

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»
ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

На правах рукописи

Сильченко Елена Владимировна



**РАЗРАБОТКА ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ С ЗАЩИТОЙ
ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук, профессор
Николаев Сергей Дмитриевич

Москва – 2018 г

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И АССОРТИМЕНТУ ЗАЩИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ СНИЗИТЬ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	8
1.1 Аналитический обзор литературы по разработке тканей от электромагнитного излучения	8
1.2 Аналитический обзор литературы по анализу методов проектирования тканей	18
1.3 Аналитический обзор литературы по исследованию свойств и строения тканей и их взаимосвязи с технологическими параметрами	25
Выводы по первой главе	29
2 РЫНОК ТКАНЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ (ЭМИ)	30
2.1 Влияние ЭМИ на человека, источники ЭМИ	30
2.2 Государственное регулирование в области электромагнитной безопасности	32
2.3 Средства защиты от ЭМИ	33
2.4 Область использования металлизированных тканей	39
Выводы по второй главе	50
3 РАЗРАБОТКА ТКАНЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЧАСТОТ С ВНЕДРЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ	51
3.1 Роль и место продукции в решении проблем в сфере государственных интересов	51
3.2 Проектирование новой ткани для защиты от электромагнитного излучения	53
Выводы по третьей главе	59
4 АНАЛИЗ СВОЙСТВ ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	61
4.1 Исследование экранирующих свойств полиэфирных тканей с вложением электропроводящих нитей	61
4.2 Анализ физико-механических свойств нитей для тканей от электромагнитного излучения	66
4.3 Анализ санитарно-химических показателей выпускаемой ткани «SCREENTEX 240»	69
4.4 Анализ свойств нитей, используемых для изготовления тканей от электромагнитного излучения	71

4.5	Прогнозирование возможности изготовления ткани на ткацком станке	80
	Выводы по четвертой главе	82
5	РАЗРАБОТКА ТКАНИ ДЛЯ КОСТЮМОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЭКРАНИРОВАНИЯ	84
5.1	Исследования по разработке новых видов арамидной пряжи с вложением металлизированного волокна и тканей из них	84
5.1.1	Выбор сырья для производства нового вида арамидной пряжи	85
5.1.2	Выработка опытной партии пряжи с использованием металлизированных волокон в производственных условиях ООО «Чайковская текстильная компания»	88
5.1.3	Технологическая цепочка для выработки пряжи 29 текс из смеси 60% волокна Bekinox и 40% метаарамидного волокна	89
5.1.4	Параметры заправки оборудования, установленные при переработке смеси 60% волокна Bekinox и 40% метаарамидного волокна	90
5.1.5	Исследование качества пряжи 29 текс, выработанной из смеси 40% метаарамидного волокна и 60% металлизированного волокна Bekinox	93
5.2	Особенности разработки ткани «ЭКРАНЕР 240» арт. 96401.....	95
5.2.1	Процесс получения суровой ткани с заданными экранирующими свойствами	97
5.2.2	Разработка готовой ткани с экранирующими свойствами	98
5.3	Анализ свойств экранирующей ткани «ЭКРАНЕР-240» арт. 96401.	103
5.4	Разработка параметров заправки тканей на ткацком станке	107
	Выводы по пятой главе	108
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	109
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	111
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в производстве	129
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в учебном процессе	130
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Акт о демонстрации разработанных тканей на выставках	131
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Расчет показателей энтропии распределения вероятностей случайных величин, информации и коэффициентов причинного влияния для установления причинно-следственных связей исследуемых нитей	132
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Протоколы лабораторных испытаний ткани «Экранер-240»	136
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Методика оценки эффективности экранирования	144
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Методика определения коэффициентов экранирования швейного узла из электропроводящей ткани «Экранер 240»	146

ВВЕДЕНИЕ

Сложная ситуация в легкой и текстильной промышленности России требует новых подходов для решения актуальных на сегодняшний день задач. Если ткани бытового назначения можно купить за рубежом, в частности, в Китае, то проблема технического и специального текстиля остается. Она связана напрямую с обороноспособностью страны, жизнеобеспеченностью важнейших отраслей и другими факторами. Текстильные материалы технического и специального назначения в настоящее время интенсивно развиваются в мире.

В Германии технический текстиль занимает более 50% оборота, в США – 40%, в Китае – 30% и ему обеспечен дальнейший рост, т.к. технический прогресс предлагает новые области применения. В России технический текстиль также успешно развивается. Во многом это связано и с санкционной политикой Запада. Прогноз развития технического текстиля в России таков, что в ближайшие 10 лет он удвоит свои объемы.

Важным направлением сегодня является создание защитных тканей от электромагнитного излучения. Сегодня ООО «Чайковская текстильная компания» ведет работы по созданию таких тканей. Приходится сталкиваться со многими проблемами, так как отсутствуют устоявшиеся методы проектирования таких тканей, не изучены в достаточной степени свойства таких тканей, не определены четко требования к ним.

В России прогнозируется рост выпуска защитных тканей. Защита человека от неблагоприятных факторов приобретает, естественно, большое значение для многих отраслей. Это делает отрасли промышленности менее травмоопасными. И это выводит эти вопросы на государственный уровень.

Сегодня защитные (экранирующие) свойства достигаются или нанесением спецпрепаратов на ткань (на этапе отделки) или нанесением металлопокрытий на поверхность ткани, в результате защитные свойства изделий не обладают перманентностью к жестким условиям эксплуатации-уход.

В связи с вышеизложенным, тема данной диссертационной работы актуальна.

Целью данной работы является разработка и внедрение в производство новых тканей специального назначения для защиты человека от электромагнитного излучения, значительно ослабляющие электрические и электромагнитные поля, и предложить технологию их изготовления..

