

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ БОЛЬШОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ДЛЯ КОВРОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Костин П.А., аспирант, Замостоцкий Е.Г., к.т.н., старший
преподаватель, Коган А.Г., д.т.н., профессор.*

*УО «Витебский государственный технологический университет»,
г.Витебск, Республика Беларусь*

The thechnology of manufacturing high dencity conductive yarns for carpets

P.A. Kostin, Y.G. Zamastotsky, A.G. Kogan

«Vitebsk State Technological University» Vitebsk, r. Belarus

Производство комбинированных электропроводящих нитей и пряжи является одним из наиболее развивающихся и обширных классов современного производства химических материалов. Необходимость разработки этих материалов была вызвана новыми требованиями, выдвигаемыми со стороны ряда отраслей техники, а также недостатками, присущим 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 ПНХВ УО «ВГТУ» 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 микропроволоки.

В выпускную пару крутильной машины под определённым натяжением поступает медная микропроволока и полушерстяная пряжа с трёх питающих паковок. Далее медная микропроволока и пряжа огибая натяжной прутки поступают непосредственно в зону кручения. Увлеченная в зоне кручения происходит скручивание трощёной пряжи с медной микропроволокой, а затем готовая комбинированная электропроводящая пряжа наматывается на цилиндрическую паковку.

Общая линейная плотность комбинированной электропроводящей пряжи определяется по формуле:

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

где $T_{кэл}$ — линейная плотность комбинированной электропроводящей пряжи, текс;

$T_{л}$ — линейная плотность одиночной пряжи (165 текс);

$T_{мп}$ — линейная плотность медной проволоки (18 текс).

Физико-механические и электрофизические свойства полученной комбинированной электропроводящей пряжи 520 текс представлены в таблице 1.

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

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

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 которого и интервалы их варьирования представлены в таблице 2. Интервалы варьирования факторов были выбраны в соответствии с техническими характеристиками оборудования и результатами предварительных экспериментов.

В качестве критериев оптимизации были выбраны: разрывная нагрузка R_n , сН; разрывное удлинение R_u , %; коэффициент вариации по разрывной нагрузке CV_{R_n} , %; коэффициент вариации по разрывному удлинению CV_{R_u} , %; коэффициент вариации по линейной плотности CV_{PT} , %.

Таблица 2 - Таблица интервалов и уровней варьирования факторов.

Параметры	Уровни варьирования факторов			Интервал варьирования факторов
	-1	0	1	
Крутка, кр/м, X1	80	100	120	20
Натяжение медной микропроволоки, сН, X2	10	20	30	10

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

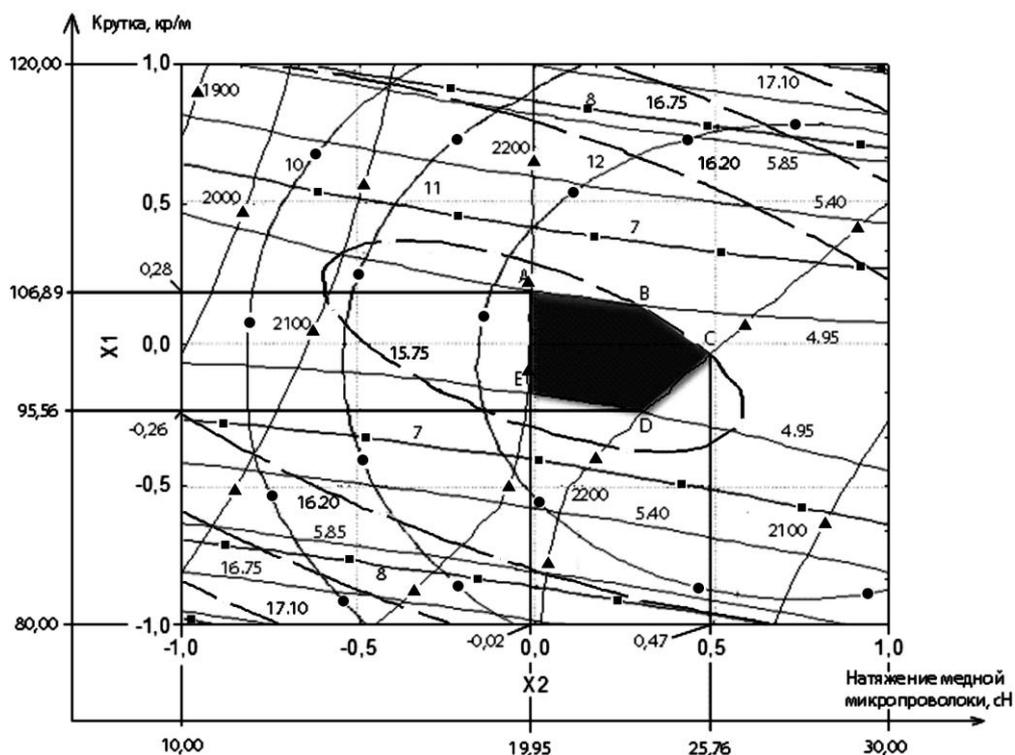


Рисунок 1 – Совмещенные линии равных уровней для принятых показателей качества комбинированной электропроводящей пряжи Т=520 текс

