

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор УО «ВГТУ»

\_\_\_\_\_ С.И. Малашенков

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

**ТиО для производства смешанной пряжи и комбинированных нитей**

Методические указания для практических работ по теме «Технология электропроводящей пряжи» для студентов специальности 1-50 01 01 01

РЕКОМЕНДОВАНО

Редакционно-издательским  
советом УО «ВГТУ»

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

протокол № \_\_\_\_\_

Витебск  
2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

### **Технология электропроводящей пряжи**

Методические указания для практических работ по курсу «Технология и оборудование для производства смешанной пряжи и комбинированных нитей» для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»

Витебск  
2012

УДК 677.022

Технология электропроводящей пряжи : методические указания для практических работ по курсу «Технология и оборудование для производства смешанной пряжи и комбинированных нитей» для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов».

Витебск : Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2012.

Составители: д.т.н., проф. Коган А.Г.  
асп. Костин П.А.

Разработанные методические указания предназначены для изучения технологии получения комбинированной электропроводящей пряжи по кардной технологии прядения хлопка с использованием модернизированной пневмомеханической машины. В методических указаниях подробно описаны технологическая цепочка и технологическая схема для получения комбинированной электропроводящей пряжи.

Одобрено кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ»  
«11» января 2012 г., протокол № 9

Рецензент: д.т.н., проф. Рыклин Д.Б.  
Редактор: доц. Аленицкая Ю.И.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г., протокол № \_\_\_\_

Ответственный за выпуск: Кунашев В.В.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд. лист. \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Основные сведения.....	4
1 Описание технологической цепочки для получения комбинированной электропроводящей пряжи.....	5
2 Формирование комбинированной электропроводящей пряжи на модернизированной пневмомеханической прядильной машине.....	8
3 Расчет основных технологических параметров пневмомеханической прядильной машины ППМ-120МС.....	10
3.1 Расчет частных и общей вытяжек.....	10
3.2 Расчет коэффициента дискретизации и числа слоев потока волокон.....	11
3.3 Расчет производительности машины и времени наработки бобины.....	11
4 Определение основных физико-механических параметров комбинированной электропроводящей пряжи.....	12
4.1 Определение линейной плотности комбинированной электропроводящей пряжи.....	12
4.2 Определение диаметра комбинированной электропроводящей пряжи.....	13
4.3 Расчет разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей пряжи.....	13
5 Расчет удельного электрического сопротивления комбинированной электропроводящей пряжи .....	15
6 Основные области применения комбинированной электропроводящей пряжи.....	17
Индивидуальные задания.....	18
Список использованных источников.....	20

## **Введение**

Для производства комбинированной электропроводящей пряжи в качестве исходного сырья используются хлопковые волокна и медная микропроволока диаметром 0,05 мм линейной плотности 18 текс в качестве электропроводного материала. Такой выбор обусловлен ассортиментом изделий, в который будет перерабатываться электропроводящая пряжа: ткани для изготовления специальной, экранирующей, антистатической одежды и средств индивидуальной защиты (костюмов, перчаток, рукавиц), ткани специального назначения для защиты от волн сверхвысоких частот (частотный диапазон электромагнитного излучения (100 – 300000 млн. герц), расположенный в спектре между ультравысокими телевизионными частотами и частотами дальней инфракрасной области).

### **Цель практической работы**

Изучить технологический процесс получения комбинированной электропроводящей пряжи на пневмомеханической прядильной машине и правила безопасной работы на ней. Ознакомиться с назначением узлов модернизации пневмомеханической прядильной машины. Изучить физико-механические и электрические свойства электропроводящей пряжи.

### **Задание**

1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности при работе на пневмомеханической прядильной машине.
2. Изучить и начертить схему технологического процесса получения комбинированной электропроводящей пряжи.
3. Начертить технологическую схему модернизированной пневмомеханической прядильной машины и объяснить назначение узлов модернизации.
4. Произвести расчет основных физико-механических параметров комбинированной электропроводящей пряжи.
5. Произвести расчет удельного электрического сопротивления комбинированной электропроводящей пряжи.

### **Основные сведения**

Преимущества меди, обеспечивающие ей широкое применение в качестве проводникового материала, следующие:

- 1) достаточно высокая механическая прочность;
- 2) малое удельное сопротивление (из всех металлов только серебро имеет несколько меньшее удельное сопротивление, чем медь);
- 3) удовлетворительная в большинстве случаев применения стойкость по отношению к коррозии (медь окисляется на воздухе, даже в условиях высокой

влажности, значительно медленнее, чем, например, железо; интенсивное окисление меди происходит только при повышенных температурах);

4) хорошая обрабатываемость – медь прокатывается в листы, ленты и протягивается в проволоку, толщина которой может быть доведена до тысячных долей миллиметра;

5) относительная легкость пайки и сварки.