В работе решены следующие важные и актуальные на сегодняшний день задачи:

- определить меры защиты от электромагнитного излучения и электромагнитных полей при использовании тканей в зависимости от предельно-допустимых уровней и воздействия;
- разработать новые ткани, значительно ослабляющие электромагнитные и электрические поля и определить области их применения;
- исследовать уровни электромагнитных полей радиочастотного диапазона и определить оптимальную частоту в зависимости от значений коэффициентов экранирования;
- исследовать влияние санитарной обработки материала на изменение коэффициента экранирования;
- определить задачи для выпуска тканей для защитной одежды от вредного воздействия электрического поля промышленных частот;
- выявить новые подходы к технологии получения тканей для защитной одежды от вредного воздействия электрического поля промышленных частот;
- оценить напряженность заправов разработанных тканей при их изготовлении на современном технологическом оборудовании;
- разработать рекомендации по использованию новых видов нитей для изготовления тканей от электромагнитного излучения и исследовать их физико-механические свойства;
- установить причинно-следственные связи между свойствами используемых нитей.

Научная новизна работы заключается в том, что в работе:

- спроектированы новые ткани для защиты от электромагнитного излучения с учетом выбора рациональных структур тканей на основе геометрических методов проектирования ткани, с учетом расположения основных и уточных нитей относительно друг друга;

- на теоретическом уровне доказана возможность изготовления спроектированных тканей на основе теории накопления повреждений с учетом реальных свойств нитей;

- исследованы специфические свойства текстильных нитей (вязкоупругие параметры, параметры долговечности) для изготовления тканей, защищающих человека от электромагнитного излучения.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

- разработаны и внедрены в производство новые ткани для защиты от электромагнитного излучения, значительно ослабляющие электромагнитное и электрическое поле.

- определены основные области применения металлизированных тканей, показано, предложены меры для уменьшения электромагнитного излучения для защитных устройств;

- представлены комплекты защитной одежды, их состав и область применения.

- спроектированные в работе ткани позволяют получить эффективные экранирующие комплекты, позволяющие защитить человека от электромагнитного излучения при их использовании в диапазоне 170-2800 МГц, наилучшие показатели достигнуты при частоте 2800 МГц.

- предложен и внедрен новый состав пряжи из смеси металлизированного волокна, метаарамидного и параарамидного волокон, разработана новая технология формирования пряжи и ткани;

- результаты работы внедрены на ООО «Чайковская текстильная компания» и в учебном процессе РГУ им. А.Н. Косыгина (приложение А и Б).

Реализация наших научных разработок позволит:

- создать условия для развития российского текстильного производства конкурентоспособных товаров (тканей на базе металлизированных нитей и волокон для изготовления спецодежды, СИЗ (экранирующих комплектов) с требуемыми защитными и потребительскими свойствами) тока и др.) и импортозамещения, поскольку в России нет производителей такого уровня тканей с данными защитными свойствами;

- придать уникальные конкурентные преимущества вырабатываемой продукции по новым инновационным технологиям за счет:

- получения новых материалов, не имеющих аналогов на рынке;
- снижения материалоемкости изделий, в том числе в результате возможности использования однослойной одежды;
- повышения эргономики изделия, что особенно важно для сверхопасных профессий;
- снижения себестоимости продукции и увеличения срока эксплуатации тканей, спецодежды и защитной одежды.

- расширить ассортимент защитных тканей направленных на защиту персонала, задействованного в работе с энергоустановками (сверхопасные профессии) на предприятиях электроэнергетической отрасли, от вредного воздействия электромагнитного поля.

1. АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И АССОРТИМЕНТУ ЗАЩИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ СНИЗИТЬ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Научные работы в данном разделе проанализированы по следующим группам:

- работы по тканям для защиты от электромагнитного излучения;
- работы по анализу существующих методов проектирования тканей;
- работы по взаимосвязи структуры, свойств и технологических параметров изготовления тканей.

1.1 Аналитический обзор литературы по разработке тканей от электромагнитного излучения

Никифорова А.А. [61-63] в своей диссертационной работе исследовала свойства тканей после электромагнитного излучения. Она определяла параметры надежности ткани при воздействии ЭМИ больше 1 ГГц. Ею получены регрессионные уравнения (модели) прочностных характеристик тканей при разрыве и раздирании, коэффициента ослабления ЭМИ, электрического сопротивления в зависимости от количества стирок. В работе предложена номенклатура показателей качества, которая позволяет оценить безопасность костюмов при сертификационных и лабораторных испытаниях, что дает возможность прогнозирования использования данных материалов без их пошива и длительных испытаний в реальных условиях. Не совсем понятно, зачем использована теория подобия, которая вряд ли найдет применение.

Антонов Н.А. и Теодорович Н.Н. [1] рассмотрели основные принципы распространения электромагнитных волн, влияние на их прохождение различных препятствий и сред, проанализировано влияние электромагнитных излучений на организм человека, зависимость этого влияния от частоты. В рамках статьи также показаны некоторые методы и способы минимизации негативных воздействий

ЭМП на живые организмы, приведены примеры научных разработок в этой области.

Очень интересные и важные результаты получены в работе [130] в результате патентного поиска коллективом авторов ЦНИИЛКА.

В патенте RU 2411315 приведены важные сведения о разработанной ткани бытового назначения для медико-биологической защиты при использовании радиоэлектронной аппаратуры. В качестве нитей использован наноструктурный ферромагнитный микропровод со стеклянной изоляцией. Эти нити имеют кручение от 100 до 800 кр/м и составляют 1-3,2% от поверхностной плотности ткани. Остальные основные и уточные нити изготовлены из натуральных и химических волокон. В результате проведения работы увеличены разрывная и раздирающая нагрузки, стойкость тканей к истиранию, уменьшена усадка.

В патенте EP №1873298, кл. D06M 11/00, 02.01.2008 описываются новые защитные композиционные материалы на основе использования текстильных материалов. Эти материалы используются в медицине, электро- и радиотехнике, оборонной, строительной и бытовой технике. В качестве армирующей составляющей композита использовано синтетическое нетканое полотно, содержащее 5-10 % углеродного волокна, и электропроводящая ткань мелкоузорчатого переплетения, Поверхностная плотность текстильного материала находится в пределах 175-300 г/м². При использовании данного материала из полиэфирного или полипропиленового волокна повышается эффективности защиты от ЭМИ за счет увеличения абсолютной величины коэффициента отражения при сохранении высоких антистатических свойств.

В патенте EP №1873298, кл. D06M 11/00, 02.01.2008 дана информация о новых текстильных материалах, которые существенно снижают безопасность среды в связи с использованием таких источников электромагнитного загрязнения, как сотовая и спутниковая связи, системы навигации и радиолокации, радиотехнические установки, бытовая техника и медицинские приборы.