- ▲ — Разрывная нагрузка R_n : не менее 2200 сН
- — Разрывное удлинение R_u : не менее 12 %
- — Коэффициента вариации по разрывной нагрузке: не более 7 %
- — Коэффициента вариации по разрывному удлинению: не более 15,75%
- — Коэффициента вариации по линейной плотности: не более 4,95 %

Получена область рациональных значений ABCDE (рисунок 1), при анализе которой 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 микропроволоки) от 20 до 26 сН.

В соответствии с ГОСТ 19806—74 на приборе ИЭСН-2 проведены испытания по определению электрического поверхностного сопротивления комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности Т=520 текс, а так же смешанной кручёной пряжи (полиакрилонитрил, поликапролактан, шерсть) Т=500 текс на базе сертифицированной лаборатории УО «ВГТУ», результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3 –Результаты испытаний электрического сопротивления

	Кручёная пряжа (полиакрилонитрил, поликапролактан, шерсть) Т=500 текс	Комбинированная электропроводящая пряжа Т=520 текс
Среднее результатов измерений $R_{изм}$, Ом	$3,42 \cdot 10^{11}$	$4,1 \cdot 10^2$

Электрическое сопротивление пряжи длиной 1 см (R_{1CM} , Ом) вычисляют по формуле:

$$R_{1CM} = R_{изм} \cdot n_1 \cdot n_2, \quad (2)$$

где $R_{изм}$ — среднее арифметическое результатов измерений, Ом;

n_1 — число контактных групп в датчике;

n_2 — число витков нити на датчике.

График сравнения электрического поверхностного сопротивления смешанной кручёной пряжи (полиакрилонитрил, поликапролактан, шерсть) $T=500$ текс и комбинированной электропроводящей пряжи $T=520$ текс длиной 1 см на рисунке 2.

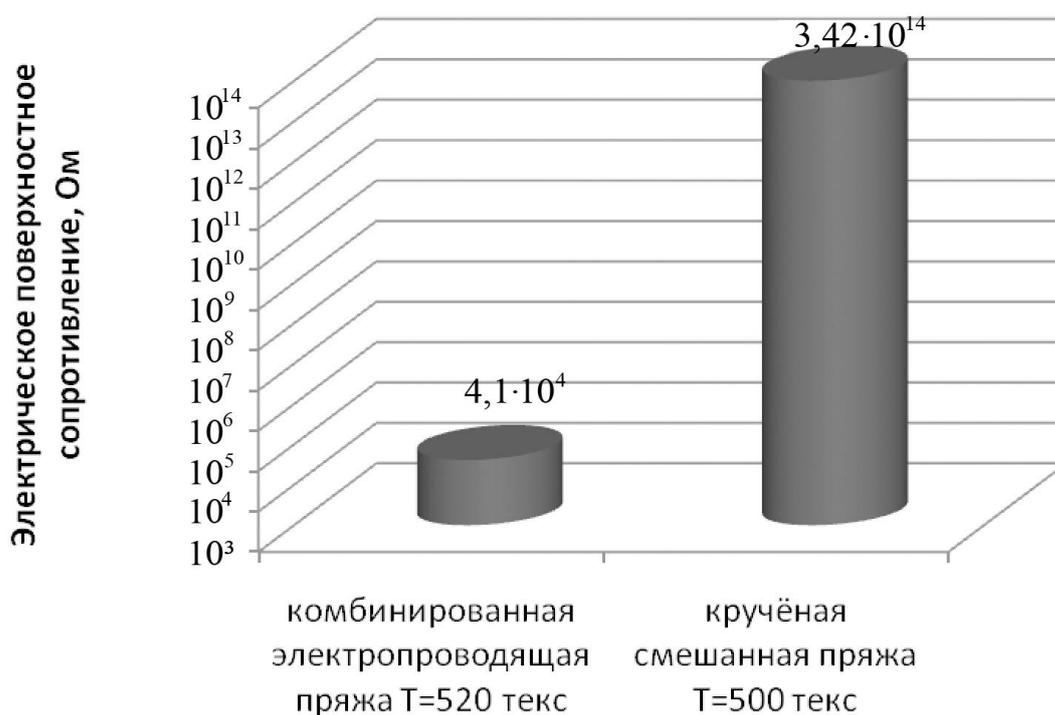


Рисунок 2 - График сравнения электрического поверхностного сопротивления смешанной кручёной пряжи (полиакрилонитрил, поликапролактан, шерсть) $T=500$ текс и комбинированной электропроводящей пряжи $T=520$ текс длиной 1 см

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

$$R_{удс} = \frac{0.01 \cdot R_{1CM}}{l} \cdot \sqrt{\frac{T}{\rho}}, \quad (3)$$

где l — длина пряжи, равная расстоянию между электродами (0,01 м);

T — номинальная линейная плотность пряжи, текс;

ρ — средняя плотность комбинированной пряжи, $г/м^3$.

