

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.022:677.072.618

**КОСТИН**  
**ПАВЕЛ АНДРЕЕВИЧ**

**ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ**  
**ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ**

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.19.02 – «Технология и первичная обработка  
текстильных материалов и сырья (технические науки)»

Научный руководитель  
доктор технических наук,  
профессор КОГАН А.Г.

Библиотека ВГУ



Витебск  
2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	8
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ПАТЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ	13
1.1 Анализ ассортимента выпускаемых комбинированных электропроводящих волокон, нитей и пряжи	14
1.2 Анализ способов получения комбинированных электропроводящих нитей и пряжи	21
1.2.1 Устройство для получения комбинированных электропроводящих нитей и пряжи	22
1.2.2 Способ получения электропроводящих нитей и пряжи на кольцепрядильной машине	23
1.2.3 Способ получения электропроводящих нитей на машине фасонного кручения	24
1.2.4 Способ получения электропроводящих нитей на модернизированной машине ПК-100МЗ	25
1.2.5 Способ получения электропроводящих волокон в постоянном электрическом поле	27
1.2.6 Способ получения комбинированных электропроводящих нитей в десольвере	28
1.3 Области применения электропроводящих нитей и пряжи	28
1.3.1 Применение электропроводящих нитей и пряжи в тканях специального назначения	29
1.3.2 Применение электропроводящих нитей и пряжи в трикотажных изделиях	32
1.3.3 Использование электропроводящих волокон, нитей и пряжи в производстве нетканых материалов	34
1.3.4 Другие области применения электропроводящих волокон, нитей и пряжи	35
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1	38
ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ	39
2.1 Разработка технологии получения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности	39
2.1.1 Характеристика сырья, используемого для получения комбинированной электропроводящей пряжи на пневмомеханической прядильной машине	39

2.1.2	Физико-механические свойства хлопковых волокон	40
2.1.3	Физико-механические свойства волокна «Арселон»	41
2.1.4	Физико-механические свойства медной микропроволоки	43
2.1.5	Разработка технологического процесса получения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности	45
2.1.6	Анализ процесса дискретизации на пневмомеханической прядильной машине	53
2.1.7	Исследование и выбор гарнитуры дискретизирующих барабанчиков пневмомеханической прядильной машины для получения арселонсодержащей электропроводящей пряжи линейной плотности 60 текс	60
2.1.8	Анализ транспортирования и циклического сложения дискретного потока волокон	65
2.1.9	Анализ процесса формирования комбинированной электропроводящей пряжи в прядильной камере	67
2.1.10	Анализ процесса кручения комбинированной электропроводящей пряжи	72
2.1.11	Теоретические исследования геометрических и физических свойств комбинированной электропроводящей пряжи	75
2.1.12	Прогнозирование разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей пряжи	79
2.2	Разработка технологического процесса получения комбинированной электропроводящей пряжи большой линейной плотности	82
2.2.1	Физико-механические свойства нитронового волокна	83
2.2.2	Физико-механические свойства капронового волокна	84
2.2.3	Физико-механические свойства шерстяного волокна	86
2.2.4	Исследование электрических свойств хлопкового, нитронового, капронового, шерстяного и арселонового волокна	87
2.2.5	Разработка технологического процесса получения комбинированной электропроводящей пряжи большой линейной плотности	90
2.2.6	Получение комбинированной ворсовой электропроводящей пряжи линейной плотности 520 текс	94
2.2.7	Теоретические исследования физико-механических свойств комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности 520 текс	98
	<b>ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2</b>	104
	<b>ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА</b>	106

ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ И ЕЁ СВОЙСТВ	
3.1 Экспериментальные исследования технологического процесса получения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности	106
3.1.1 Определение оптимальных параметров работы пневмомеханической прядильной машины для получения комбинированной хлопкодержающей электропроводящей пряжи линейной плотности 40 текс	106
3.1.2 Определение оптимальных параметров работы пневмомеханической прядильной машины для получения комбинированной арселонсодержающей электропроводящей пряжи	111
3.1.3 Оптимизация технологических параметров узла дискретизации пневмомеханической прядильной машины ППМ-120МС при получении арселонсодержающей электропроводящей пряжи	115
3.2 Определение оптимальных параметров работы тростильно-крутильной машины К-176-2 для получения комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности 520 текс	120
3.3 Исследование выносливости комбинированной электропроводящей пряжи на многократный изгиб и истирание	124
3.4 Экспериментальное определение электрического сопротивления комбинированной электропроводящей пряжи средней и большой линейной плотности	126
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3	129
ГЛАВА 4 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ	130
4.1 Теоретическое исследование натяжения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности	130
4.2 Теоретическое исследование натяжения при баллонировании комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности 520 текс на машине К-76-2	138
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4	149
ГЛАВА 5 ПРОРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ В ТЕКСТИЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ	150
5.1 Проработка комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности в текстильные изделия	150
5.1.1 Проработка комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности в ткани в производственных условиях РУП «БПХО»	151

