

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.022.63.023.276: [677.072:718]

ЗАМОСТОЦКИЙ
ЕВГЕНИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ НИТЕЙ

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

Витебск
2008

Работа выполнена в учреждении образования
«Витебский государственный технологический университет»

Научный руководитель:

Коган Александр Григорьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прядение натуральных и химических волокон» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Официальные оппоненты:

Николаев Сергей Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, ректор Московского государственного текстильного университета им. А. Н. Косыгина, заведующий кафедрой ткачества, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

Науменко Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Оппонирующая организация:

Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Центр научных исследований легкой промышленности», г. Минск, Республика Беларусь

Защита состоится «26» ноября 2008 г. в 10.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования " Витебский государственный технологический университет" по адресу:

210035, г. Витебск, Московский проспект, 72.

E-mail: vstu@vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «___» _____ 2008 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций, кандидат технических наук, доцент

Г.В. Казарновская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В настоящее время в условиях высокой конкуренции одной из главных задач текстильных предприятий является необходимость разработки новых технологий, обеспечивающих постоянное расширение ассортимента текстильных изделий с широким спектром свойств, в том числе и специального назначения. В связи с этим актуальной научно-технической задачей является разработка и исследование новых технологических процессов производства комбинированных электропроводящих нитей для производства спецодежды, способной предотвратить накопление статического электричества в местах, где ведутся работы, связанные с легковоспламеняющимися и горюче-смазочными материалами. Не менее важными областями применения текстильных материалов на основе электропроводящих нитей являются: защита человека от вредного СВЧ- и УВЧ- воздействия, экранирование физиотерапевтических кабин, оборудование "чистых" комнат и "беззеховых" камер.

Данная работа посвящена актуальной проблеме – разработке технологии комбинированных электропроводящих нитей, не производимых в Республике Беларусь, а также исследованию их специфических свойств, проявляющихся в текстильных материалах специального назначения.

В результате разработан ассортимент комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей, состоящих из комплексных химических нитей и медной микропроволоки.

На основе предложенной геометрической модели комбинированной электропроводящей нити разработана методика расчета угла наклона микропроволоки по отношению к оси нити в зависимости от крутки и диаметра комбинированной электропроводящей нити и методика расчета разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей нити в зависимости от жесткости при растяжении исходных компонентов и их ориентации относительно оси комбинированной нити. Впервые разработана методика определения интенсивности нагрузки электропроводящей нити и ее натяжения в процессе баллонирования при различных положениях кольцевой планки на тростильно-крутильном оборудовании. Результаты проведенных исследований использованы при разработке технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильном оборудовании и разработке нового ассортимента тканей специального назначения с антистатическим и экранирующим эффектами.

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Диссертационная работа выполнялась в соответствии:

- с отдельным инновационным проектом по заданию концерна «Беллегпром» по теме «Разработать и исследовать технологический процесс производства электропроводных нитей и тканей специального назначения» (срок выполнения с 21.04.2006 г. по 15.09.2007 г.) № ГР 20062386;

- отдельным инновационным проектом по заданию концерна «Беллегпром» по теме «Освоить и внедрить технологический процесс производства электропроводных нитей и тканей специального назначения» (срок выполнения с 3.01.2008 г. по 31.12.2008 г.) № ГР 2007996;

- государственной программой фундаментальных и прикладных исследований по заданию Министерства образования Республики Беларусь по теме научно-исследовательской работы «Теоретические и экспериментальные исследования физико-механических, электрофизических и деформационных свойств комбинированных электропроводных нитей в процессе их формирования и переработки» (основание: приказ заместителя министра образования Республики Беларусь Жука А.И. от 03.01.07 г.) (срок выполнения с 3.01.2007 г. по 31.12.2007 г.) № ГР 20071037 .

Цель и задачи исследования

Целью представленной диссертационной работы является разработка технологии комбинированных электропроводящих нитей для широкого ассортимента текстильных изделий с антистатическими и экранирующими свойствами. В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- произвести обоснованный выбор сырья для получения комбинированных электропроводящих нитей;

- разработать структуру комбинированной электропроводящей нити;

- разработать технологический процесс производства комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильном оборудовании;

- разработать методики расчета физико-механических характеристик комбинированных электропроводящих нитей в зависимости от свойств исходных компонентов;

- разработать теоретические модели формирования электропроводящих нитей на тростильно-крутильной машине, позволяющие установить влияние параметров работы оборудования на характеристики получаемых нитей;

- провести теоретические и экспериментальные исследования процесса формирования комбинированных электропроводящих нитей с целью определения оптимальных параметров работы тростильно-крутильной машины;

- провести апробацию комбинированных электропроводящих нитей в новом ассортименте тканей специального назначения с целью выявления их защитных свойств;

- внедрить в производство технологический процесс получения комбинированных электропроводящих нитей и тканей специального назначения с использованием разработанных нитей.

Объектом исследований являются комбинированные электропроводящие нити средней линейной плотности из комплексных химических нитей и медной микропроволоки. *Предметом исследований* является технологический процесс получения комбинированных электропроводящих нитей.

Положения, выносимые на защиту

Технологический процесс производства комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей из комплексных химических нитей и медной микропроволоки, обеспечивающий выпуск электропроводящих нитей с высокими качественными характеристиками на тростильно-крутильном оборудовании.

Теоретические зависимости для расчета линейной плотности и диаметра комбинированных электропроводящих нитей с учетом коэффициентов нагона исходных компонентов: медной микропроволоки и покрывающего компонента, позволяющие прогнозировать структуру и свойства тканей специального назначения.

Новая методика расчета разрывной нагрузки комбинированных электропроводящих нитей в зависимости от жесткости при растяжении исходных компонентов и их ориентации относительно оси комбинированной нити, позволяющая прогнозировать прочностные свойства готовых комбинированных электропроводящих нитей.

Методика расчета натяжения комбинированной электропроводящей нити в процессе баллонирования, которая впервые позволила прогнозировать оптимальные режимы работы тростильно-крутильного оборудования (частоту вращения веретен, крутку) и, как следствие, обеспечить минимальную обрывность формируемых электропроводящих нитей.

Оптимальные режимы работы тростильно-крутильной машины ТК-2-160М для трощения и получения первичной и вторичной крутки комбинированных электропроводящих нитей, позволяющие вырабатывать нити с необходимыми физико-механическими и электрофизическими свойствами.

Структура и новый ассортимент комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей, позволяющие получать новые ткани специального назначения с антистатическим и экранирующим эффектами.