В патенте EP №0238291, кл. H01Q 17/00, 1987 дана характеристика металлизированной ткани с достаточно высокой эффективностью защиты от ЭМИ.

Для повышения огнезащитных свойств ткани на нее нанесен состав с антипиреновым компонентом. Ткань содержит металлизированное волокно и предназначена для пошива одежды, защищающей человека от ЭМИ. Но наличие в тканях металла в виде нитей или в виде покрытия значительно повышает хрупкость металлизированного слоя материала и его стоимость. Конечно, сегодня существует потребность в недорогих легких композиционных текстильных материалах, поглощающих ЭМИ и ослабляющих интенсивность воздействия излучения до безопасного уровня для человека и при этом обладающих необходимыми заданными свойствами в условии их использования. Авторами предложен материал, содержащий смесь полимера и волокна с удельным электрическим сопротивлением более 10^4 Ом·см, при этом поглощающий слой выполнен из полимера и волокна карбида кремния с удельным сопротивлением от 10^{-2} до 10^4 Ом·см.

В патенте US №3725927, кл 393-1813, 1973 описывается защитный текстильный материал от воздействия ЭМИ и выполнен из тонкого слоя нетканого войлока, в который вплетены электропроводящие микродиполи разной длины.

Ученые Ивановского государственного политехнического университета профессора Б.Н. Гусев и А.Ю. Матрохин в своей работе [31] определили основные направления совершенствования ассортимента текстильных материалов и изделий, методов оценки их свойств с учетом важных задач, поставленных перед отраслью. Отметим важность создания тканей для изготовления защитной одежды.

В работе [5] разработана методика «определения коэффициента ослабления тканей для защиты от электромагнитных излучений» в диапазоне радиочастот. В результате испытаний тканей на основе данной методики получены значения коэффициентов ослабления.

В работе А. Шваба рассмотрены вопросы защиты человека от электромагнитного излучения [137].

Представляет интерес работа [57], в которой приведены результаты экспериментальных исследований свойств образцов материалов на основе полипропилена, изготовленных по технологии «спанбонд», подвергающихся ионизирующему излучению в различных дозах. Проведен анализ токсикологических параметров.

В работе [130] изложены перспективы создания технического текстиля в России.

В работе [133] предложена технология создания одноразовой медицинской одежды, в том числе она защищает человека от электромагнитного излучения.

В работе [133] сказано, что при изготовлении стерильной медицинской одежды из материала на основе полипропилена, нужно учесть тот факт, что при воздействии радиации материалы деструктируют, а также возможно протекание в них автоокислительных реакций. Это, может продолжаться определенное время после облучения.. Для использования этих материалов в медицинских изделиях стерилизуемых радиацией необходимо иметь представление о воздействии ионизирующего в интервале поглощенных доз ионизирующего излучения на материалы, используемые в данных изделиях.

Интересен для практического использования ГОСТ 52770-2007 «Изделия медицинские. Требования безопасности. Методы санитарно-химических и токсикологических испытаний» [30].

В работе [165] рассмотрены вопросы создания технического текстиля медицинского назначения.

На сайте ООО «ТЕКС-ЦЕНТР» приведены краткие сведения о тканях, связанных с защитой от электромагнитного излучения [163]. Представляют интерес:

- экранирующая одежда, фартук от защиты при использовании компьютеров, телефонов, печей СВЧ;

- экранирующая ткань «ЭКОТЕКС» для изготовления специальной защитной одежды от электромагнитного излучения широкого диапазона для защиты здоровья детей и беременных женщин, людей, страдающих сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями.

- металлизированный материал «НАНОТЕКС» с использованием ионно-плазменной обработки, напыление металлов в вакууме.

- сепарационные ткани, которые выполняют роль разделительной перегородки, при производстве экранно-вакуумной теплоизоляции космических аппаратов.

Представляет большой интерес материал, содержащийся в статье В. Мареичева [167]. Он дает очень интересную информацию о влиянии электромагнитных полей в различных местах земной поверхности. И в настоящее время защита человека от электромагнитного излучения соизмерима с защитой от радиационного излучения. Об этом мало говорят, но вопрос очень серьезный. Радиосвязь, электроэнергетика, радиосвязь, радиолокация, электротехника, высокочастотные промышленные технологии – вот неполный перечень областей, где с этим приходится сталкиваться человеку. Но ведь даже небольшое энергетическое воздействие электромагнитных излучений отрицательно воздействует на человеческий организм на клеточном и молекулярном уровне. И это необходимо учитывать. . В настоящее время наиболее удобным средством защиты человека и приборов от ЭМИ являются ткани, содержащие металлизированные нити. Наилучшие экранирующие свойства имеют металлизированные ткани «Метакрон», они производятся компанией ООО НПП «Техностиль». При их изготовлении обеспечивается двухстороннее покрытие с двух сторон из никеля или из никеля и алюминия. Толщина покрытия при этом - до 12 мкм материала. Используются нити различного волокнистого состава (полиэфир, полиамид, стекло, базальт, арамид и др.).

На сайте «Izluchenie net» [165] приведена характеристика тканей для защиты от электромагнитного излучения, выпускаемая фирмой ООО «Измерительные Системы и Технологии». На рисунках 1.1-1.9 представлена структура тканей при увеличении в 4 и 400 раз, а также некоторые характеристики данных тканей.

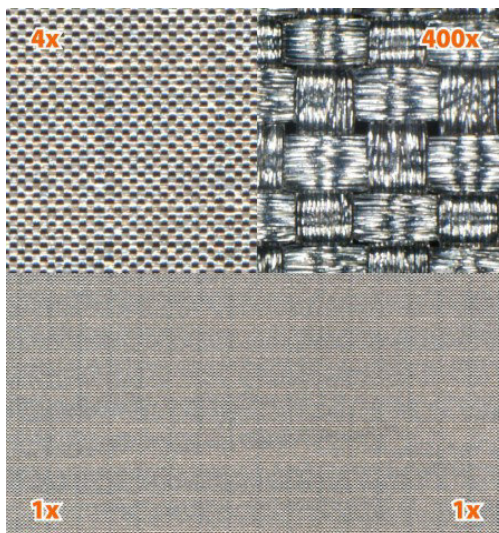


Рисунок 1.1 – Экранирующая ткань HNG100

На рисунке 1.1 показана структура экранирующей ткани HNG100 с универсальным экранирующим покрытием 100 дБ. Коэффициент экранирования ЭМП ткани составляет 100 дБ на частоте 1 ГГц (10000000000 раз по мощности). Длина/ширина рулона: 20 или 100 метров/1,3 метра. Вес 140 г/м². Состав: полиэстер, медь, никель, защитное покрытие.