Физико-механические свойства медной микропроволоки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства медной микропроволоки

Номинальный диаметр, мм	Временное сопротивление проволоки марок ММ и МТЭ, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> ),	Сопротивление изгибу, циклов	Относительное удлинение проволоки марок ММ и ММЭ, %
0,04 – 0,05	441(45)	11000	10
0,05 – 0,063	422(43)	11500	12

Для получения комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности в качестве стержневого компонента используется хлопковое волокно 4 типа I сорта, физико-механические свойства которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства хлопкового волокна

Параметр	Значение
Штапельная длина, мм	34,1
Линейная плотность, текс	0,169
Коэффициент зрелости	2,0
Абсолютная разрывная нагрузка, сН	4,4
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	26
Коэффициент вариации по длине волокон, %	31
Засоренность, %	2,5
Разрывное удлинение, %	7

## **1 Описание технологической цепочки для получения комбинированной электропроводящей пряжи**

На кафедре «ПНХВ» УО «ВГТУ» разработана технология получения комбинированной электропроводящей пряжи по кардной системе прядения хлопка с использованием модернизированной пневмомеханической прядильной машины ППМ-120МС. В качестве исходного сырья используется волокно хлопка и медная микропроволока линейной плотности 18 текс.

Технологическая цепочка используемого оборудования для производства комбинированной электропроводящей пряжи представлена на рисунке 1.

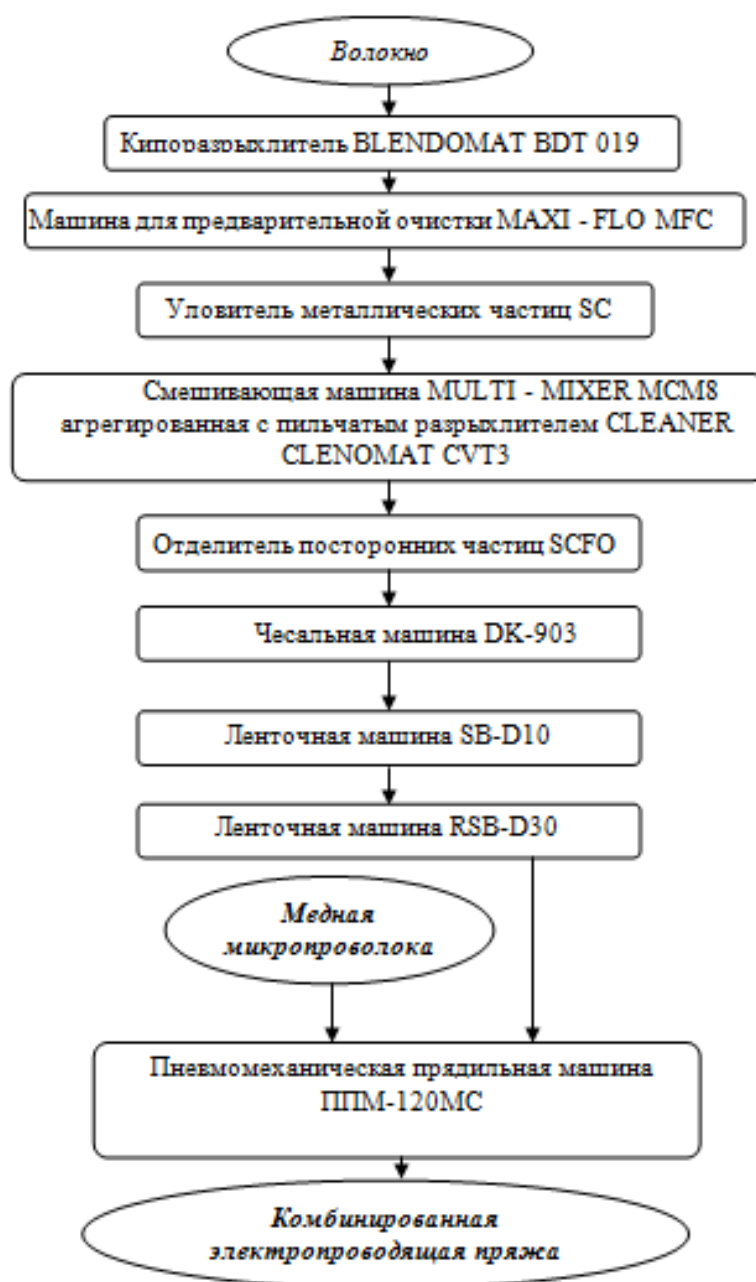


Рисунок 1 – Принципиальная схема технологической линии для выработки комбинированной электропроводящей пряжи

Технологический процесс подготовки хлопковых волокон к переработке на пневмомеханических прядильных машинах осуществляется на разрыхлительно-очистительном агрегате (РОА) фирмы Trutzschler, что позволяет добиться высоких показателей процента выхода продукта и качества пряжи. В состав агрегата входят: автоматический кипоразрыхлитель BLENDOMAT BDT 019, машина для предварительной очистки MAXI – FLO MFC, уловитель ме-

таллических частиц SC, смешивающая машина MULTI – MIXER MCM8, агрегированная с пыльчатым разрыхлителем CLEANER CLENOMAT CVT4, отделитель посторонних частиц SCFO.