Личный вклад соискателя. Соискателем лично:

- разработан технологический процесс производства комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей из комплексных химических нитей и медной микропроволоки на тростильно-крутильном

оборудовании;

- получены теоретические зависимости для расчета диаметра комбинированных электропроводящих нитей с учетом коэффициентов нагона исходных компонентов: медной микропроволоки и покрывающего компонента;

- разработана методика расчета разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей нити в зависимости от жесткости при растяжении и ориентации исходных компонентов относительно оси комбинированной нити;

- разработана методика расчета интенсивности нагружения комбинированной электропроводящей нити в процессе баллонирования при различных положениях кольцевой планки на тростильно-крутильном оборудовании;

- определены оптимальные параметры работы тростильно-крутильного оборудования при получении комбинированных электропроводящих нитей, позволяющие вырабатывать нити высокого качества;

- проведены экспериментальные исследования по определению устойчивости к многократному изгибу составляющих компонентов и комбинированных электропроводящих нитей в целом;

- определен оптимальный характер расположения комбинированных электропроводящих нитей в структуре разрабатываемых тканей, позволяющий достичь максимального антистатического и экранирующего эффектов;

- разработана структура и новый ассортимент комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей, позволивший получать новые ткани специального назначения с антистатическим и экранирующим эффектами.

Апробация результатов диссертации

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку: на XXXIX – XLI научно-технических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2006–2008 гг.); всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения» «Текстиль 2007» (Дмитровград, 2007 г.); третьей белорусской международной научно-практической конференции «Научно-практические проблемы развития производства химических волокон в Беларуси» (Могилев, 2006 г.); всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Москва, 2006 г.); межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Молодые ученые развитию технологий и легкой промышленности» «ПОИСК – 2006» (Иваново, 2006 г.); международной научно-практической конференции «Современные

наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» «ПРОГРЕСС–2007» (Иваново, 2006–2007 гг.); международной научной конференции посвященной 90-летию со дня рождения профессора А.Н. Орлова «XVII Петербургские чтения по проблемам прочности» (С.-Петербург, 2007 г.); 7-й межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Теоретические знания в практических делах» (Омск, 2006 г.); 5-й всероссийской научной студенческой конференции «Текстиль 21 века» (Москва, 2006 г.); международной научно-практической конференции «Техника и технология химволокна» (Чернигов, 2007 г.); международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Молодежь – производству» (г. Витебск, 2006 г.); международной научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль 2007) (Москва, 2007г.); международной научно-технической конференции «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии» (Могилев, 2008 г.); выставке «Hannover-messe» (Ганновер, 2006-2008 гг.); 15-й международной специализированной выставке «БелТЕКСлегпром» (Минск, 2007г.); международной выставке «БелЭкспо» (Минск, 2007 г.); республиканской выставке (Витебск, 2006 г.); 4-й международной выставке вооружения и военной техники «MILEX-2007» (Минск, 2007 г.); международной выставке (Баку, 2007 г.), (Дели, 2007 г.), (Каракас, 2007 г.); заседаниях кафедры ПНХВ УО «ВГТУ», 2005-2008 гг; заседаний Проблемного Совета УО «ВГТУ» по специальности 05.19.02, 5.11.2008 г.

Апробация и внедрение результатов диссертационных исследований осуществлены на текстильных предприятиях республики ОАО «ВКШТ» и ОАО «Моготекс»; в учебный процесс УО «ВГТУ».

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликованы 32 печатные работы общим объемом 5,5 авторских листа, в том числе 9 тезисов докладов и 20 статей (11 статей общим объемом 3,2 авторских листа в научных изданиях, включенных в перечень изданий, утвержденных ВАК РБ). Получен патент на полезную модель «Комбинированная электропроводящая нить» (пат. № 3213 РБ : МПК7 D 02 G 3/28 / Е. Г. Замостоцкий, А. Г Коган ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20060329 ; заявл. 24.05.06), получен патент на полезную модель «Ткань специального назначения» (пат № 3271 РБ : МПК7 D 02 G 3/28, 3/44 / Е. Г. Замостоцкий, А. Г Коган, Т. П. Иванова ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20060460 ; заявл.10.07.06), получен патент на полезную модель «Экранирующая ткань специального назначения» (пат. № 4793 МПК7 D 02 G 3/44 / Е. Г. Замостоцкий, А. Г Коган; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20080293; заявл. 08.04.08.).

Зарегистрированы технические условия на «Электропроводящие нити» сроком действия с 25.02.2008 г. до 25.02.2013 г.

Структура и объем диссертации

Работа содержит введение, общую характеристику работы, шесть глав, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 256 страниц. Объем, занимаемый рисунками, таблицами и приложениями, включающий 45 рисунков, 29 таблиц и 25 приложений, изложен на 143 страницах. В работе использован 131 библиографический источник, список которых изложен на 13 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определена основная цель исследований, описаны элементы научной новизны и практическая ценность научных результатов.

В первой главе, основываясь на монографиях, научных работах, патентных материалах и других источниках, проведен анализ различных способов получения комбинированных и электропроводящих нитей и пряжи, их структур и составов.

Проведенный анализ литературных источников показал многообразие работ, посвященных разработке технологий комбинированных и электропроводящих нитей. Совместно с Коганом А.Г. [15] проведен анализ существующего ассортимента электропроводящих волокон и нитей. Установлено, что электропроводящие волокна и нити, а также ткани специального назначения с антистатическими и экранирующими свойствами становятся все более востребованными в разных отраслях промышленности.

В этой главе рассмотрены также технологические процессы получения комбинированных нитей, состоящих из разнородных по свойствам компонентов. Описаны их достоинства и недостатки.

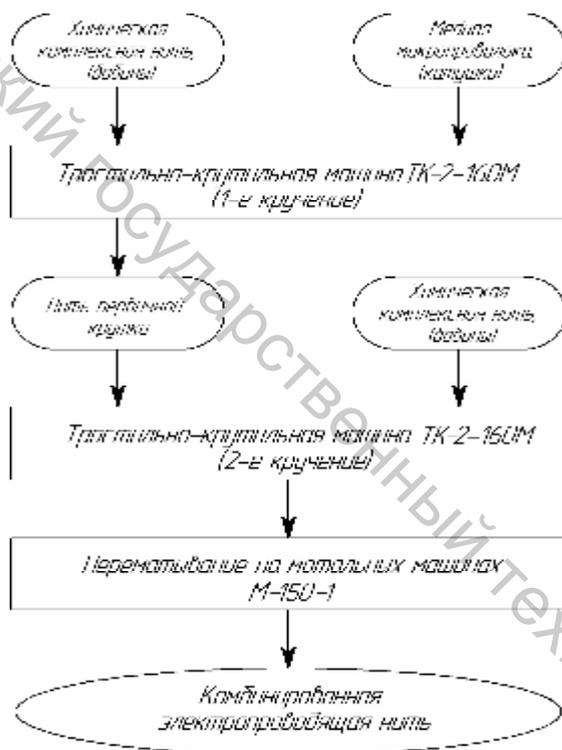
Рассмотрены существующие способы получения различных электропроводящих нитей и пряжи. Установлено, что освоенные технологии являются трудоемкими и материалоемкими, требующими наличия специального оборудования. В связи с этим разработка новой технологии комбинированных электропроводящих нитей представляет научный и практический интерес.

