

УДК 677.017:621.3

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ БОЛЬШОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ КОВРОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

П.А. Костин, Е.Г. Замостоцкий, А.Г. Коган

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Производство комбинированных электропроводящих нитей и пряжи является одним из наиболее развивающихся классов современного производства химических материалов. Необходимость разработки этих материалов была вызвана новыми требованиями, выдвигаемыми со стороны ряда отраслей техники, а также недостатками, присущими традиционным проводящим материалам – металлам и их сплавам. На основе электропроводящих нитей можно получить экранирующие и антистатические текстильные материалы любой формы, защитную спецодежду, обладающую высокой удельной проводимостью, для людей, работающих с токами высокой частоты, и многие другие изделия.

Кафедрой прядения натуральных и химических волокон Витебского технологического университета в условиях ОАО «Витебские ковры» разработана новая технология получения ворсовой электропроводящей пряжи на модернизированной тростильно-крутильной машине К-176-2. На машине дополнительно установлены узлы питания (питающие рамки) для подачи медной микропровода.

В выпускную пару крутильной машины под определенным натяжением поступает медная микропровода и полушерстяная пряжа с трех питающих паковок. Далее медная микропровода и пряжа, огибая натяжной прут, поступают непосредственно в зону кручения. В зоне кручения происходит скручивание трощеной пряжи с медной микропроводкой, а затем готовая комбинированная электропроводящая пряжа наматывается на цилиндрическую паковку.

Общая линейная плотность комбинированной электропроводящей пряжи определяется по формуле

$$T_{\text{кзп}} = T_{\text{п}} \cdot 3 + T_{\text{мп}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{кзп}}$  – линейная плотность комбинированной электропроводящей пряжи, текс;  $T_{\text{п}}$  – линейная плотность одиночной пряжи (165 текс);  $T_{\text{мп}}$  – линейная плотность медной проволоки (18 текс).

Физико-механические и электрофизические свойства комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотностью 520 текс представлены в табл.1.

Так как процесс получения электропроводящей пряжи мало изучен, то для определения степени влияния технологических параметров работы тростильно-крутильной машины К-176-2 на качественные характеристики пряжи был проведен эксперимент. Факторы и интервалы их варьирования представлены в табл.2. Интервалы варьирования факторов были выбраны в соответствии с техническими характеристиками оборудования и результатами предварительных экспериментов.

В качестве критериев оптимизации были выбраны разрывная нагрузка  $P_r$ , сН; разрывное удлинение  $P_r$ , %; коэффициент вариации по разрывной нагрузке  $CVP_r$ , %; коэффициент вариации по разрывному удлинению  $CVP_r$ , %; коэффициент вариации по линейной плотности  $CVP_T$ , %.

Запланированный эксперимент был проведен в производственных условиях ОАО «Витебские ковры». Область ограничений выбрана в соответствии с техническим описанием получения ворсовой электропроводящей пряжи.

Получена область рациональных значений ABCDE (рис.1). При анализе ее можно отметить, что для производства комбинированной электропроводящей пряжи заданного качества из области ограничений необходимо использовать  $X_1$  (крутка) от 95 до 107 кр./м и  $X_2$  (натяжение медной микропровода) от 20 до 26 сН.

В соответствии с ГОСТ 19806-74 на приборе ИЭСН-2 проведено определение электрического поверхностного сопротивления комбинированной электропроводящей пряжи  $T$  520 текс, а также смешанной крученой пряжи (полиакри-

Таблица 1. Физико-механические свойства комбинированной электропроводящей пряжи 520 текс

Характеристика	Численное значение
Абсолютная разрывная нагрузка, сН	2204,3
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	6,6
Разрывное удлинение, %	12,6
Коэффициент вариации по разрывному удлинению, %	15,5

Таблица 2. Таблица интервалов и уровней варьирования факторов

Параметр	Фактор	Уровень варьирования фактора			Интервал варьирования фактора
		-1	0	1	
Крутка, кр/м	X1	80	100	120	20
Натяжение медной микропроволоки, сН	X2	10	20	30	10