Хлопковое волокно, запрессованное в кипах, подаётся на автоматический кипоразрыхлитель, где происходят процессы разрыхления и частичного смешивания.

Кипы хлопкового волокна устанавливаются с разрывом продольно с обеих сторон кипоразрыхлителя Blendomat BDT, осуществляющего непрерывную автоматическую разборку и рыхление кип путем отбирания из кип и подачи на транспортерную ленту клочков волокна, которые по системе пневмотранспорта волокон подаются поочередно в зависимости от требуемого ассортимента в машину предварительной очистки MAXI-FLO-MFC, где происходит предварительная очистка и обеспыливание волокна. На машине MAXI-FLO-MFC эффект очистки составляет около 40 % при значительном сокращении количества выделяемых отходов. Клочки волокон, очищенные от крупных сорных примесей и коротких волокон, подаются в смеситель MULTI – MIXER MCM8, агрегированный с пыльчатым разрыхлителем CLEANER CLENOMAT CVT3, где подвергаются дальнейшей очистке и смешиванию. Окончательную очистку волокна проходят на тонком очистителе SCFO, где волокно подвергается специальной очистке и обеспыливанию.

После машин разрыхлительно-очистительного агрегата волокнистый поток поступает на чесальные машины DK-903. Машины разрыхлительно-трепального отдела выделяют 70 % сорных примесей и пороков волокна. Оставшиеся сорные примеси (0,57 – 6,6 % от массы холста) находятся как на поверхности, так и внутри клочков волокон. Поэтому эффективная дальнейшая очистка волокнистого материала возможна только при разъединении клочков на отдельные волокна, что осуществляется при проведении процесса кардочесания.

При чесании волокнистого материала происходит многократное сложение потоков волокон, поступающих на чесальную машину в разное время. Это объясняет тот факт, что чесальная машина, утоняя поступающий поток примерно в 80 – 200 раз, вырабатывает самый ровный (на коротких отрезках) полуфабрикат – чесальную ленту.

Далее чесальная лента поступает на 2 перехода ленточных машин SB-D10 и RSB-D30, где происходит переработка ленты после чесальной машины с целью распрямления и параллелизации волокон и выравнивания ленты по толщине и структуре.

Ленточная машина второго перехода RSB-D30, оснащенная авторегулятором, позволяет регулировать отклонение линейной плотности ленты в пределах  $\pm 25$  % при скорости выпуска до 1000 м/мин, отклонение линейной плотности ленты от  $\pm 0,5$  % до  $\pm 1,5$  %. Затем лента и медная микропроволока поступают на модернизированную пневмомеханическую прядильную машину ППМ-120МС с полым ротором, где формируется комбинированная электропроводящая пряжа.



Пневмомеханическая прядильная машина ППМ-120МС предназначена для получения пряжи из хлопка и химических волокон и их смесей.

Сущность пневмомеханического способа прядения заключается в преобразовании ленты в дискретный поток волокон, в образовании из этого потока клиновидной ленточки в виде незамкнутого конца в желобе прядильной камеры и в формировании кручением из ленточки пряжи, которая выводится из камеры и наматывается в бобину.

## **2 Формирование комбинированной электропроводящей пряжи на модернизированной пневмомеханической прядильной машине**

На пневмомеханической прядильной машине осуществляются следующие технологические процессы:

- 1) питание лентой;
- 2) дискретизация питающего продукта – ленты;
- 3) транспортирование дискретного потока волокон;
- 4) циклическое сложение дискретных потоков волокон;
- 5) кручение волокнистой ленточки и наматывание пряжи на бобину.

Для реализации технологического процесса получения комбинированной электропроводящей пряжи на ППМ-120МС проведена модернизация пневмомеханической прядильной машины: установлен узел подачи медной микропроволоки в полый ротор прядильной камеры.

Лента 2 из таза 1 выбирается питающим цилиндром 4 и прижимающимся к нему столиком 3 и подается к дискретизирующему барабанчику 5, который разъединяет ленту на отдельные неконтактирующие волокна – дискретный поток.

Так как транспортирующий канал имеет форму конфузора, то скорость воздуха, а следовательно, и скорость волокон при движении в нем возрастает. Это способствует сохранению распрямленности и ориентации волокон вдоль оси канала. Движение воздуха в транспортирующем канале обеспечивается разрежением в камере. Разрежение создается камерами, так как в стенках камеры делают радиальные отверстия, и при вращении она работает как вентилятор.

За счет разряжения воздуха поток волокон движется по конфузору 6 в желоб прядильной камеры 7. При вращении камеры 9 происходит укладывание волокон в желоб прядильной камеры, т. е. циклическое сложение дискретного потока волокон. Формирование и кручение пряжи осуществляется при отводе волокнистой ленточки через пряжевыводящую трубку 20, т. к. во время отвода происходит обкручивание слоя волокон из желоба камеры, вокруг выводимой пряжи. Медная микропроволока вводится в ротор прядильной камеры через осевой канал, выполненный в виде трубки 17 внутри камеры. Трубка выступает внутри камеры таким образом, чтобы микропроволока попадала сразу в пряжевыводящую воронку. Выводимая из прядильной камеры волокнистая ленточка скручивается с медной микропроволокой внутри пряжевыводящей трубки. Основное кручение пряжа получает внутри прядильной камеры. В результате со-

единения двух компонентов формируется комбинированная электропроводная пряжа. Сформированная пряжа наматывается на выходную паковку 24 с помощью нитераскладчика и мотального барабанчика 23.