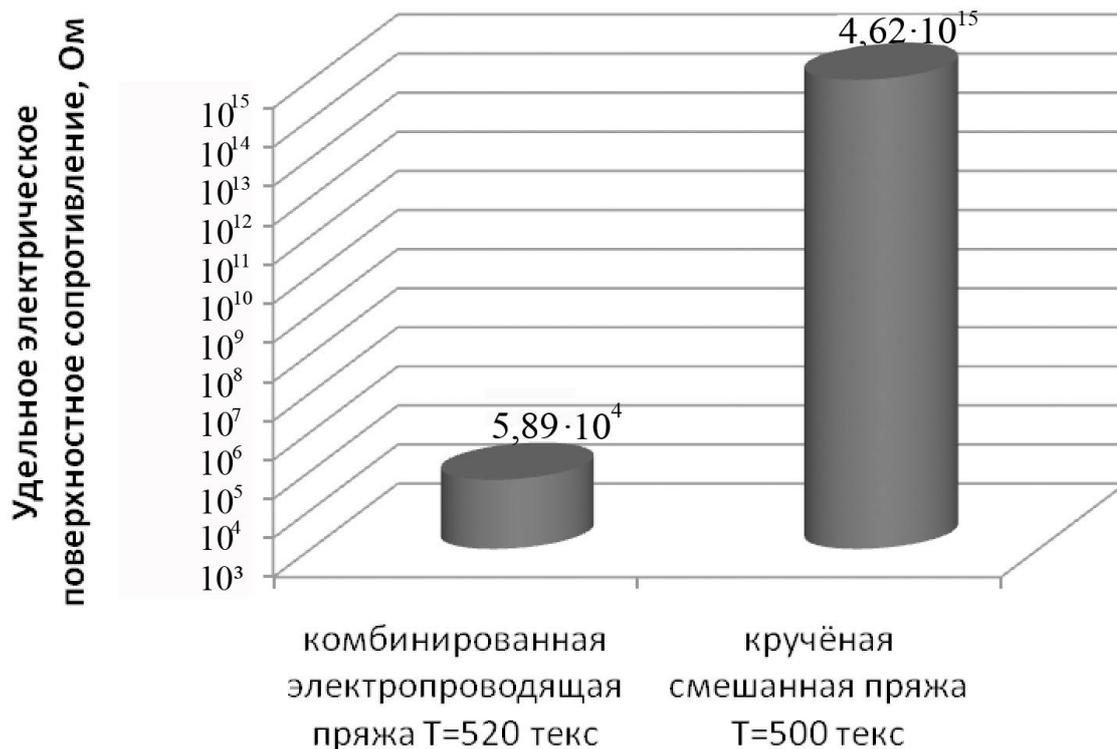


Рисунок 3 – График сравнения удельного поверхностного электрического сопротивления смешанной кручёной пряжи (полиакрилонитрил, поликапролактан, шерсть) T=500 текс и комбинированной электропроводящей пряжи T=520 текс

Среднюю плотность комбинированной пряжи вычисляют по формуле:

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

где $\rho_{КЭП}$ - средняя плотность комбинированной электропроводящей пряжи ($1,54 \text{ г/м}^3$);

$\rho_{П}$ - средняя плотность комбинированной пряжи ($1,2 \text{ г/м}^3$);

ρ_1 - плотность медной микропроволоки ($8,9 \text{ г/м}^3$);

ρ_2 - плотность полиакрильных волокон ($1,17 \text{ г/м}^3$);

ρ_3 - плотность поликапролактамовых волокон ($1,14 \text{ г/м}^3$);

ρ_4 - плотность шерстяного волокна ($1,3 \text{ г/м}^3$);

x_1 - долевое вложение медной микропроволоки;

x_2 - долевое вложение полиакрильных волокон;

x_3 - долевое вложение поликапролактановых волокон;

x_4 - долевое вложение шерстяного волокна;

n – количество компонентов в комбинированной пряже;

Установлено, что введение медной микропроволоки 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 текстильных материалов. Ввод комбинированной электропроводящей пряжи в ковровые изделия позволяет значительно расширить ассортимент ковровых изделий и даёт возможность использовать новые ковровые изделия при оснащении авиалайнеров и изготовлении напольных покрытий для железнодорожного транспорта.

Библиографический список.

1. Коган А.Г., Рыклин Д.Б. // Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей // Витебск. 2002г. 215с.
2. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити). - Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Колбяков – Москва : Легпромбытиздат, 1989.-352 с.