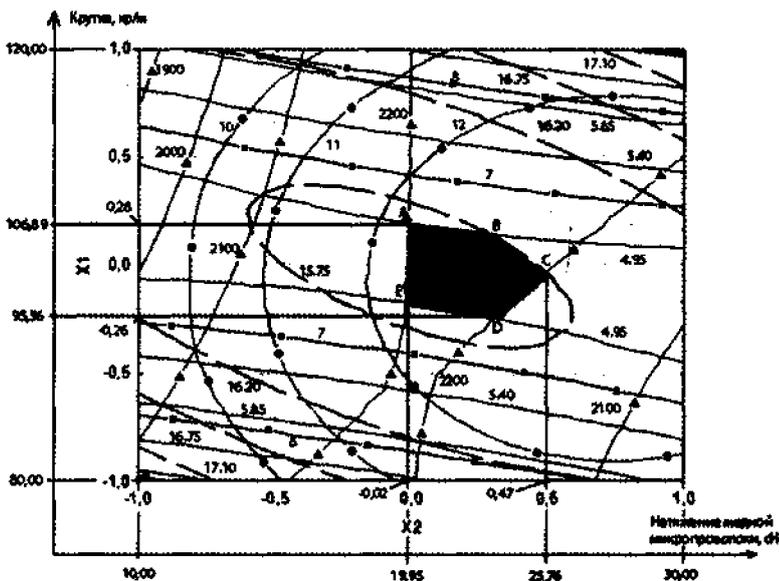


Рис. 1. Совмещенные линии равных уровней для принятых показателей качества комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотностью 520 текс:   
 ▲ – разрывная нагрузка не менее 2200 сН;   
 ● – разрывное удлинение не менее 12%;   
 ■ – коэффициент вариации по разрывной нагрузке не более 7%; - - - - коэффициент вариации по разрывному удлинению не более 15.75%; - - - - коэффициент вариации по линейной плотности не более 4.95%.

лонитрил, поликапроамид, шерсть)  $T = 500$  текс на базе сертифицированной лаборатории ВГТУ. Результаты определения представлены в табл.3.

Электрическое сопротивление пряжи длиной 1 см ( $R_{1см}$ , Ом) вычисляли по формуле

$$R_{1см} = R_{изм} n_1 n_2, \tag{2}$$

где  $R_{изм}$  – среднее арифметическое результатов измерений, Ом;  $n_1$  – число контактных групп в датчике;  $n_2$  – число витков нити на датчике.

На рис.2 сравниваются значения электрического поверхностного сопротивления смешанной крученой пряжи  $T = 500$  текс и комбинированной электропроводящей пряжи  $T = 520$  текс длиной 1см.

Удельное поверхностное электрическое сопротивление пряжи ( $R_{удс}$ , Ом) вычисляли по формуле

$$R_{удс} = \frac{0.01 \cdot R_{1см}}{l} \cdot \sqrt{\frac{T}{\rho}}, \tag{3}$$

где  $l$  – длина пряжи, равная расстоянию между электродами (1 см);  $T$  – номинальная линейная плотность пряжи, текс;  $\rho$  – средняя плотность комбинированной пряжи, г/м<sup>3</sup>.

Таблица 3. Электрическое поверхностное сопротивление исследуемой пряжи

Пряжа	$R_{изм}$ , Ом
Смешанная кручёная 500 текс	$3.42 \cdot 10^{11}$
Комбинированная электропроводящая 520 текс	$4.1 \cdot 10^2$

\*Среднее значение.

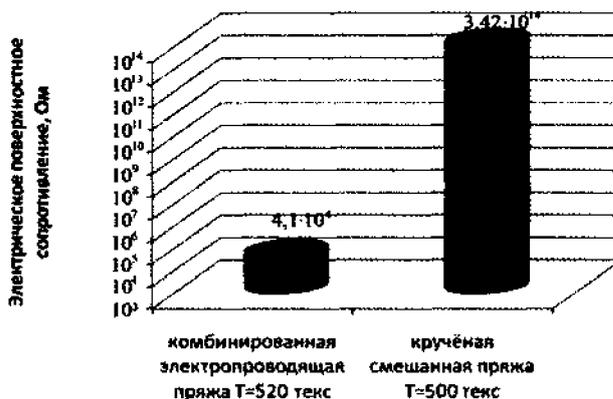


Рис. 2. Сравнение электрического поверхностного сопротивления смешанной крученой пряжи  $T = 500$  текс и комбинированной электропроводящей пряжи  $T = 520$  текс длиной 1см.