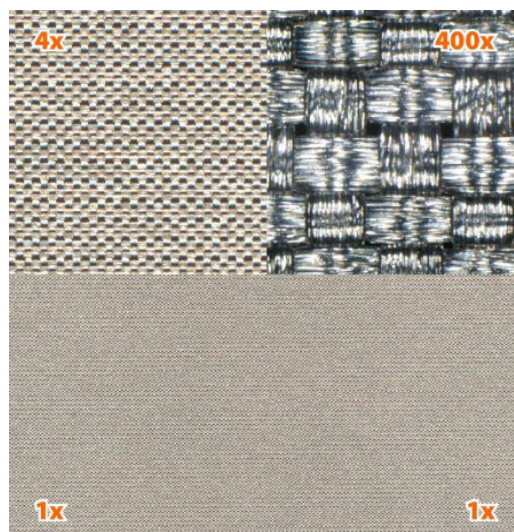


Рисунок 1.2 – Экранирующая ткань HNG80

На рисунке 1.2 показана структура экранирующей ткани HNG80 с экранирующим покрытием 80 дБ. Коэффициент экранирования ЭМП данной ткани составляет 80 дБ на частоте 1 ГГц (1000000000 раз по мощности). Длина/ширина рулона: 20 или 100 метров/1,3 метра. Вес 80 г/м². Форма поставки: погонными метрами.

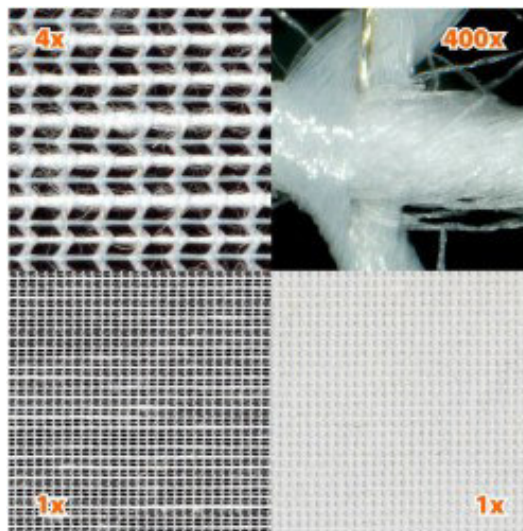


Рисунок 1.3 – Экранирующая ткань ORGANIC (WHITE, BEIGE, STRIPE)

На рисунке 1.3 показана структура экранирующей ткани (тюль) ORGANIC (WHITE, BEIGE, STRIPE) с экранирующим покрытием 35 дБ. Ширина 300 ± 2 см; длина: отпускается в погонных метрах; ослабление: 35 дБ – в один слой (3160 раз по мощности); цвет: белый; состав: 34% полиэстер (Newlife®), 33% хлопок, 22% медь, 9% лён, 2% серебро; вес: 90 г/м^2 ; стабильность размеров: $\pm 1\%$.

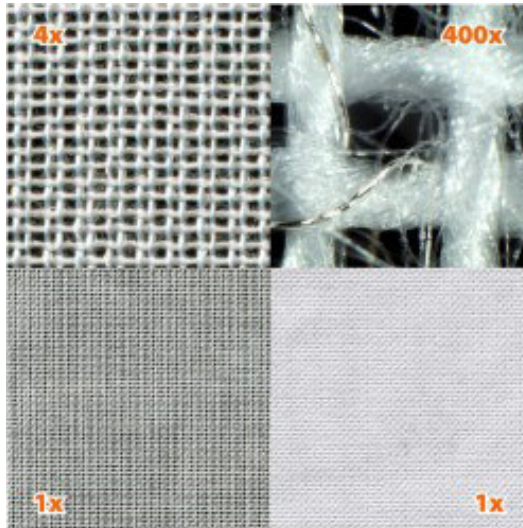


Рисунок 1.4 – Экранирующая ткань POLYSHIELD

На рисунке 1.4 показана структура экранирующей ткани POLYSHIELD с экранирующим покрытием 35 дБ. Ослабление 35 дБ – 1 слой (3160 раз по мощности), 50 дБ – два слоя (100000 раз по мощности). Полупрозрачная ткань. Ширина 220 ± 2 см. Состав: 90% полиэстер, 9% медь, 1% серебро. Цвет белый.

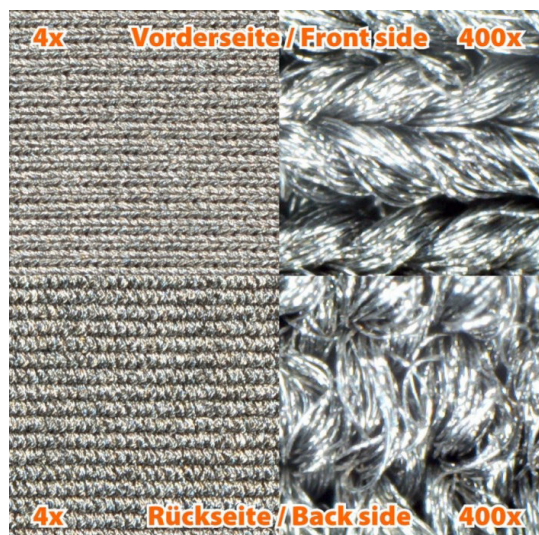


Рисунок 1.5 – Экранирующая эластичная ткань SILVER-ELASTIC

На рисунке 1.5 показана структура экранирующей эластичной ткани SILVER-ELASTIC с экранирующим покрытием 50 дБ (для одежды). Ослабление: 50 дБ (100000 раз по мощности). Ширина: 155 см. Цвет: металлик. Растяжимость: до 50% ширины, до 80% длины. Сырье: 80% спандекс, 20% серебро. Вес: 130 г/м². Поверхностная проводимость: 0,5 Ом/дюйм (2,54см).