Вторая глава посвящена вопросам разработки технологического процесса производства комбинированных электропроводящих нитей.

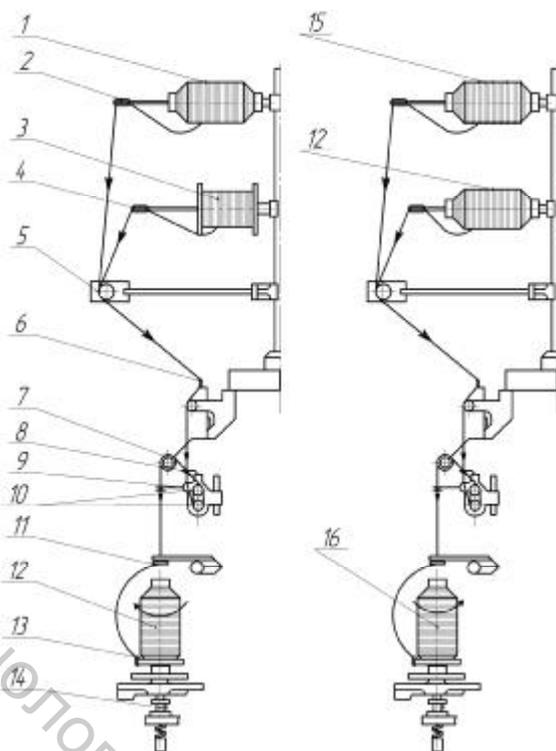
Под руководством профессора Когана А.Г. разработан технологический процесс производства комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильных машинах марки ТК-2-160М [6, 21, 23, 24, 29]

(рисунок 1). Совместно с Белько Н.И. [21], Скобовой Н.В. [27], Костиным П.А. [12, 24, 28] проведены экспериментальные исследования технологии комбинированных электропроводящих нитей различных сырьевых составов.

В качестве исходного сырья предложено использовать медную микропроволоку, комплексные химические полиэфирные и полиамидные нити. Достоинством разработанной технологии является автоматический контроль за каждым компонентом в структуре комбинированной нити первичной и вторичной крутки.



а)
 Схема технологического процесса производства электропроводящих нитей



б)
 Схема заправки для первичной крутки

в)
 Схема заправки для вторичной крутки

- 1, 15 – питающая паковка с комплексной химической нитью; 2, 4 – нитенатяжитель; 3 – питающая катушка; 5 – заправочный пруток; 6 – крючок датчика самоостанова одиночной нити; 7 – ролик датчика самоостанова трощеной нити; 8 – соединительный крючок; 9 – направляющий пруток; 10 – питающий прибор; 11 – баллоноограничительный крючок; 12 – выходная паковка с нитью первичной крутки; 13 – бегунок; 14 – веретено; 16 – паковка с крученой комбинированной электропроводящей нитью

Рисунок 1 - Технологический процесс получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильной машине ТК-2-160М

Разработанная технология заключается в скручивании комплексной химической нити большей линейной плотности (сердечника) с медной микропроволокой в направлении Z (правое), а затем скручивание полученной нити первичной крутки с комплексной химической нитью (покрывающим

компонентом) в направлении S (левое). Данная технология позволяет расширить ассортимент комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей.

Разработаны планы кручения комбинированных электропроводящих нитей различных сырьевых составов, позволяющие вырабатывать нити высокого качества.

Совместно со Скобовой Н.В., Коганом А.Г. [11] получена теоретическая зависимость для расчета линейной плотности комбинированных электропроводящих нитей:

$$T_{к.н} = T_c + T_{м.нр} \cdot K_{м.нр} + T_n \cdot K_n, \quad (1)$$

где $T_{к.н}$ – линейная плотность комбинированной электропроводящей нити, текс; T_c – линейная плотность сердечника (полиэфирной или полиамидной нити), текс; $T_{м.нр}$ – линейная плотность микропроволоки, текс; $K_{м.нр}$ – коэффициент нагона микропроволоки; T_n – линейная плотность покрывающего компонента (полиэфирной или полиамидной нити малой линейной плотности), текс; K_n – коэффициент нагона покрывающего компонента.

Коэффициент нагона микропроволоки (покрывающего компонента) определяется зависимостью

$$K_{м.нр(n)} = \frac{l_0}{l_1}, \quad (2)$$

где l_0 – первоначальная длина микропроволоки (покрывающего компонента) до скручивания, мм; l_1 – длина микропроволоки (покрывающего компонента) после скручивания, мм.

С целью прогнозирования прочностных свойств и геометрических характеристик готовых текстильных изделий получена теоретическая зависимость для расчета диаметра комбинированных электропроводящих нитей (мм):

$$D_{к.н} = 0,0357 \sqrt{\frac{T_c}{g_c} + \frac{T_{м.нр}}{g_{м.нр}} \cdot K_{м.нр} + \frac{T_n}{g_n} \cdot K_n}, \quad (3)$$

где γ_c – средняя плотность сердечника, г/см³; $\gamma_{м.нр}$ – средняя плотность медной микропроволоки, г/см³; γ_n – средняя плотность покрывающего компонента, г/см³.

Полученные теоретические зависимости позволяют прогнозировать характеристики комбинированных электропроводящих нитей с достаточной для практических целей точностью.

Третья глава посвящена теоретическим исследованиям процесса кручения, а также определению геометрического строения и разрывной нагрузки комбинированной электропроводящей нити.

Разработаны теоретические модели для расчета разрывной нагрузки ($Q_{к.н}$) комбинированной электропроводящей нити в зависимости от жесткости при растяжении исходных компонентов и их ориентации относительно оси комбинированной нити. Данные комбинированные нити используются в тканях специального назначения, одним из требований к которым является отсутствие обрыва металлической составляющей, поэтому разрывная нагрузка комбинированной электропроводящей нити определяется формулой:

$$Q_{к.н} = Q_{м.нр} \left(q_c \frac{\cos^2 b \cdot \cos a}{\cos^2 g} + q_n \cdot \frac{\cos^2 b \cdot \cos g}{\cos^2 a} + \cos b \right), \quad (4)$$

где $Q_{м.нр}$ – разрывная нагрузка микропроволоки, сН; $q_{(c),(n)}$ – постоянная величина, выражающая отношение жесткостей при растяжении соответствующих компонентов (сердечника, покрывающего компонента); α – угол между сердечником и осью комбинированной нити, рад; β – угол между микропроволокой и осью комбинированной нити, рад; γ – угол между покрывающим компонентом и осью комбинированной нити, рад.