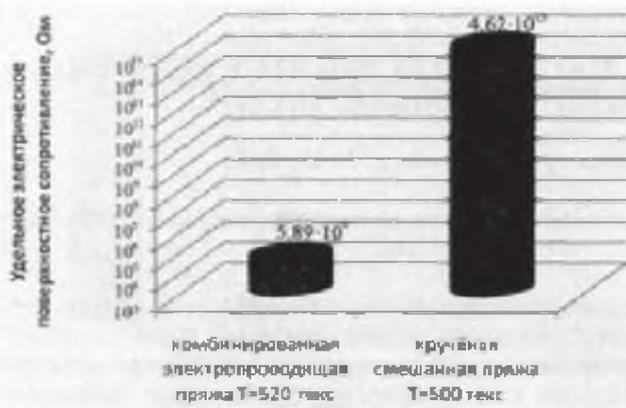


Рис. 3. Сравнение удельного поверхностного электрического сопротивления смешанной крутильной пряжи  $T = 500$  текс и комбинированной электропроводящей пряжи  $T = 520$  текс.

Среднюю плотность комбинированной пряжи вычислили по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i \cdot x_i}{n}, \quad (4)$$

где  $\rho_{\text{ср}}$  – средняя плотность комбинированной электропроводящей пряжи ( $1.54 \text{ г/м}^3$ );  $\rho_{\text{п}}$  – средняя плотность комбинированной пряжи ( $1.2 \text{ г/м}^3$ );  $\rho_1$  – плотность медной микропровода ( $8.9 \text{ г/м}^3$ );  $\rho_2$  – плотность полиакрилонитрильных волокон ( $1.17 \text{ г/м}^3$ );  $\rho_3$  – плотность поликапроамидных волокон ( $1.14 \text{ г/м}^3$ );  $\rho_4$  – плотность шерстяного волокна ( $1.3 \text{ г/м}^3$ );  $x_1$  – долевое вложение медной микропровода;  $x_2$  – долевое вложение полиакрилонитрильных волокон;  $x_3$  – долевое вложение поликапроамидных волокон;  $x_4$  – долевое вложение шерстяного волокна;  $n$  – количество компонентов в комбинированной пряже.

Установлено, что введение медной микропровода в структуру комбинированной пряжи приводит к снижению электрического сопротивления на 10 порядков (с  $10^{14}$  до  $10^4$  Ом) по сравнению со смешанной пряжей  $T = 500$  текс, а удельного поверхностного электрического сопротивления – на 11 порядков (с  $10^{15}$  до  $10^4$  Ом).

Использование в ковровых изделиях ворсовой электропроводящей пряжи позволяет улучшить электрофизические характеристики ковров: уменьшить их удельное электрическое поверхностное сопротивление и уровень напряженности, тем самым предотвратить возможность накопления статического электричества на поверхности изделий. Введение комбинированной электропроводящей пряжи в состав ковровых изделий позволяет значительно расширить их ассортимент и дает возможность использовать новые ковровые изделия при оснащении анналайнером и изготовлении напольных покрытий для железнодорожного транспорта.

– Для производства комбинированной электропроводящей пряжи необходимо использовать крутку от 95 до 107 кр./м и натяжение микропровода от 20 до 26 сН.

– Уменьшение удельного поверхностного электрического сопротивления пряжи и уровня напряженности позволяет предотвратить накопление статического электричества на поверхности ковровых изделий.

#### Библиографический список

1. Козин А.Г., Рыжков Д.Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей. – Витебск, 2002. – 215 с.
2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Колбасов А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ БОЛЬШОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ КОВРОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.А. Костин, Е.Г. Замостецкий, А.Г. Козин

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

Кафедрой прядения натуральных и химических волокон Витебского технологического университета в условиях ОАО «Витебские ковры» разработана новая технология получения ворсовой электропроводящей пряжи на модернизированной тростильно-крутильной машине К-176-2. Получена область рациональных значений, при анализе которой отмечено, что для производства комбинированной электропроводящей пряжи заданного качества необходимо использовать крутку от 95 до 107 кр./м и натяжение медной микропровода от 20 до 26 сН. Введение в ковровые изделия ворсовой электропроводящей пряжи позволяет улучшить их электрофизические характеристики: уменьшить удельное электрическое поверхностное сопротивление и уровень напряженности, тем самым предотвратить возможность накопления статического электричества на поверхности ковров.