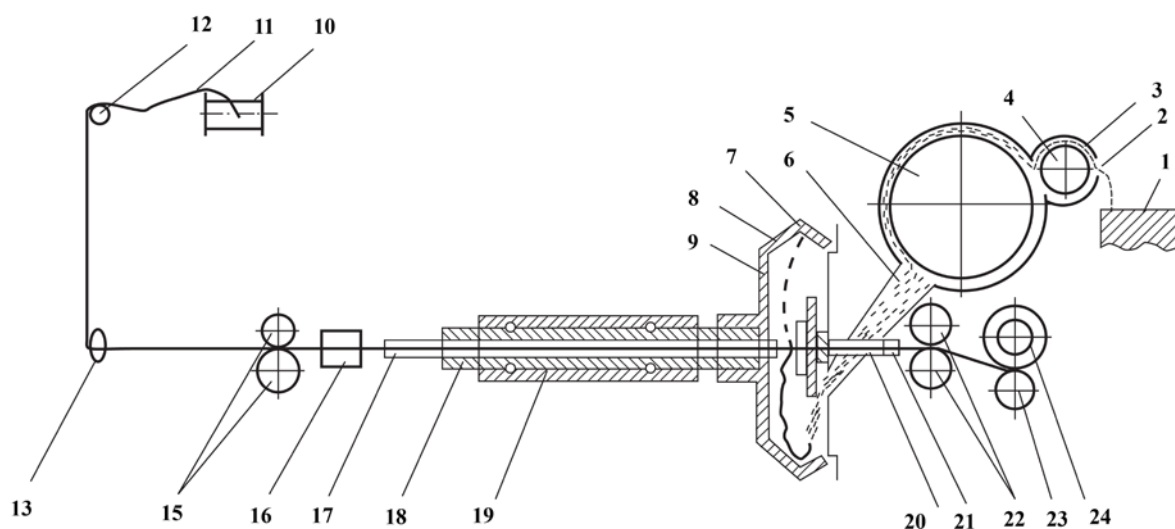


Рисунок 2 – Технологическая схема пневмомеханической прядильной машины для выработки комбинированной электропроводящей пряжи:

- 1 – таз с лентой, 2 – лента, 3 – питающий столик, 4 – питающий цилиндр,
- 5 – дискретизирующий барабанчик, 6 – конфузор, 7 – желоб камеры,
- 8 – отверстия в роторе прядильной камеры, 9 – прядильная камера,
- 10 – катушка с микропровоолокой, 11 – микропровоолока, 12, 13 – направляющие прутки, 14 – водилка, 15 – питающая пара, 16 – центрирующее устройство,
- 17 – трубка, 18 – ротор, 19 – подшипниковая опора, 20 – пряжевыводящая трубка, 21 – датчик обрыва, 22 – выпускная пара, 23 – мотальный барабан,
- 24 – выходная паковка

Сущность предложенного способа формирования электропроводящей пряжи состоит в том, что в рабочую зону прядильной камеры вместе с дискретным потоком волокон подается с определенной постоянной скоростью медная микропровоолока, которая обкручивает в интенсификаторе крутки формируемую в камере пряжу. При этом медная микропровоолока, обвивая полученную мычку, не подвергается процессу кручения.

Полученная комбинированная электропроводящая пряжа выводится из камеры и наматывается на бобину. Структура комбинированной электропроводящей пряжи зависит от скорости подачи медной микропровоолоки. В таблице 3 приведены физико-механические и электрофизические свойства комбинированной электропроводящей пряжи.

Таблица 3 – Физико-механические и электрофизические свойства комбинированной электропроводящей пряжи

Показатель	Значение показателя
Линейная плотность пряжи, текс	40 – 80
Коэффициент вариации линейной плотности, %	7 – 8
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	10,2 – 11,6
Разрывное удлинение, %	9 – 10
Крутка, кр/м	1000 – 1150
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$10^2$

### 3 Расчет основных технологических параметров пневмомеханической прядильной машины ППМ-120МС

#### 3.1 Расчет частных и общей вытяжек

Вытяжка при дискретизации

$$E_D = \frac{V_{д.б.}}{V_{н.ц.}}, \quad (1)$$

где  $V_{д.б.}$  – скорость вращения дискретизирующего барабанчика, м/мин;  
 $V_{н.ц.}$  – скорость вращения питающего цилиндра, м/мин.

Вытяжка при транспортировании

$$E_{TP} = \frac{V_{пр.к.}}{V_{д.б.}}, \quad (2)$$

где  $V_{пр.к.}$  – скорость вращения прядильной камеры, м/мин.