Величины α , γ , и q_c , q_n определяются из соотношений:

$$g = \arctg(2pR_{к.н}(K_2 + K_0)), \quad (5)$$

$$a = \arctg(2pR_{к.н}(K_1 + K_0 - K_2)), \quad (6)$$

$$q_c = \frac{E_c \cdot F_c}{E_{м.нр} \cdot F_{м.нр}}, \quad (7)$$

$$q_n = \frac{E_n \cdot F_n}{E_c \cdot F_c}, \quad (8)$$

где $R_{к.н}$ – радиус комбинированной электропроводящей нити, мм; $K_{0,(1),(2)}$ – соответственно начальная (первичная, вторичная) крутка, кр/мм; $E_{c,(n),(м.нр)}$ – модуль упругости сердечника (покрывающего компонента, медной микропроволоки), МПа; $F_{c,(n),(м.нр)}$ – площадь поперечного сечения сердечника (покрывающего компонента, медной микропроволоки), мм²;

$E_{c,(n),(m,np)} \cdot F_{c,(n),(m,np)}$ – жесткость при растяжении сердечника (покрывающего компонента, медной микропроволоки), МПа·мм².

Теоретически рассчитан угол наклона микропроволоки по отношению к оси нити в зависимости от оптимальной крутки и радиуса комбинированной электропроводящей нити, рад:

$$b = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{tg} g + R_{к.н} \cdot c_1 \cdot \frac{h_1}{h}}{2(1 - R_{к.н} \cdot c_1 \cdot \frac{h_1}{h} \cdot \operatorname{tg} g)} \right), \quad (9)$$

где c_1 - мера отклонения кривой от плоской формы (кручение или вторая кривизна), м⁻¹; h_1 - средняя относительная осевая длина нити после кручения; h - средняя длина компонента, отнесенная к длине элементарной нити.

Отклонения расчетных значений от экспериментально измеренных значений угла наклона микропроволоки и разрывной нагрузки комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей не превышают 6 %.

Совместно с Коганом А.Г., Ольшанским В.И. [14] проведены теоретические исследования натяжения при баллонировании комбинированной электропроводящей нити. Разработана новая методика расчета натяжения комбинированной нити, содержащей микропроволоку, в процессе баллонирования на тростильно-крутильном оборудовании.

Для определения интенсивности нагрузки q_i (Н/м) при баллонировании комбинированная нить представлена как изогнутая балка. Интенсивность нагрузки определяется как:

$$q_i = \frac{F_u}{L} = \frac{m \omega^2 y_i}{L}, \quad (10)$$

где F_u – центробежная сила, действующая на единицу длины, Н; m – масса единицы длины нити, кг; y_i – радиус баллона элемента нити, м; ω – угловая скорость вращения веретена, с⁻¹; L – длина нити в баллоне, м, ($L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$); $L_{\min} = 0,238$ м; $L_{\max} = 0,504$ м.

Форма изогнутой оси нити или форма упругой линии определяется при помощи выражения

$$\frac{1}{r} = \frac{M_z}{E_{\text{экв}} J_{\text{экв}}}, \quad (11)$$

где M_z – изгибающий момент от действия центробежных сил, кН·м; ρ – радиус кривизны нити, м; $E_{экр}$ – эквивалентный модуль упругости комбинированной электропроводящей нити, МПа; $J_{экр}$ – эквивалентный момент инерции сечения комбинированной электропроводящей нити, м⁴; $E_{экр}J_{экр}$ – параметр, определяемый из условия равных деформаций всех компонентов, входящих в систему, МПа·м⁴.

Для нити вторичной крутки

$$E_{экр} \cdot J_{экр} = \frac{E_c \cdot J_c \cdot E_m \cdot J_m \cdot E_n \cdot J_n}{E_n \cdot J_n \cdot E_{м.нр} \cdot J_{м.нр} + E_c \cdot J_c \cdot E_n \cdot J_n + E_c \cdot J_c \cdot E_{м.нр} \cdot J_{м.нр}}, \quad (12)$$

где $J_{c,(м.нр),(n)}$ – момент инерции сечения сердечника (медной микропроволоки), (покрывающего компонента), м⁴; $E_{c,(м.нр),(n)}$ – модуль упругости сердечника (микропроволоки), (покрывающего компонента), МПа.

Максимальный прогиб баллона (м) определяется соотношением

$$y = \frac{5q_i L^4}{384 \cdot E_{экр} J_{экр}}. \quad (13)$$

Углы поворота нити в крайних точках сечения баллона (рад) определяются математической моделью следующего вида:

$$b_{1,2} = \frac{q_i L^3}{24 \cdot E_{экр} J_{экр}}. \quad (14)$$

Отклонение экспериментально измеренных от расчетных значений углов поворота нити не превышают 5%.

Натяжение нити (сН), действующее в нижней части баллона, определяется соотношением

$$P = \frac{m_{\delta} \omega_{\delta}^2 r_k}{e^{f_{\delta} \cdot b_{1,2}} \cdot (\sin \psi / m_{\delta} + \cos \psi) - 1}, \quad (15)$$

где m_{δ} – масса бегунка, кг; ω_{δ} – угловая скорость бегунка вокруг веретена, с⁻¹; r_k – радиус кольца, см; f_{δ} – коэффициент трения нити о бегунок; $\beta_{1,2}$ – угол поворота в крайних точках сечения баллона, рад; ψ – угол, определяющий соотношения радиусов намотки и кольца, рад; μ_{δ} – коэффициент трения бегунка о кольцо.

Проведен расчет натяжения комбинированных электропроводящих нитей при разных положениях кольцевой планки тростильно-крутильной машины. В результате расчета установлено, что в нижнем, среднем и верхнем положениях кольцевой планки тростильно-крутильной машины при минимальном радиусе намотки натяжение комбинированной нити максимально и составляет 80 – 90 сН. Определено, что натяжение нити значительно меньше разрывной нагрузки

комбинированной нити, равной 1700 – 1750 сН, что обеспечивает минимальную обрывность в процессе их формирования.

Четвертая глава посвящена оптимизации технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильных машинах.

Совместно со Скобовой Н.В. [8, 19, 27], Коганом А.Г. [18], Маруневским Д.Э. [19], Ковалевым В.Н. [27] проведены экспериментальные исследования, направленные на получение качественной структуры комбинированных электропроводящих нитей. В качестве входных факторов приняты первичная (X) и вторичная крутки (Y), сообщаемые исходным компонентам на тростильно-крутильной машине первого и второго перехода. Выходными параметрами приняты физико-механические свойства нити. По результатам проведенных экспериментов получены зависимости, отражающие влияние входных факторов на свойства комбинированных нитей линейной плотности 55 текс.

Для полиэфирных электропроводящих нитей:

- абсолютная разрывная нагрузка, сН,

$$P=1705,33+16,51 X^2+7,16 Y-81,52 Y^2; \quad (16)$$

- коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %,

$$CVP=8,73-1,33 X-0,32 X Y-0,43 X^2; \quad (17)$$

- показатель жесткости нити при растяжении, сН/мм,

$$G=11,72-0,26 X+1,77 X^2+1,12 Y; \quad (18)$$

- работа разрыва нити, Дж,

$$R=1,70-0,05 X-0,08 X Y-0,14 X^2. \quad (19)$$

Построив совмещенный график линий равного уровня поверхностей отклика полученных зависимостей, определена область компромиссных решений, характеризующая соотношения круток для выработки нитей наилучшего качества. Таким образом, оптимальные параметры формирования комбинированных полиэфирных электропроводящих нитей линейной плотности 55 текс на тростильно-крутильном оборудовании, следующие: первичная крутка от 510 кр/м до 560 кр/м, вторичная крутка от 510 до 545 кр/м.