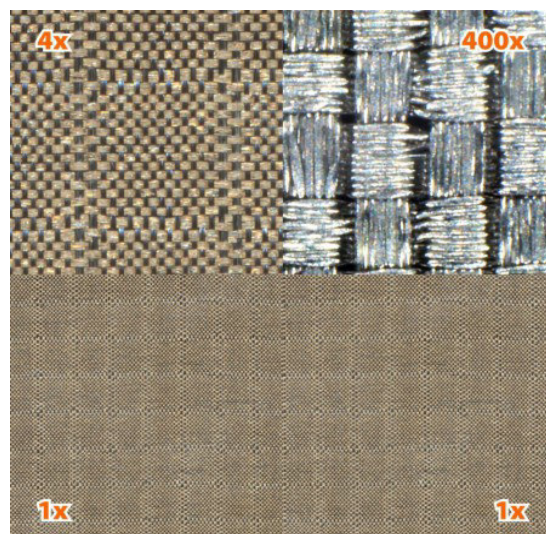


Рисунок 1.6 – Экранирующая техническая ткань SILVER-SILK

На рисунке 1.6 показана структура экранирующей технической ткани SILVER-SILK с экранирующим покрытием 60 дБ. Ослабление: 60 дБ (1000000 раз по мощности) – в 1 слой, 76 дБ (39800000 раз по мощности) – в 2 слоя. Ширина: 130 ± 2 см. Цвет: металлик. Состав: 80% нейлон, 20% серебро. Вес: 45 г/м². Поверхностная проводимость: 0,2 Ом/дюйм.

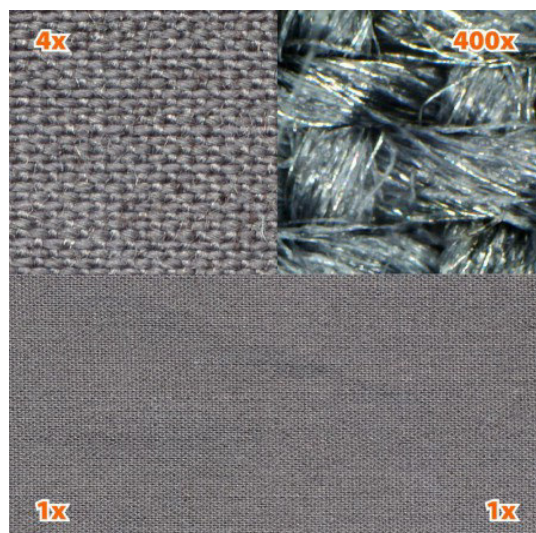


Рисунок 1.7 – Экранирующая ткань STEEL-GRAY

На рисунке 1.7 показана структура экранирующей ткани STEEL-GRAY с экранирующим покрытием 35 дБ (для одежды). Ослабление: 35 дБ (3160 раз по мощности) – 1 слой, 50 дБ (100 000 раз по мощности) – 2 слоя. Ширина: 150 ± 2 см. Цвет: Серый. Состав: 40% хлопок, 30% полиэстер, 30% нержавеющая сталь. Вес: 120 г/м^2 . Поверхностная проводимость: 100-800 Ом/дюйм

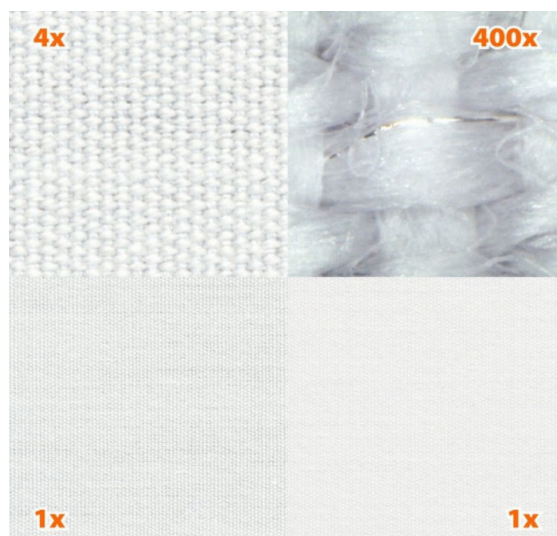


Рисунок 1.8 – Экранирующая ткань WEAR

На рисунке 1.8 показана структура экранирующей ткани WEAR с экранирующим покрытием 30 дБ (для одежды). Ослабление: 30 дБ (1000 раз по мощности) – 1 слой, 39 дБ (7940 раз по мощности) – 2 слоя. Ширина: 150 ± 2 см. Цвет: Белый. Состав: 90% хлопок, 9,5% медь, 0,5% серебро. Вес: 70 г/м^2 .



Рисунок 1.9 – Экранирующая ткань VIOLE

На рисунке 1.9 показана экранирующая ткань (тюль) VIOLE с экранирующим покрытием 36 дБ. Ширина 250 ± 2 см, длина в погонных метрах (в рулоне 120 метров). Ослабление: 36 дБ – в 1 слой (3980 раз по мощности), 51 дБ – в 2 слоя (126000 раз по мощности). Цвет: белый. Состав: 83% полиэстер, 16% медь, 1% серебро. Вес: 55 г/ м².

В работе [164] приведен спектр электромагнитного излучения по частотам до 10^{21} Гц. Этот материал, безусловно, представляет интерес для проектировщиков текстильных материалов. Он дает представление об условиях, в которых может находиться защитная одежда. «В зависимости от диапазона длин волн различают: электромагнитное излучение радиочастот; инфракрасное излучение; видимый свет; ультрафиолетовое излучение; рентгеновское излучение; гамма-излучение».

Компания «Феррит-Домен» изготавливает ферритовое волокно, из которого можно изготавливать специальные ткани. Такая ткань с низкой удельной массой и высокой гибкостью способна защищать электронные приборы от радиоэлектронного воздействия [17]. Ткань используется для защиты военной техники. Новая ферритовая ткань способна защитить электронные приборы от электромагнитного излучения с частотой от 0,5 до 50 гигагерц.