Вытяжка при формировании

$$E_{\Phi} = \frac{V_{в.в.}}{V_{пр.к.}}, \quad (3)$$

где  $V_{в.в.}$  – скорость выпуска, м/мин.

Общая вытяжка

$$E_{об} = E_D \cdot E_{TP} \cdot E_{\Phi} \quad (4)$$

### 3.2 Расчет коэффициента дискретизации и числа слоев потока волокон

Коэффициент дискретизации:

$$K_{\text{д}} = \frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{в.с.}}} = \frac{T_{\text{в}} \cdot E_{\text{д}} \cdot E_{\text{ТП}}}{T_{\text{л}}}, \quad (5)$$

где  $T_{\text{в}}$ ,  $T_{\text{в.с.}}$ ,  $T_{\text{л}}$  – соответственно линейные плотности волокна, волокнистого слоя и питающей ленты, текс.

Среднее число волокон в сечении волокнистого слоя, укладываемого за один оборот прядильной камеры:

$$m_{\text{в.с.}} = \frac{l}{K_{\text{д}}} \quad (6)$$

Число складываемых слоев:

$$d = \frac{V_{\text{нр.к.}}}{V_{\text{в.в.}}} \quad (7)$$

### 3.3 Расчет производительности машины и времени наработки бобины

Теоретическая производительность одного веретена, кг/ч:

$$P = \frac{60 \cdot T_{\text{нр}} \cdot V_{\text{в.в.}}}{10^6}, \quad (8)$$

где  $T_{\text{нр}}$  – линейная плотность пряжи, текс.

Теоретическая производительность всей машины (на  $m$  прядильных камер), кг/ч:

$$P = \frac{60 \cdot T_{\text{нр}} \cdot m \cdot V_{\text{в.в.}}}{10^6}, \quad (9)$$

где  $m$  – число прядильных камер.

Время наработки бобины массой  $G$ , час:

$$t = \frac{G_{\text{б}} \cdot 1000 \cdot 1000}{V_{\text{в.в.}} \cdot 60}, \quad (10)$$

где  $G_{\text{б}}$  – масса бобины, кг.

## 4 Определение основных физико-механических параметров комбинированной электропроводящей пряжи

### 4.1 Определение линейной плотности комбинированной электропроводящей пряжи

Линейная плотность комбинированной электропроводящей пряжи, полученной на пневмомеханической прядильной машине, определяется:

$$T_{\text{комб}} = T_{\text{м.пр}} \cdot K_{\text{м.пр}} + T_{\text{мычки}}, \quad (11)$$

где  $T_{\text{комб}}$  – линейная плотность комбинированной пряжи, текс;  $T_{\text{м.пр}}$  – линейная плотность медной микропроволоки;  $T_{\text{мычки}}$  – линейная плотность мычки;  $K_{\text{м.пр}}$  – коэффициент нагона медной микропроволоки.

Коэффициент нагона, например, микропроволоки в составе комбинированной электропроводящей пряжи можно определять по формуле

$$K_{\text{м.пр}} = \frac{l_0}{l_1}, \quad (12)$$

где  $l_0$  – первоначальная длина микропроволоки до формирования пряжи, мм;  $l_1$  – длина микропроволоки после формирования пряжи, мм.

Линейная плотность мычки определяется по формуле

$$T_{\text{мычки}} = \frac{T_{\text{ленты}}}{E}, \quad (13)$$

где  $T_{\text{ленты}}$  – линейная плотность ленты со второго перехода ленточных машин, текс;  $E$  – общая вытяжка на пневмомеханической прядильной машине.

Процентное содержание компонентов в структуре комбинированной электропроводящей пряжи находится по следующим формулам:

$$Z_{\text{м.пр}} = \frac{T_{\text{м.пр}}}{T_{\text{комб.пр}}} \cdot 100\%; \quad (14)$$

$$Z_{\text{в}} = \frac{T_{\text{мычки}}}{T_{\text{комб.пр}}} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где  $Z_{\text{м.пр}}$  – процентное содержание медной микропроволоки, %;  $Z_{\text{в}}$  – процентное содержание волокнистой мычки, %.

## 4.2 Определение диаметра комбинированной электропроводящей пряжи

С помощью теоретической зависимости для расчета диаметра комбинированной электропроводящей пряжи можно рассчитывать с достаточной точностью диаметр пряжи:

$$DK_{к.п} = 0,0357 \sqrt{\frac{T_{\epsilon}}{\gamma_{\epsilon}} + \frac{T_{м.пр}}{\gamma_{м.пр}}} \cdot \quad \text{м.пр} \quad (16)$$

где  $T_{\epsilon}$  – линейная плотность волокнистой мычки, текс;  $\gamma_{\epsilon}$  – средняя плотность волокна, г/см<sup>3</sup>;  $\gamma_{м.пр}$  – средняя плотность микропроволоки, г/см<sup>3</sup>;  $K_{м.пр}$  – коэффициент нагона микропроволоки.