Для полиамидных электропроводящих нитей:

- абсолютная разрывная нагрузка, сН,

$$P= 1540,44-89,10\cdot X-87,41\cdot Y+53,75\cdot X\cdot Y+50,83\cdot X^2+125,58\cdot Y^2; \quad (20)$$

- показатель жесткости нити при растяжении, сН/мм,

$$G= 15,13-1,65\cdot X-0,96\cdot Y+1,69\cdot Y^2; \quad (21)$$

- работа разрыва нити, Дж,

$$R= 2,20-0,38\cdot X-0,25\cdot Y+0,38\cdot Y^2; \quad (22)$$

- коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %,

$$CVP= 5,11+0,28\cdot Y+0,41\cdot X\cdot Y-1,35\cdot Y^2; \quad (23)$$

- коэффициент вариации по разрывному удлинению, %,

$$CVL=10,46-0,88\cdot X\cdot Y-2,15\cdot X^2-1,65\cdot Y^2. \quad (24)$$

Оптимальные параметры формирования комбинированных полиамидных электропроводящих нитей линейной плотности 55 текс на тростильно-крутильном оборудовании, следующие: первичная крутка от 390 до 430 кр/м, вторичная крутка от 485 до 520 кр/м.

Совместно со Скобовой Н.В [10, 22, 25], Коганом А.Г. [10] проведен анализ механических свойств комбинированных электропроводящих нитей оптимальной структуры, построены кривые растяжения исходных компонентов и комбинированных электропроводящих нитей в целом, позволившие определить показатели, характеризующие прочностные свойства нити и ее деформационные характеристики.

Проведены экспериментальные исследования по определению стойкости комбинированных электропроводящих нитей к многократному изгибу и истиранию. Определено предельное количество изгибов и циклов на истирание, выдерживаемое комбинированными электропроводящими нитями. Установлено, что при эксплуатации данных нитей в изделии они смогут выдержать длительные изгибающие деформации и истирающие воздействия (свыше 1300 циклов на истирание и от 3500 до 4000 циклов на изгиб).

Физико-механические свойства комбинированных электропроводящих нитей, полученных при оптимальных значениях первичной и вторичной круток, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства комбинированных электропроводящих нитей

Наименование показателя	Комбинированная полиэфирная электропроводящая нить	Комбинированная полиамидная электропроводящая нить
Линейная плотность, текс	55	55
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,0	1,3
Абсолютная разрывная нагрузка нити, сН	1715	1750
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	7,5	4,0
Удлинение нити при разрыве, %	14,4	13,6
Коэффициент вариации по разрывному удлинению, %	4,5	7,4
Стойкость к многократному изгибу, циклы	3500 – 4000	3600 – 4200
Стойкость к истиранию, циклы	970 – 1350	1050 – 1290

На основе проведенных исследований совместно с Коганом А.Г. [30] получена оптимальная структура комбинированной электропроводящей нити, состоящей из медной микропроводеки и комплексных химических нитей (полиамидных, полиэфирных).

Разработан и утвержден технологический регламент работы тростильно-крутильного оборудования для производства электропроводящих нитей. Для комбинированных электропроводящих нитей линейных плотностей 50 – 55 текс разработаны и утверждены в Белорусском государственном институте стандартизации и сертификации технические условия.

Пятая глава посвящена разработке нового ассортимента тканей специального назначения с электропроводящими нитями. Проведена переработка опытной партии комбинированных электропроводящих нитей в ткани специального назначения с антистатическим эффектом в условиях лаборатории УО «ВГТУ».

Проведена наработка опытной партии тканей специального назначения с использованием электропроводящих нитей в производственных условиях ОАО «ВКШТ» и ОАО «Моготекс». Совместно с Коганом А.Г. [1, 2], Ивановой Т.П. [16] проведен выбор и обоснование технологических параметров получения тканей специального назначения, режимы и параметры отделки опытной партии тканей. Определены физико-механические показатели полученных тканей.

Совместно с Ивановой Т.П. [2, 31] и Коганом А.Г. [5, 16, 31] исследовано влияние расположения комбинированных электропроводных нитей в структуре ткани на уровень напряженности электростатического поля и на поверхностное электрическое сопротивление получаемых тканей специального назначения. Исследования проведены в аккредитованной лаборатории ОАО «КИМ».

Определены оптимальные параметры вложения комбинированных электропроводящих нитей в ткани специального назначения для достижения наилучших электрофизических антистатических свойств: по основе ткани от 4 до 15 комбинированных электропроводящих нитей на 10 см, и по утку от 2 до 6 комбинированных электропроводящих нитей на 10 см ткани. Физико-механические и электрофизические свойства готовой ткани производства ОАО «Моготекс» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические и электрофизические свойства готовых тканей производства ОАО «Моготекс»

Параметры	Единица измерения	Значение показателя	
		Вариант 1. Ориентация эл. нитей по основе	Вариант 2. Ориентация эл. нитей по основе и по утку
Переплетение		саржа 2/2	
Ширина ткани с кромкой	см	149,3	149,9
Поверхностная плотность	г/м ²	312,4	310,9
Плотность ткани	нит/10см		
-по основе		342	342
-по утку		192	190
Разрывная нагрузка полоски ткани 50*200мм	Н		
-по основе		1090,8	954,5
-по утку		668,1	692,6
Водоотталкивание	усл.ед	90	90
Маслоотталкивание	усл.ед	80	80
Поверхностное электрическое сопротивление	Ом	$3,9 \cdot 10^6$	$4,8 \cdot 10^3$

Проведена переработка опытной партии комбинированных электропроводящих нитей в ткани специального назначения с экранирующим эффектом. В условиях лабораторий УО «ВГТУ» и РУП «БелГИМ» совместно с Шарковой М.Ф., Смелковым Д.В., Коганом А.Г. [4, 7, 32], Павлович М.А. [20], Бересневой О.В. [26], Ковалевым В.Н. [20, 26] определено влияние расположения комбинированных электропроводящих нитей в структуре ткани

на прохождение электромагнитных волн. На частотах от 1,2 ГГц до 11,5 ГГц определены значения ослабления электромагнитного излучения образцами тканей, состоящих из комбинированных электропроводящих нитей. Ослабление излучения на исследуемых диапазонах частот составило 99,9%.

В шестой главе проведен расчет экономической эффективности производства комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильном оборудовании. Фактический экономический эффект от производства 100 кг электропроводящих нитей 55 текс в условиях ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей» составил 18378,20 тыс. руб.