При отражении от материала уровень электромагнитного поля военной техники снижается до 10-30 децибел, а при прохождении сквозь него - до ста децибел.

Перечисленные выше работы показывают интерес к решению рассматриваемой проблемы. Однако следует констатировать, что масштабных исследований в этой области недостаточно. При создании материалов исследователи зачастую используют интуитивный подход. Конечно, это неправильно.

В списке литературы перечислены работы, опубликованные автором диссертации по данной проблеме [43, 71-75, 107-116].

1.2 Аналитический обзор литературы по анализу методов проектирования тканей

Вопросам проектирования ткани посвящены работы многих российских и зарубежных исследователей.

Существующие методы проектирования однослойных тканей строятся на основе подходов, разработанных основоположником отечественной науки о строении ткани профессором Н.Г. Новиковым [76]. В основе своего метода Николай Григорьевич Новиков использовал геометрический метод. Он получил важные соотношения между параметрами структуры однослойных тканей. Ввел понятия о фазах их строения. Конечно. Николай Григорьевич сделал определенные допущения. Он не учитывал смятие нитей в ткани. Не учитывал различную форму нитей в суровой и ткани и при формировании элемента ткани на станке. Но он был первым. И его положения легли в основу многих последующих методов проектировании тканей.

Воробьев В.А. [7] предложил для проектирования тканей использовать такой параметр, как наполнение ткани волокнистым материалом. Действительно, этот коэффициент учитывает основные параметры структуры ткани – плотности ткани и линейные плотности нитей. Но, к сожалению, не учитывалось смятие нитей. И наполнения для многих тканей превышало 100 процентов. Это противоречит физическому смыслу параметра. Не совсем убедительным, на наш взгляд, является и проектирование ткани по среднему показателю наполнения. Средний показатель

может быть один и тот же, а свойства тканей в направлении основы и утка различны. А это при использовании тканей очень важно.

Очень много важного в разработке новых методов проектирования сделала Н.Ф. Сурнина. В работе [129] Н.Ф.Сурнина описывает несколько методов проектирования – проектирование по заданной поверхностной плотности, проектирование по заданной толщине. Н.Ф.Сурнина учитывает реальные сечения нитей в ткани. Это дает точные результаты определения параметров. Она вывела зависимости для расчета максимально – возможной плотности ткани.

Л.А. Черникина [134] использовала при разработке своего метода проектирования икании несколько выходных параметров – стойкость ткани к истиранию, стойкость ткани к сминаемости, поверхностную плотность, коэффициент наполнения. Она исследовала костюмные ткани из чистошерстяной пряжи. Она приводит довольно большую статистику параметров структуры исследуемых тканей, что, конечно, интересно и важно, прежде всего, с практической точки зрения.

Проф. Мартынова А.А., по праву считается до сих пор учены, внесшим наибольший вклад в современную теорию строения и проектирования тканей. Ее первая работа [56] посвящена «методу проектирования ткани по прочности на раздирание». «Из анализа процесса раздирания ткани автором было установлено, что процесс раздирания есть разрыв при растяжении одновременно работающих поперечных нитей, суммарная разрывная нагрузка которых определяет прочность ткани на раздирание» [92]. А.А.Мартынова за многие годы работы систематизировала практически все существующие методы проектирования тканей, разработала новые методы, на их основе спроектировала довольно большое количество новых тканей специального, технического и бытового назначения [54, 55]. Самое главное, что методы проектирования широко используются и дают прекрасные результаты.

Юхина Е.А. в работе [144] вывела аналитические зависимости пористости ткани. При этом она учла практически все параметры структуры. Это дадо ей

возможность предложить свой, довольно оригинальный метод проектирования по заданной воздухопроницаемости.

А.Г.Литовченко при проведении своей диссертационной работы [51] исследовал хлопчатобумажные ткани с продольными полосами. При создании своего метода он учел вытяжку нитей в ткачестве. К сожалению, он не учел, что при этом изменяется линейная плотность нити. Кроме того, не учтен тот факт, что нити основы в полосах различного переплетения сматываются с одного эффекта. И создается внешний эффект в виде полос различной толщины.

Представляет интерес диссертационная работа А.В.Меркулова [57]. Он исследовал уточно-ворсовые ткани и предложил метод их проектирования. Выходными параметрами являются разрывные нагрузки полосок ткани и ее поверхностная плотность. В качестве конечного результата автор получает все необходимые параметры структуры и заправки ткани, включая раппорт переплетения.

Под руководство проф. Мартыновой выполнена работа Н.К.Зотовой [35]. Н.К. Зотова разработала метод проектирования полутораслойной ткани по толщине и разрывной нагрузке ткани. В работе содержится ряд интересных выводов по соотношениям между параметрами структуры ткани. Однако, отсутствие статистики параметров структуры тканей различного волокнистого состава не позволяет в дальнейшем широко использовать данный метод проектирования.

В.В.Кузьмин в своей диссертационной работе [48] исследовал петельные ткани. Он под руководством проф. А.А.Мартыновой разработал метод проектирования для петельных тканей. Выходным показателем была высота петли. Получена модель петли, которая помогает прогнозировать условия выработки ткани.

Последние годы интенсивно развиваются информационные технологии. Естественно, исследователи при создании новых методов проектирования тканей широко используют автоматизированные методы проектирования. Правда, многие работы исследуют только рисунки переплетений. Для практиков же важно при

проектировании получить и рассчитать все параметры структуры и технологические параметры. Это не всегда удается сделать.

С.Е.Бесхлебная в диссертационном исследовании [3] разработала новый метод проектирования по пористости тканей. Она установила функциональную взаимосвязь между параметрами строения и объемной пористостью. Это помогло рассчитать все остальные параметры структуры, спроектировать несколько новых тканей и реализовать их на практике. К достоинству работы следует отнести то, что автор учитывает вид сырья. Это делает предложенный метод универсальным.

Отметим несколько диссертационных исследований, выполненных под руководством проф. Николаева С.Д.

О.М.Раченкова в диссертационной работе [90] использовала программируемый язык C++ и предложила аналитические зависимости для расчета параметров структуры, технологических параметров. Эти зависимости справедливы для всех однослойных тканей. Причем справедливы для всех переплетений Они могут быть положены в основу проектирования многих методов. Конечно, это исследование было бы более ценным, если автор использовала бы нелинейную теорию изгиба.