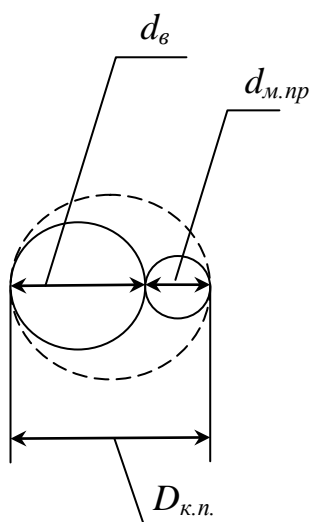


Рисунок 3 – Схема комбинированной электропроводящей пряжи

Экспериментально диаметр комбинированной пряжи определялся визуально под микроскопом.

## 4.3 Расчет разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей пряжи

Формируемая комбинированная электропроводящая пряжа состоит из сердечника в виде пряжи и обкручивающего элемента, состоящего из медной микропроволоки, из которых основную нагрузку при разрыве несет волокнистая составляющая. Сначала проводим расчет разрывной нагрузки пряжи из волокон по формуле расчета для пневмомеханического способа формирования.

$$P_{II} = \frac{P_B}{T_B} \left( 1 - 0,0375H_0 - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{T_{II}}{T_B}}} \right) \left( 1 - \frac{5}{L_{шт}} \right) k\eta\gamma, \quad (17)$$

где  $P_{II}$  – относительная разрывная нагрузка пряжи, сН/текс;  $P_B$  – разрывная нагрузка волокна, сН;  $T_B$  – линейная плотность волокна, текс;  $T_{II}$  – линейная плотность пряжи, текс;  $L_{шт}$  – штапельная длина волокна, мм;  $H_0$  – удельная неровнота пряжи в процентах, характеризующая совершенство технологического процесса (для пневмомеханического прядения  $H_0 = 3 - 3,5$ , так как пряжа пневмомеханического способа формирования более равномерна);  $\eta$  – коэффициент, характеризующий состояние оборудования (при нормальном состоянии оборудования  $\eta = 1$ , при улучшенном состоянии оборудования и работе на прядильных машинах с двумя сложениями ровницы  $\eta = 1,1$ ; при неудовлетворительном состоянии оборудования  $\eta = 0,85 - 0,99$ );  $k$  – коэффициент, определяемый по разности между фактическим коэффициентом крутки  $\alpha_T$  и критическим коэффициентом крутки  $\alpha_{T.кр.}$ ;  $\gamma$  – поправочный коэффициент, который учитывает особенности строения пряжи пневмомеханического способа прядения, которая обладает на 15 – 20 % меньшей разрывной нагрузкой, чем пряжа с кольцевых прядильных машин.

Фактический коэффициент крутки пряжи определяют по таблицам, имеющимся в «Справочнике по хлопкопрядению» [4, с. 238 – 240], в зависимости от линейной плотности пряжи, назначения пряжи и длины волокна, из которого вырабатывается пряжа.

Критический коэффициент крутки пряжи определяют по видоизменённой формуле профессора А.Н. Соловьева:

$$\alpha_{T.кр.} = 0,316 \left( \frac{(1900 - 70P_B)P_B}{L_{шт}} + \frac{57,2}{\sqrt{T_{II}}} \right). \quad (18)$$

Фактический коэффициент крутки пневмомеханического способа прядения определяют по «Справочнику по хлопкопрядению» [4, с. 264 – 265].

Определив оба коэффициента крутки, находят разность между ними  $\alpha_m - \alpha_{кр.}$ , по которой определяют величину коэффициента.

Таблица 4 – Величина коэффициента  $k$  в формуле А.Н. Соловьева

$\alpha_m - \alpha_{кр.}$	$k$	$\alpha_m - \alpha_{кр.}$	$k$	$\alpha_m - \alpha_{кр.}$	$k$	$\alpha_m - \alpha_{кр.}$	$k$
-15,8	0,7	-4,74	0,96	3,16	0,99	15,8	0,88
-12,6	0,8	-3,16	0,98	4,74	0,98	18,9	0,85
-9,48	0,86	-1,58	0,99	6,32	0,96	22,1	0,82
-7,9	0,91	0	1	9,48	0,94	25,3	0,79
-6,32	0,94	-	-	12,6	0,91	-	-

Для определения разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей пряжи воспользуемся видоизменённой формулой проф. А.Г. Когана, которая учитывает влияние разрывной нагрузки медной микропроволоки.