Фактический экономический эффект от замены зарубежных электропроводящих нитей на разработанные комбинированные электропроводящие нити в тканях специального назначения в условиях ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей» при расчете на 200 м.п. составил 381,88 тыс. руб.

Ожидаемый экономический эффект от замены зарубежных электропроводящих нитей на разработанные комбинированные электропроводящие нити в тканях специального назначения в условиях ОАО «Моготекс» в количестве 500000 м.п. в ценах на ноябрь 2007 г. в сумме составил 205800 тыс. руб.

Разработанный технологический процесс получения комбинированных электропроводящих нитей позволил расширить ассортимент комбинированных нитей, повысить качество и конкурентоспособность тканей специального назначения без существенных затрат на переоснащение крутильного и ткацкого производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработан новый технологический процесс производства комбинированных электропроводящих нитей с использованием тростильно-крутильных машин ТК-2-160М, позволяющий получить электропроводящие нити различного сырьевого состава, придающие тканям специального назначения антистатический эффект и эффект экранирования электромагнитного излучения [6, 12, 15, 21, 23, 24, 28, 29].

2. Получены математические зависимости, позволяющие рассчитывать и прогнозировать основные физико-механические свойства готовых комбинированных электропроводящих нитей: линейную плотность, диаметр и разрывную нагрузку в зависимости от характеристик исходных компонентов и параметров формирования комбинированных нитей [9, 11, 13].

3. Получены теоретические зависимости для расчета интенсивности нагрузки комбинированной нити и ее натяжения в процессе баллонирования, которые позволяют прогнозировать оптимальные режимы работы тростильно-крутильного оборудования (частоту вращения веретен, крутку) и, как следствие, обеспечить минимальную обрывность формируемых электропроводящих нитей [14].

4. Проведена оптимизация технологического процесса, в результате которой рассчитаны рациональные значения параметров получения комбинированных электропроводящих нитей по новой технологии, позволяющие вырабатывать нити высокого качества с необходимыми физико-механическими свойствами [8, 18, 19, 27, 30].

5. Проведены исследования комбинированных электропроводящих нитей по стойкости к многократному изгибу и истиранию, позволяющие объективно оценить эксплуатационные и прочностные свойства комбинированных электропроводящих нитей [10, 17, 22, 25].

6. Разработан новый ассортимент комбинированных электропроводящих нитей средних линейных плотностей из комплексных химических нитей и медной микропроволоки, позволяющий вырабатывать новый ассортимент тканей специального назначения. Определено влияние расположения комбинированных электропроводящих нитей в структуре ткани, позволяющее достичь максимального антистатического и экранирующего эффектов [1, 2, 3, 4, 5, 7, 16, 17, 20, 26, 31, 32].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Технологический процесс производства комбинированных электропроводящих нитей с использованием тростильно-крутильных машин марки ТК-2-160М внедрен в условиях ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей». Фактический экономический эффект от внедрения технологии производства комбинированных электропроводящих нитей в количестве 100 кг в ценах на июнь 2007г. составил 18378,20 тыс. руб., о чём имеется соответствующий акт.

2. Разработан новый ассортимент тканей специального назначения с использованием комбинированных электропроводящих нитей. По данным ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей» фактический экономический эффект от замены зарубежных электропроводящих нитей на разработанные комбинированные электропроводящие нити в тканях специального назначения при расчете на 200 м.п. составил 381,88 тыс. руб., о чем имеется соответствующий акт.

3. Ожидаемый экономический эффект от замены зарубежных электропроводящих нитей на разработанные комбинированные электропроводящие нити в тканях специального назначения в количестве

500000 м.п. в условиях ОАО «Моготекс» в сумме составит 205800 тыс. руб., о чем имеется соответствующий акт.

4. Результаты работы внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в курс «Новое в технике и технологии прядильного производства», о чем имеются соответствующие акты.

5. Перспективность использования разработанной технологии подтверждается опытной ноской костюмов из тканей с антистатическим эффектом в газо-нефтеперерабатывающей промышленности, о чем имеется соответствующий документ.

6. Разработан технологический регламент производства комбинированных электропроводящих нитей. Разработаны, согласованы в Республиканском центре гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, и утверждены в Белорусском государственном институте стандартизации и сертификации технические условия на электропроводящие нити. Получены патенты на разработанные виды продукции [30, 31, 32].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи:

1. Замостоцкий, Е. Г. Ткани специального назначения со встроенными электропроводящими нитями / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация / редкол. В. Б. Альгин [и др.] . – 2006. – № 2. – С. 71 – 75.

2. Коган, А. Г. Ткани с комбинированными электропроводящими нитями / А. Г. Коган, Е. Г. Замостоцкий, Т. П. Иванова // Сборник научных статей по ткачеству / МГТУ им. А. Н. Косыгина ; редкол.: К. И. Кобраков [и др.]. – Москва, 2006. – С. 193 – 196.

3. Замостоцкий, Е. Г. Защитные свойства текстильных материалов с комбинированными электропроводными нитями / Е. Г. Замостоцкий // Молодежь и наука в XXI веке : сборник статей молодых ученых / Отдел по делам молодежи Витебского горисполкома ; редкол.: Г. И. Михасев [и др.]. – Витебск, 2006. – Вып. 2. – С. 25 – 27.

4. Замостоцкий, Е. Г. Исследования прохождения СВЧ-волны через металлизированную ткань / Е. Г. Замостоцкий, М. Ф. Шаркова, Д. В. Смелков, А.Г. Коган // Текстильная промышленность. – 2007. – № 4. – С. 40 – 42.

5. Замостоцкий, Е. Г. Исследование и оптимизация электрофизических свойств тканей с комбинированными электропроводящими нитями / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2007. – Вып. 12. – С. 6 – 9.

6. Замостоцкий, Е. Г. Технологический процесс получения комбинированных электропроводящих нитей / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Химические волокна. – 2007. – № 5. – С. 24 – 26.

7. Шаркова, М. Ф. Исследование температурной зависимости ткани с комбинированными углеродсодержащими нитями / М. Ф. Шаркова, Е. Г. Замостоцкий, Д. В. Смелков, А. Г. Коган // Сборник научных трудов по текстильному материаловедению (посвященный 100-летию со дня рождения Г. Н. Кукина) / МГТУ им. А. Н. Косыгина ; редкол.: Ю. С. Шустов [и др.]. – Москва, 2007. – С. 238 – 244.

8. Замостоцкий, Е. Г. Исследование технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей на крутильном оборудовании / Е. Г. Замостоцкий, Н. В. Скобова // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2007. – Вып. 13. – С. 81 – 85.

9. Замостоцкий, Е. Г. Методика расчета физико-механических параметров комбинированных электропроводящих нитей / Е. Г. Замостоцкий // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2007. – Вып. 13. – С. 60 – 64.

