

УДК 677.017:621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗРАБОТАННОГО АССОРТИМЕНТА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ

Костин П.А., ст. преп.

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: электропроводящая пряжа, медная микропроволока, экранирование, антистатика.

Реферат. Научный доклад посвящен исследованию электрофизических свойств разработанного ассортимента электропроводящей пряжи большой и средней линейных плотностей, где в качестве электропроводящего элемента используется медная микропроволока. Определение электрофизических характеристик электропроводящей пряжи и исходных компонентов осуществлялись в соответствии с ГОСТ 19806 – 74. В докладе приведен сырьевой состав исследуемой комбинированной электропроводящей пряжи средней и большой линейной плотности. Описаны результаты исследования по определению поверхностного электрического сопротивления готовой пряжи, применяемой для изготовления напольных покрытий и текстильных материалов, обладающие экранирующими и антистатическими свойствами, из которых изготавливается защитная спецодежда, обладающая высокой удельной проводимостью, для людей, работающих в условиях повышенной опасности: в нефтеперерабатывающей отрасли, на газо- и бензозаправочных станциях, в условиях мощного электромагнитного излучения. Сделан вывод, что введение микропроволоки в структуру пряжи приводит к снижению электрического сопротивления последней на 7–10 порядков, а удельного электрического сопротивления на 8–11.

На кафедре ТТМ УО «ВГТУ» разработаны несколько способов получения комбинированной электропроводящей пряжи: большой линейной плотности по аппаратной системе прядения шерсти с помощью тростильно-крутильных машин и средней линейной плотности по кардной системе прядения хлопка с использованием пневмомеханических прядильных машин, где в качестве электропроводящего элемента используется медная микропроволока. Этот выбор обусловлен тем, что медная микропроволока обладает высоким поглощением и низким отражением электромагнитной энергии, а также лучшими электрическими свойствами по сравнению с другими металлами. Материалы с высокими потерями за счет поглощения и низкой отражательной потерей очень эффективны для экранирования электромагнитной энергии.

Для электропроводящей пряжи средней и большой линейных плотностей, используемой в тканях с антистатическими, экранирующими свойствами и напольных покрытиях с антистатическим эффектом, главным требованием является низкое удельное поверхностное электрическое сопротивление. Следовательно, необходимо провести исследования по определению поверхностного электрического сопротивления готовой пряжи. Сырьевой состав исследуемой пряжи представлен в таблице 1.

Для определения электрофизических свойств электропроводящей пряжи и исходных компонентов в соответствии с ГОСТ 19806 – 74. «Метод определения удельного электрического сопротивления химических нитей» проведены испытания по определению электрического сопротивления [1].

Натяжение нити или пряжи измеряется тензиомером. Регулировка натяжения пряжи осуществляется шайбовым натяжителем.

Таблица 1 – Сырьевой состав исследуемого ассортимента электропроводящей пряжи

Компонент	Комбинированная электропроводящая пряжа T=520 Текс		Комбинированная электропроводящая пряжа T=40 Текс		Комбинированная электропроводящая пряжа T=60 Текс	
	Текс	%	Текс	%	Текс	%
Медная микропроволока	18	3,5	18	45	18	30
Смешанная пряжа (нитрон, капрон, шерсть)	165*3	96,5	—	—	—	—
Хлопковая мычка	—	—	22	55	—	—
Арселоновая мычка	—	—	—	—	42	70

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

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

где $R_{изм}$ — среднее арифметическое значение результатов измерений всех единиц измерения, Ом; n_1 — число контактных групп в датчике, (40); n_2 — число витков пряжи на датчике, (50).

Физические свойства исследуемых материалов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физические свойства исследуемых материалов

Вид пряжи	Число волокон в пряже, n	Плотность вещества компонента ρ , г/см ³
Хлопчатобумажная пряжа T=22 текс	130	1,55
Комбинированная хлопкодержащая электропроводящая пряжа T=40 текс	131	5,22
Смешанная пряжа (нитрон, капрон, шерсть) T=165 текс	152	1,23
Комбинированная электропроводящая пряжа (нитрон, капрон, шерсть, медная микропроволока) T=520 текс	457	1,5
Арселоновая пряжа T=42 текс	247	1,2
Комбинированная арселонсодержащая электропроводящая пряжа T=60 текс	248	1,54

Удельное поверхностное электрическое сопротивление нити или пряжи ($R_{удс}$, Ом) вычисляется по следующей зависимости:

$$R_{удс} = \frac{0,01 \cdot R_{1см}}{l} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot T}{\rho}}, \quad (2)$$

где l — длина нити или пряжи, равная расстоянию между электродами (1 см); n — число волокон в пряже; T — номинальная линейная плотность пряжи, текс; ρ — плотность вещества компонента, г/см³.

Используя формулы 1, 2 и данные таблицы 2 рассчитываем среднее арифметическое результатов испытаний электрического сопротивления пряжи. Среднее арифметическое результатов испытаний электрического сопротивления пряжи представлено в таблице 3.

При анализе результатов экспериментальных данных (таблица 3) установлено, что введение микропроволоки в структуру пряжи приводит к снижению электрического сопротивления последней на 7–10 порядков, а удельного электрического сопротивления на 8–11.

Таблица 3 – Среднее результатов измерений всех единиц измерения

	Среднее значение сопротивления $R_{изм}$, Ом	Среднее электрическое сопротивление пряжи длиной 1 см $R_{1см}$, Ом	Среднее удельное поверхностное электрическое сопротивление пряжи $R_{удс}$, Ом
Хлопчатобумажная пряжа T=22 текс	$2,6 \cdot 10^8$	$0,52 \cdot 10^{12}$	$1,02 \cdot 10^{11}$
Комбинированная хлопкодержащая электропроводящая пряжа T=40 текс	$0,78 \cdot 10^2$	$1,56 \cdot 10^4$	$2,31 \cdot 10^4$
Смешанная пряжа (нитрон, капрон, шерсть) T=165 текс	$3,42 \cdot 10^{11}$	$3,42 \cdot 10^{14}$	$4,38 \cdot 10^{14}$
Комбинированная электропроводящая пряжа (нитрон, капрон, шерсть, медная микропроволока) T=520 текс	$0,41 \cdot 10^2$	$1,56 \cdot 10^4$	$1,46 \cdot 10^5$
Арселоновая пряжа T=42 текс	$2,8 \cdot 10^8$	$1,52 \cdot 10^{12}$	$2,3 \cdot 10^{11}$
Комбинированная арселонсодержащая электропроводящая пряжа T=60 текс	$0,62 \cdot 10^2$	$1,76 \cdot 10^4$	$3,82 \cdot 10^4$

Таким образом, использование в наполных покрытиях комбинированной электропроводящей пряжи большой линейной плотности (520 Текс) позволяет улучшить электрофизические характеристики покрытий: уменьшить их удельное электрическое поверхностное сопротивление и уровень напряженности, тем самым предотвратить возможность накопления статического электричества на поверхности текстильных материалов.

Разработанный ассортимент комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности (40 и 60 Текс) направлен на расширение ассортимента изделий, обладающих антистатическими, экранирующими и термостойкими свойствами.

Список использованных источников

- ГОСТ 19806 – 74. Метод определения удельного электрического сопротивления химических нитей. – Введ. 1976 – 01. – 21. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1974. – 4 с.