В.Б. Никишин один из первых в диссертационной работе [64] использовал метод сканирования микросрезов тканей на компьютер. Он предложил метод расчета параметров структуры ткани на ЭВМ. Причем как по микросрезам вдоль нитей основы, так и по микросрезам вдоль нитей утка. Сравнение показателей по двум расчетам позволяло ответить на вопрос о корректности данных исследований. В работе использованы современные информационные технологии. В результате можно оперативно получать значения всех параметров строения тканей по микросрезам ткани вдоль нитей основы и вдоль нитей утка.

Л.Г.Руденко в своих исследованиях [91] предлагает проектирование ткани вести по суровой и готовой ткани. Для исследования взяты хлопчатобумажные ткани. Используются различные переплетения. Ей доказано, что при небольшом расхождении значений фаз строения суровой и готовой тканей свойства будут наилучшими. Она подтвердила ранее высказанные гипотезы известными учеными.

Л.Г.Руденко исследовала ткани простых переплетений. Она использовала также линейную теорию изгиба, которая имеет определенные недостатки. Использование нелинейной теории изгиба, безусловно, могло бы дать более точные расчеты. К достоинству работы следует отнести тот факт, что эксперимент проведен на одном из крупнейших комбинатов - Глуховский текстиль. При дальнейшем исследовании возможно использования алгоритма, предложенного Л.Г.Руденко.

Л. Батуруричи под руководством проф. С.Д.Николаева в своей диссертационной работе предложил оригинальный метод проектирования хлопчатобумажных тканей по водопоглощаемости и воздухопроницаемости [2]. Получены новые аналитические зависимости по расчету параметров проектируемой ткани. К недостатку работы следует отнести, что авторы не учитывают реальное расположение нитей в ткани.

А.В.Фирсов провел важные научные исследования по визуализации внешнего вида ткани. Им составлен алгоритм для современных ЭВМ. При составлении алгоритма он учел параметры структуры тканей (переплетение, размеры диаметров нитей, плотности ткани) и установил их взаимосвязь с манером цвета в ткани. Им решена задача нахождения рационального переплетения однослойной ткани для заданного раппорта цвета ткани. В связи с этим решен ряд задач по подбору переплетения для бытовых тканей. Разработанная методика позволяет при проектировании рисунка переплетения возвращаться на несколько шагов назад и корректировать полученные результаты. Работа имела большую ценность, если бы была учтена технология изготовления ткани на ткацком станке, на котором предполагается изготовить ткань с заданным мотивом цветного узора [132].

С.В. Малецкая в своей диссертационной работе [53] предлагает «автоматизированные методы проектирования узоров одно-, полкутора- и двухслойных пестротканей различными способами». Она разработала принципиально новую САПР, предлагает оригинальные алгоритмы решения поставленных задач, предлагает методы построения узоров переплетений. К достоинству работы следует отнести одновременный учет переплетений ткани и

мотивы цветного узора. Используются современные информационные технологии, двоичная система кодирования. Разработанная С.В.Малецкой система проектирования довольно проста при практическом использовании.

Необычным является подход И.В. Ильина [37]. В качестве отправных формул у него являются зависимости для расчета уработок нитей основы и утка. И по ним он рассчитывает высоты волн изгиба нитей в ткани. Обычно делается наоборот. Поэтому этот метод вряд ли может эффективно использоваться в промышленности.

В.И. Смирнов [122] предложил свой метод проектирования по заданным параметрам структуры. И входными параметрами у него являются высоты волн изгиба. Правда непонятно откуда он знает, каким должен быть изгиб нитей. Обычно эти параметры рассчитываются. Недостатком является то, что принято только круглое сечение нити и не учитывается сжатие нитей в ткани. Это дает недостоверные результаты расчета при проектировании.

Г.Л.Слостина в работе [121] исследовала полые ткани, которые широко востребованы в различных отраслях. В частности, в различных приводных системах. Эта одна из немногих работ, где выходным параметром является величина удлинения ткани. Здесь очень важна рациональная структура ткани, фаза ее строения, прочностные показатели, толщина ремня. Автором при проектировании различных транспортных лент учитывается объемное заполнение ткани. Правда следует отметить, что трудно до момента выработки ткани и ее исследования знать реальную форму сечения емим и степень сжатия нитей.

Одной из первых работ по проектированию многослойных тканей является работа О.Ф.Ятченко [145]. О.Ф.Ятченко установила взаимосвязь между объемным заполнением ткани и другими показателями структуры и выработки ткани. На наш взгляд, не совсем корректно считать этот показатель комплексным и определяющим, как считает автор данной работы.

Важные исследования проведены проф. В.П. Склянниковым. Он ввел понятие «коэффициента напряженности переплетения» и его учитывает при проектировании вязкоэластичных тканей. При проектировании он учитывает наполнение ткани волокнистым материалом. Однако при расчетах он не учитывает смятие

нитей. Разработанный метод имеет ограничения в использовании, так как базируется на статистике данных, полученных для вязкозных тканей [119].

В своей работе [50] В.Г.Лейтес показал пути, как можно получать ткани с одинаковым наполнением по основе и по утку. Для этого он проводит многочисленные расчеты, изменяя параметры заправки станка – плотности ткани и линейные плотности. И тогда он предлагает использовать коэффициент «среднего наполнения ткани». В работе не учитывается смятие нитей, что дает не совсем точные результаты при расчетах.

Важные исследования проводит Левакова Н.М. В своей диссертационной работе она предложила метод проектирования ситовых тканей [49]. Ей предложены оригинальные аналитические зависимости для расчета параметров строения ситовых тканей. В качестве сырья использованы полиамидные нити, переплетение выбрано полотняное. К сожалению уже многие годы работ в этом направлении не проводится. Это не решает проблему создания отечественных фильтров.

А.И. Скорикова А.И. в диссертационной работе [120] предложила «метод проектирования полшерстяных тканей комбинированного переплетения по оптимальным коэффициентам наполнения». На очень большом экспериментальном материале получены экспериментальные параметры, которые позволяют рассчитать и определить рациональные параметры структуры ткани и правильно спроектировать ткани.