10. Скобова, Н. В. Комплексный анализ свойств комбинированных электропроводящих нитей / Н. В. Скобова, Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Химические волокна. – 2007. – № 6 – С. 29 – 31.

11. Замостоцкий, Е. Г. Методика расчета геометрических и прочностных параметров комбинированной углеродной нити / Е. Г. Замостоцкий, Н. В. Скобова, А. Г. Коган // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2008. – Вып. 14. – С. 57 – 62.

12. Костин, П. А. Технологический процесс получения комбинированной электропроводящей пряжи на машине ПК-100МЗ / П. А. Костин, Е. Г. Замостоцкий // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.С. Башметов. – 2008. – Вып. 14. – С. 63 – 67.

13. Замостоцкий, Е. Г. Теоретическое определение прочности комбинированных электропроводящих нитей / Е. Г. Замостоцкий // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2008. – Вып. 15. – С. 26–31.

14. Замостоцкий, Е. Г. Теоретическое исследование интенсивности нагрузки и натяжения при баллонировании комбинированной электропроводящей нити / Е. Г. Замостоцкий, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган // Вестник учреждения образования «Витебский государственный

технологический университет» / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В. С. Башметов. – 2008. – Вып. 15. – С. 110 – 116.

Материалы конференций:

15. Замостоцкий, Е. Г. Комбинированные электропроводящие нити / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Межвузовская научно-практическая конференция аспирантов и студентов с международным участием «Теоретические знания – в практические дела» : сб. ст. : в 3 ч. / Омский гос. ин-т сервиса ; редкол.: Л. В. Ларькина [и др.]. – Омск, 2006. – Ч. 1. – С. 78– 79.

16. Замостоцкий, Е. Г. Свойства и применение комбинированных электропроводящих нитей и текстильных материалов / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган, Т. П. Иванова // Сборник статей международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Молодежь – производству», 21-22 ноября 2006 г. / УО «ВГТУ» ; редкол.: С. М. Литовский [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 20 – 22.

17. Замостоцкий, Е. Г. Исследование защитных свойств текстильных материалов с комбинированными электропроводящими нитями / Е. Г. Замостоцкий // Материалы третьей Белорусской научно-практической конференции «Научно-технические проблемы развития производства химических волокон в Беларуси» (с международным участием), Могилев, 13-15 декабря 2006 г. / Концерн «Белнефтехим» ; отв. ред. Б. Э. Геллер. – Могилев; – 2007. – С. 256 – 259.

18. Замостоцкий, Е. Г. Исследование технологического процесса получения комбинированных полиамидсодержащих электропроводящих нитей на крутильном оборудовании / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Техника и технология химволокна : сборник докладов 6 международной научно-практической конференции, 21-25 мая 2007 года / Инженерная Академия Украины ; ОАО «Химтекстильмаш» ; отв. редактор В. И. Ступа. – Чернигов, 2007. – С. 124 – 127.

19. Скобова, Н. В. Исследование процесса получения комбинированных электропроводящих нитей на пневмомеханической прядильной машине / Н. В. Скобова, Е. Г. Замостоцкий, Д. Э. Маруневский // Материалы докладов 41 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В. В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2008. – С. 102 – 103.

20. Павлович, М. А. Разработка трикотажных экранирующих материалов / М. А. Павлович, Е. Г. Замостоцкий, В. Н. Ковалев // Материалы докладов 41 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; редкол.: В. В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2008. – С. 133 – 134.

Тезисы докладов:

21. Замостоцкий, Е. Г. Технологический процесс получения комбинированной электропроводной нити / Е. Г. Замостоцкий, Н. И. Белько, А. Г. Коган // Тезисы докладов 39 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ» ; гл. ред С. М. Литовский. – Витебск, 2006. – С. 106.

22. Скобова, Н. В. Оценка комплексных показателей качества комбинированных электропроводных нитей / Н. В. Скобова, Е. Г. Замостоцкий // 17 Петербургские чтения по проблемам прочности : сборник материалов, Санкт-Петербург, 10 – 12 апреля 2007 г. / Санкт-Петербургский государственный университет ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН. – Санкт-Петербург, 2007. – Ч. 2. – С. 72.

23. Замостоцкий, Е. Г. Способ получения комбинированных электропроводящих нитей / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган // Международная научно-практическая конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (ТЕКСТИЛЬ - 2006) (28–29 ноября 2006 г.) : тезисы докладов / МГТУ им. А. Н. Косыгина ; пред. ред. коллегии К.И. Корбаков. – Москва, 2006. – С. 9.

24. Замостоцкий, Е. Г. Технологический процесс получения на крутильном оборудовании комбинированных электропроводящих нитей и анализ их свойств / Е. Г. Замостоцкий, П. А. Костин, А.Г. Коган // Тезисы докладов 40 научно-технической конференции преподавателей и сотрудников университета / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С. М. Литовский. – Витебск, 2007. – С. 76.

25. Замостоцкий, Е. Г. Определение комплексных показателей качества комбинированных электропроводящих нитей / Е. Г. Замостоцкий, Н. В. Скобова // Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения» (Текстиль 2007), 18-19 октября 2007 г. : сборник материалов / Димитровградский ин-т технологии, управления и дизайна Ульяновского гос. техн. ун-та ; редкол.: В. В. Павутницкий [и др.]. – Димитровград, 2007. – С. 101–102.

26. Ковалев, В. Н. Разработка трикотажных электропроводных материалов специального назначения / В.Н. Ковалев, О.В. Береснева, М.Ф. Шаркова, Е. Г. Замостоцкий // Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения» (Текстиль 2007), 18-19 октября 2007 г. : сборник материалов / Димитровградский ин-т технологии, управления и дизайна Ульяновского гос. техн. ун-та ; редкол.: В. В. Павутницкий [и др.]. – Димитровград, 2007. – С. 87 – 88.

27. Замостоцкий, Е. Г. Исследование технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей на тростильно-крутильных машинах / Н. В. Скобова, В. Н. Ковалев // Международная научно-техническая конференция «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (ПРОГРЕСС-2007), 29-31 мая 2007 г. : сборник материалов : в 2 ч. / ИГТА. – Иваново, 2007. – Ч. 2. – С. 29 – 30.

28. Костин, П. А. Технология технологического получения комбинированных электропроводящих нитей на машине ПК-100М3 / П. А. Костин, Е. Г. Замостоцкий // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии», 17–18 апреля 2008 г. : сборник материалов / ГУВПО «Белорусско-российский университет». – Могилев, 2008. – С. 4 – 5.

29. Замостоцкий, Е. Г. Технология получения комбинированных электропроводящих нитей / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган, Н. В. Скобова // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии», 17-18 апреля 2008 г. : сборник материалов / ГУВПО «Белорусско-российский университет». – Могилев, 2008. – С. 45.

Патенты:

30. Комбинированная электропроводящая нить : пат. № 3213 РБ : МПК7 D 02 G 3/28 / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20060329 ; заявл. 24.05.06 ; опубл. 30.12.06. // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 6(53). – С.186.

