белье и протез через 4-6 недель, а 43.7% – через 7-10 недель после мастэктомии. Это связано с показателями самочувствия и заживления ран на теле женщины.

В связи с удалением опухоли, прилежащих к ней тканей и частей кровяного и лимфатического коллекторов на теле женщины появляются так называемые проблемные зоны (рис.1). Воздействие на эти зоны может привести не только к дискомфортным ощущениям, но и стать причиной послеоперационных осложнений, а также раздражения и ранения кожи в области контакта с корсетным изделием. Поэтому материалы внутреннего слоя корсетного изделия должны быть гипоаллергенными, не прилипать к телу, препятствовать раздражению кожи, создавать благоприятный микроклимат в области контакта с телом.

Решить проблему реабилитации женщин, прооперированных по поводу РМЖ, возможно путем применения в проблемных зонах специальных нетканых материалов.

В НИИ нетканых материалов (г. Серпухов) разработаны аграмматичные двухслойные нетканые перевязочные материалы с пленочным покрытием из натуральных волокон, изготовленные без дополнительных химических связующих. Они не прилипают к поверхности раны или раздраженного места. Разработаны также двухслойные мягкие на ощупь холстопрощивные материалы для нательного белья. Материалы прошли испытания, сертификацию и используются в клинических условиях и в условиях недостаточной вентиляции пододежного пространства.

Так как характеристики данных материалов недостаточно известны, в Киевском национальном универ-

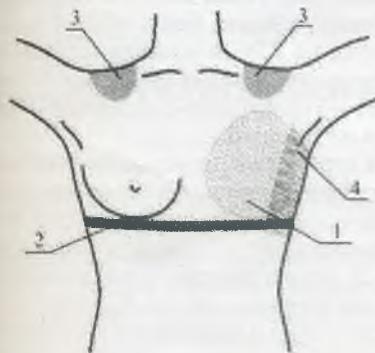


Рис. 1. Проблемные зоны на теле женщины, прооперированной по поводу РМЖ:

1 – область послеоперационного шрама; 2 – подгрудный обхват (ОГ4); 3 – плечевые зоны; 4 – бок с прооперированной стороны.