5.1.2	Исследование ткани из комбинированной хлопкодержащей электропроводящей пряжи на прохождение электромагнитных волн различных частот	156
5.1.3	Исследование термостойкой ткани с арселонсодержащей электропроводящей пряжей на удельное поверхностное электрическое сопротивление и уровень напряженности	159
5.1.4	Комплексный анализ экранирующих свойств опытных образцов тканей специального назначения с комбинированной хлопкодержащей электропроводящей пряжей	161
5.1.5	Определение теплофизических свойств тканей специального назначения	164
5.2	Проработка комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности 520 текс в напольное покрытие с антистатическим эффектом	165
5.2.1	Технологический процесс получения антистатического напольного покрытия с комбинированной электропроводящей пряжей	166
5.2.2	Определение зависимости расположения электропроводящей пряжи в структуре напольных покрытий на их антистатические свойства	170
5.2.3	Экспериментальное определение удельного поверхностного электрического сопротивления полученного коврового покрытия	173
	ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5	175
	ГЛАВА 6 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПРЯЖИ	177
6.1	Расчет экономического эффекта от производства комбинированной электропроводящей пряжи линейной плотности 40 текс в условиях РУП «Барановическое хлопчатобумажное объединение»	177
6.2	Расчет экономического эффекта от производства напольных покрытий с антистатическим эффектом по данным ОАО «Витебские ковры»	178
	ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 6	181
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	182
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	185
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	199
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	208
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	217
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	218
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д	240
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е	243

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	253
ПРИЛОЖЕНИЕ З	254
ПРИЛОЖЕНИЕ И	257
ПРИЛОЖЕНИЕ К	258
ПРИЛОЖЕНИЕ Л	262
ПРИЛОЖЕНИЕ М	263
ПРИЛОЖЕНИЕ Н	266
ПРИЛОЖЕНИЕ О	267
ПРИЛОЖЕНИЕ П	273
ПРИЛОЖЕНИЕ Р	281
ПРИЛОЖЕНИЕ С	289
ПРИЛОЖЕНИЕ Т	292
ПРИЛОЖЕНИЕ У	296
ПРИЛОЖЕНИЕ Ф	299
ПРИЛОЖЕНИЕ Х	301
ПРИЛОЖЕНИЕ Ц	312
ПРИЛОЖЕНИЕ Ш	315
ПРИЛОЖЕНИЕ Щ	317
ПРИЛОЖЕНИЕ Э	320
ПРИЛОЖЕНИЕ Ю	321
ПРИЛОЖЕНИЕ Я	324

## ВВЕДЕНИЕ

Производство комбинированных электропроводящих пряжи и нитей является одним из наиболее развивающихся и обширных видов современного производства химических материалов, находящихся широкое применение не только в быту, но и в технике. Необходимость разработки этих материалов была вызвана новыми требованиями, выдвигаемыми со стороны ряда отраслей техники, а также недостатками, присущими традиционным проводящим металлам и их сплавам. На основе электропроводящей пряжи можно получить экранирующие текстильные изделия любой формы, защитную спецодежду, обладающую высокой удельной проводимостью, предназначенную для людей, которые работают с токами высокой частоты, и многие другие изделия. Электропроводящими являются некоторые виды керамических, металлических и углеродных волокон. Теоретически, учитывая возможность модификации существующих непроводящих химических волокон, электропроводность можно придать химическим волокнам практически всех видов. Наиболее распространенными волокнами являются полиэфирные, вискозные и т.д., среди металлических микроволокон – медные, алюминиевые, стальные и т.д. [1].

Развитие космической и авиационной техники, машиностроения, электроники, электротехники, радиотехники и других областей дало мощный импульс для разработки технологии таких специфических волокон и волокнистых материалов, как жаропрочные и термостойкие, высокомодульные и высокопрочные, электропроводящие и оптические, антифрикционные, сорбционные и многие другие. Разнообразие свойств технических волокон и рост масштабов их производства приводят к необходимости дифференцированного рассмотрения отдельных групп и классов этих материалов и возможности их переработки на прядильном и крутильном оборудовании, установленном на текстильных предприятиях Республики Беларусь [2].