31. Ткань специального назначения : пат № 3271 РБ : МПК7 D 02 G 3/28, 3/44 / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган, Т. П. Иванова ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20060460 ; заявл.10.07.06 ; опубл. 30.12.06. // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 6(53) – С.187.

32. Экранирующая ткань специального назначения : пат. № 4793 МПК7 D 02 G 3/44 / Е. Г. Замостоцкий, А. Г. Коган ; заявитель и патентообладатель УО «ВГТУ». – № и 20080293 ; заявл. 08.04.08. опубл. 30.10.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 5(64) – С.184.

РЕЗЮМЕ

Замостоцкий Евгений Геннадьевич

Технология комбинированных электропроводящих нитей

Технология, комбинированные электропроводящие нити, кручение, антистатические свойства, экранирующий эффект.

Объектом исследования являются комбинированные электропроводящие нити из комплексных химических нитей и медной микропроволоки общей линейной плотности 55 текс и технологические процессы их получения.

Цель работы – разработка технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей линейной плотности 55 текс на тростильно-крутильном оборудовании для производства тканей специального назначения с антистатическим и экранирующим эффектом.

Разработка технологического процесса получения комбинированных электропроводящих нитей основывалась на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых. В теоретических исследованиях использовались методы математической статистики. Экспериментальные исследования проводились с применением методов математического планирования эксперимента. Обработка результатов экспериментов осуществлялась с использованием ЭВМ. В исследованиях использовалась стандартная аппаратура, применяемая при проведении испытаний текстильных материалов.

В результате исследований разработана технология изготовления комбинированных электропроводящих нитей из комплексных химических нитей и медной микропроволоки с использованием процессов трощения и кручения. Получены теоретические зависимости для определения разрывной нагрузки комбинированных электропроводящих нитей. Разработаны теоретические модели для определения интенсивности нагрузки нити и ее натяжения в процессе баллонирования при различных положениях кольцевой планки на тростильно-крутильном оборудовании. Определены оптимальные значения параметров заправки и работы тростильно-крутильного оборудования.

Разработан новый ассортимент тканей специального назначения с комбинированными электропроводящими нитями, придающими тканям антистатический и экранирующий эффекты.

Разработанная технология комбинированных электропроводящих нитей линейной плотности 55 текс внедрена на ОАО «ВКШТ». Технология производства тканей специального назначения внедрена на ОАО «Моготекс».

РЭЗІЮМЭ

Замастоцкі Яўгеній Генадзьевіч

Тэхналогія камбінаваных электраправодных ніцей

Тэхналогія, камбінаваных электраправодных ніці, кручэнне, антыстатычныя ўласцівасці, экраніруючы эффект.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца камбінаваных электраправодных ніці з комплексных хімічных ніцей і меднага мікрадроту.

Мэта працы – распрацоўка тэхналогіі камбінаваных электраправодных ніцей для шырокага асартыменту тэкстыльных вырабаў з антыстатычнымі і экраніруючымі ўласцівасцямі.

Распрацоўка тэхналагічных працэсаў атрымання камбінаваных электраправодных ніцей грунтавалася на выніках тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў, якія выкладзены ў працах айчынных і замежных навукоўцаў. У тэарэтычных даследаваннях выкарыстоўваліся метады матэматычнай статыстыкі. Эксперыментальныя даследаванні праводзіліся з выкарыстаннем метадаў матэматычнага планавання эксперымента. Апрацоўка вынікаў эксперыментаў ажыццяўлялася з выкарыстаннем ЭВМ. У даследаваннях выкарыстоўвалася стандартная апаратура, якая прымяняецца пры правядзенні іспытаў тэкстыльных матэрыялаў.

У выніку даследаванняў распрацаваны тэхналагічны працэс атрымання камбінаваных электраправодных ніцей з комплексных хімічных ніцей і меднага мікрадроту з выкарыстаннем працэсаў трашчэння і кручэння. Распрацаваны тэарэтычныя залежнасці для вызначэння разрыўной нагрузкі камбінаваных электраправодных ніцей. Распрацаваны тэарэтычныя мадэлі для вызначэння інтэнсіўнасці нагрузкі ніці і яе нацяжэння ў працэсе баланіравання пры розных палажэннях калцавой планкі на трасцільна-круцільным абсталяванні. Вызначаны аптымальныя значэнні параметраў запраўкі і работы трасцільна-круцільнага абсталявання.

Распрацаваны новы асартымент тканін спецыяльнага прызначэння з камбінаванымі электраправоднымі ніцямі, якія прыдаюць тканінам антыстатычныя ўласцівасці і экраніруючы эффект.

Распрацаваная тэхналогія камбінаваных электраправодных ніцей сярэдняй лінейнай шчыльнасці 55 тэкс укараэніна на ААТ «ВКШТ». Тэхналогія вытворчасці тканін спецыяльнага прызначэння ўкараэніна на ААТ «Магатэкс».

SUMMARY

Zamastotski Yauheni

Technology of combined electro-conducting threads

The technology, combined electro-conducting threads, twisting, the antistatic properties, shielding effect.

The research object are combined electro-conducting threads from complex chemical strings and a copper microwire of linear density 55 tex and technological processes of their reception.

The purpose of work is development of technological process of reception combined electro-conducting threads for manufacturing of special purpose fabrics with antistatic and shielding effects.

Development of technological processes of combined electro-conducting threads production was based on theoretical and the experimental researches stated in works of domestic and foreign scientists. In theoretical researches methods of mathematical statistics. Experimental researches were carried out with application of mathematical planning experiment methods. Processing of experiments results it was carried out with use of the computer. In researches the standard equipment used by carrying out of textile materials tests was used.

As a result of researches the technological process of combined electro-conducting threads production from complex chemical strings and a copper microwire with use of processes twisting was developed. The theoretical dependences for breaking load of combined electro-conducting threads were received. Theoretical models for definition loading a string of intensity and its tension in various positions of a ring rod during ballooning on the twisting equipment are developed. Optimum values of feeding parameters and work of the twisting equipment are determined.

The new assortment of a special purpose fabrics with the combined electro-conducting threads, adding to them antistatic and shielding effects, is developed.

The developed technology of reception combined electro-conducting threads production of linear density 55 tex is introduced on OJSC "Vitebsk silk fabrics factory". The technology of special purpose fabrics production is introduced on OJSC "Mogotex".

ЗАМОСТОЦКИЙ ЕВГЕНИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ
**«ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ
НИТЕЙ»**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Подписано в печать 20.10.08 Формат 60×90 1/16. Печать ризографическая.
Уч.-изд. л. 1.7. Усл. печ. л. 1.75. Тираж 60 экз. Заказ 510. Цена 450 руб.

Отпечатано на ризографе ЦИТ УО «ВГТУ».
Лицензия № 02330/0133005 от 01.04.2004 г.
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72