Формула проф. А.Г. Когана применима для комбинированных нитей, в которых компоненты скручены между собой. В нашем случае волокнистая составляющая находится в центре, а медная микропроволока обкручивает её, как известно из источника [5], комбинированная пряжа данной структуры будет иметь меньшую прочность, что необходимо учесть введением дополнительного коэффициента, учитывающего особенность структуры.

$$P_{\text{э.пр.}} = P_{\text{пр.}} + P_{\text{м.пр.}} \cdot \mu_{\text{м.пр.}} \cdot \frac{100 - X_1}{100} \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}, \quad (19)$$

где  $P_{\text{э.пр.}}$  – относительная разрывная нагрузка комбинированной электропроводящей пряжи, сН/текс;  $P_{\text{пр.}}$  – относительная разрывная нагрузка пряжи, сН/текс;  $P_{\text{м.пр.}}$  – относительная разрывная нагрузка медной микропроволоки, сН/текс;  $\varepsilon_1$  – разрывное удлинение менее растяжимого компонента (пряжа);  $\varepsilon_2$  – разрывное удлинение более растяжимого компонента (медная микропроволока);  $X_1$  – доля по массе менее растяжимого компонента (пряжа);  $\mu_{\text{м.пр.}}$  – поправочный коэффициент, учитывающий особенность структуры комбинированной электропроводящей пряжи средней линейной плотности, 0,9.

## 5 Расчет удельного электрического сопротивления комбинированной электропроводящей пряжи

Для определения электрофизических характеристик электропроводящей пряжи и исходных компонентов в соответствии с ГОСТ 19806 – 74 проводятся испытания по определению электрического сопротивления.

Испытания проводятся на приборе ИЭСН-2 (рисунок 4) по следующей методике.

Паковку с нитью 9 закрепляют в паковкодержателе 10 механизма намотки. Коромысло 6 устанавливают на штанге 4 над единицей продукции на расстоянии, примерно равном половине высоты единицы продукции. Нить или пряжу проводят через направляющий глазок 7, нитенатяжитель 8, направляющий глазок 5, нитеукладчик 1 и заправляют на датчик 2.

Натяжение нити или пряжи в зависимости от ее номинальной линейной плотности устанавливают в соответствии с таблицей 5.

Натяжение нити или пряжи измеряют тензиометром, который устанавливают между направляющим глазком и нитеукладчиком. Регулировку натяжения нити или пряжи осуществляют шайбовым нитенатяжителем.



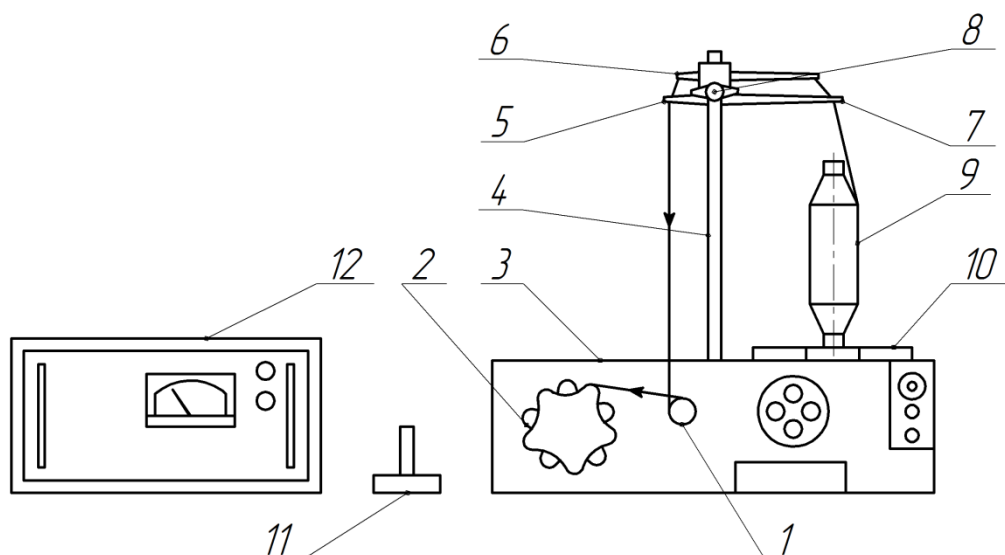


Рисунок 4 – Схема прибора ИЭСН-2

Таблица 5 – Натяжение нити или пряжи в зависимости от ее номинальной линейной плотности

Номинальная линейная плотность, текс	Натяжение, мН
Св. 29,4	245
92,4 – 16,6	196
15,6 – 13,3	176,4
12,5 – 8,4	147
8,0 – 3,3	117,6
2,5 – 1,67	98
менее 1,67	49

Нить или пряжу наматывают на датчик в один слой (50 витков). Затем устанавливают две верхние диаметрально противоположные контактные группы электродов для фиксации нити или пряжи. После этого конец нити или пряжи обрезают.

Датчик с намотанной на него нитью или пряжей устанавливают на подставке из диэлектрика и подключают к тераомметру 12.

Регистрацию показаний осуществляют спустя 1 мин после подачи напряжения на единицу продукции.

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

$$R_{1CM} = R_{изм} \cdot n_1 \cdot n_2, \quad (20)$$

где  $R_{эсi}$  – 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).

Удельное поверхностное электрическое сопротивление нити или пряжи ( $R_{вдс}$ , Ом) вычисляют по формуле

$$R_{вдс} = \frac{0.01 \cdot R_{1см}}{l} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot T}{\rho}}, \quad (21)$$

где  $l$  – длина нити или пряжи, равная расстоянию между электродами (1 см);  $n$  – число волокон в пряже;  $T$  – номинальная линейная плотность пряжи, текс;  $\rho$  – плотность вещества компонента, г/см<sup>3</sup>.

## 6 Основные области применения комбинированной электропроводящей пряжи

Основными областями применения электропроводящей пряжи является производство спецодежды, способной надежно защищать человека от вредного СВЧ- и/или УВЧ-воздействия (рис. 5 а); одежды с подогревом (например, для армии или спортсменов), а также всевозможных украшений и отделок готовых изделий. Не менее важными областями применения можно назвать экранирование геопатогенных зон, экранирование физиотерапевтических кабин, оборудование "чистых" комнат и "безэховых" камер, снятие статического электричества. В настоящее время комбинированная электропроводящая пряжа нашла применение в сетеполотнах при создании космических антенн (рис. 5 б).



а



б

Рисунок 5 – Области применения электропроводящих нитей:  
а – спецодежда для защиты человека от вредного СВЧ- и/или  
УВЧ-воздействия; б – космическая антенна

## Индивидуальные задания

1. Произвести расчет основных технологических параметров машины ППМ-120МС при получении комбинированной электропроводящей пряжи с учетом условий, приведенных в таблице 6, если известно, что диаметр дискретизирующего барабанчика  $d_{д.б.} = 68$  мм; диаметр прядильной камеры  $d_{п.к.} = 65$  мм.

Таблица 6 – Исходные данные для расчета

№	Линейная плотность ленты $T_l$ , ктекс	Частота вращения прядильной камеры $n_{п.к.}$ , мин <sup>-1</sup>	Частота вращения дискретизирующего барабанчика $n_{д.б.}$ , мин <sup>-1</sup>	Скорость выпуска $V_{в.в.}$ , м/мин	Линейная плотность микропровода $T_{м.п.}$ , ктекс	Линейная плотность пряжи $T_{пр}$ , ктекс
1	4	40000	7000	80	18	50
2	3,5	45000	6500	70	18	40
3	3,5	45000	7000	65	18	50
4	4,5	45000	7000	70	18	55
5	3,5	40000	6500	70	18	55
6	4,5	45000	6500	65	18	60
7	3,5	45000	7000	80	18	45
8	3,5	45000	7000	70	18	45
9	4,5	45000	6500	75	18	50
10	4,5	45000	6500	75	18	50
11	4	40000	6000	65	18	40
12	4	40000	6000	65	18	40
13	2,5	45000	7500	70	18	60
14	2,5	45000	7500	80	18	60

2. Найти основные физико-механические и электрофизические параметры комбинированной электропроводящей пряжи, с учетом условий, приведенных в таблице 7, если известно, что относительная разрывная нагрузка медной микропроволоки  $R_{м.пр} = 30$  сН; линейная плотность медной микропроволоки  $T_{м.п} = 18$  текс; плотность медной проволоки  $\gamma_{ii} = 8,9$  г/см<sup>3</sup>; плотность хлопкового волокна  $\gamma_{\dot{a}} = 1,5$  г/см<sup>3</sup>.

Таблица 7 – Исходные данные для расчета

№	Линейная плотность пряжи $T_{пр}$ , текс	Коэффициент нагона медной проволоки $K_{м.пр}$	Среднее арифметическое результатов измерений всех единиц измерения $R_{изм}$ , Ом
1	60	1,05	$1,2 \cdot 10^2$
2	55	1,025	$1,6 \cdot 10^2$
3	50	1,025	$0,2 \cdot 10^2$
4	45	1,030	$0,8 \cdot 10^2$
5	40	1,035	$2,2 \cdot 10^2$
6	60	1,045	$3,5 \cdot 10^2$
7	55	1,055	$1,2 \cdot 10^3$
8	50	1,025	$2,6 \cdot 10^3$
9	45	1,035	$3,2 \cdot 10^2$
10	40	1,045	$5,2 \cdot 10^3$
11	60	1,055	$4,4 \cdot 10^3$
12	55	1,02	$6,4 \cdot 10^2$
13	50	1,03	$4,2 \cdot 10^4$
14	45	1,04	$5,2 \cdot 10^4$

### Список использованных источников

1. Коган, А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити / А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 1981. – 320 с.
2. Марков, Б. А. Переработка химических волокон и нитей : справочник / Б. А. Марков, Н. Ф. Сурнина. – Москва : Легпромиздат, 1989. – 744 с.
3. Коган, А. Г. Новое в технике прядильного производства : учебное пособие / А. Г. Коган, Д. Б. Рыклин, С. С. Медведский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 195 с.
4. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков [и др.] ; под ред. В. П. Широкова. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.
5. Оптимизация процесса дискретизации при получении комбинированной термостойкой электропроводящей пряжи / П. А. Костин, А. С. Дягилев, А. Г. Коган // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции, Витебск, ноябрь 2011 г. В 2 ч. / УО "ВГТУ". – Витебск, 2011. – Ч. 1. – С. 67 – 69.