В кандидатской диссертации Каревой Т.Ю. [41] рассмотрены структуры тканей с продольными и поперечными полосами и технология их изготовления. Предложены оригинальные зависимости, позволяющие рассчитать плотности полос тканей различного переплетения, толщины этих полос. Точность расчетов повысилась, если бы учитывалась вязкоупругая природа нитей.

Позже Т.Ю.Кареева провела очень важные исследования в области трехосного ткачества [42]. Ее работы являются первыми в России в этой области. Она предложила новые конструкции механизмов прибора, зевобразования, прокладывания утка, отпуска и натяжения основы для изготовления трехосных тканей. Она получила аналитические зависимости для расчета всех параметров

строения трехосных тканей, разработала новые рисунки переплетений трехосных тканей. Важными являются полученные модели для определения параметров строения и технологических параметров трехосных тканей. Т.Ю.Карева показала области использования трехосных тканей, преимущества трехосных тканей перед обычными тканями.

Несмотря на значительное количество существующих методов, практически отсутствуют научные исследования по разработке новых защитных тканей от электромагнитного излучения. Да и исследований технологии, анализу свойств данных тканей очень мало. Видимо, предприятия, выпускающие эти ткани, ориентируются на зарубежные аналоги и пытаются достичь определенных параметров.

1.3 Аналитический обзор литературы по исследованию свойств и строения тканей и их взаимосвязи с технологическими параметрами

Получение математических моделей между технологическими параметрами, свойствами и параметрами структуры тканей – важная задача для большинства научных исследований в области технологии ткачества. Большинство этих моделей получено экспериментально. Их использование в дальнейших научных исследованиях ограничено в связи с получением статистики ланных на конкретных тканях.

В этом разделе отметим только универсальные модели, полученные учеными. Они могут использованы при проведении работ в данной области исследования

Важными являются научные исследования проф.Э.А.Оникова [78, 79]. Используя методы сопротивления материала, он получил соответствующие аналитические выражения для расчета технологических параметров и параметров строения тканей. Ему первому удалось показать степень сжатия нитей в процессе прибоа утка на ткацком станке и степень дальнейшего восстановления размеров нитей. Он получил модель изгиба нитей на примере ткани полотняного

переплетения. Наверно, результаты были более весомыми, если бы была учтена вязкоупругая природа нитей и использована нелинейная теория изгиба.

Профессор Ивановской текстильной академии Степанов Г.В. [125, 126] получил аналитические выражения для расчета параметров структуры тканей специального назначения. Однако выражения, полученные Г.В.Степановым, носят более сложный характер. Это затрудняет проведение по ним практических расчетов. Г.В.Степанов попытался решить задачу расчета натяжения утка в процессе фронтального прибоя. Это важно, так как экспериментально записать натяжение утка в этот период невозможно, так как в этой зоне постоянно перемещаются ремизки и бордо. Наверно, это возможно сделать бесконтактными методами, но они практически в ткачестве не используются.

Профессор Каунасского политехнического университета проф.Милашюс В.М. [58] разработал «деформационный метод» расчета технологических параметров и параметров структуры тканей. Непонятно, почему не учитывались модули упругости нитей, которые в значительной степени влияют на изгиб нитей. Положительным является факт учета релаксационных процессов.

Профессор Российского государственного университета имени А.Н.Косыгина Николаев С.Д. в своих работах [65-70] уделяет большое внимание этим вопросам. Для этих целей он использовал теорию изгиба стержней. Линейную теорию изгиба он предлагает использовать для тканей, в которых высоты волн изгиба не превышают 30% геометрических плотностей тканей. Нелинейная теория изгиба может применяться для любых тканей. Николаев С.Д. учитывает при расчетах вязкоупругую природу нитей. Он подробно исследовал влияние отдельных факторов на структуру ткани и натяжение нитей. Расчеты в диссертационной работе Николаева С.Д. проведены для 100 различных тканей. Они подтверждены экспериментальными данными и внедрением результатов работы в промышленности. Это позволило широко использовать этот метод при выполнении диссертационных исследований аспирантами, выпускных квалификационных работ студентами. Используя данный метод можно решать задачи по расчету технологических параметров в зависимости от параметров

структуры и расчету параметров структуры в зависимости от технологических параметров ткачества.

Интересны научные исследования профессора Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна Б.М.Примаченко. Он приводит удобные для расчета формулы для расчета параметров процесса приборя. При этом учитывает геометрические характеристики ткани. Но не учитывает вязкоупругую природу нитей.

Специфика технологического процесса ткачества не позволяет экспериментально определить технологические параметры в процессе приборя уточины. Поэтому использование бесконтактных методов контроля технологических процессов на сегодня актуально. Но работ в этом направлении проведено очень мало.

Первым в России бесконтактный метод контроля в ткачестве применил профессор П.В.Власов. Он использовал для этого радиоактивные β - источники. Это позволил ему получить аналитические зависимости для расчета натяжения нитей в труднодоступных для экспериментирования зонах. Прежде всего, в зоне «ремиз – опушка ткани». Проф. П.В.Власов создал уникальную установку для экспериментальных исследований при использовании радиоактивных изотопов. К сожалению, в России этот перспективный метод не получил должного развития.

В последние годы для контроля технологических процессов использовано тепловидение. О.В.Ковалева и А.А.Ликучева под руководством проф. С.Д.Николаева провели научные исследования, которые позволили рассчитать натяжение нитей при приборе и при зевобразовании в зависимости от температуры нити на ткацком станке. Этот метод подробно описан в работах [68, 69].

Можно отметить и другие научные исследования российских и зарубежных ученых, где решаются отдельные вопросы для конкретных тканей [34, 41, 64, 75, 80, 90-92, 103-106, 117, 118].

Проведенный анализ показывает важность научных исследований в этой области при изготовлении различных тканей.

Анализ литературных источников показал, что требуется разработка или научно-обоснованное использование существующего метода проектирования тканей для исследуемых нами тканей. Подобных научных исследований пока проведено не было.

2. Задачи исследования

Задачами исследования являются:

- - определить меры защиты от электромагнитного излучения и электромагнитных полей при использовании тканей в зависимости от предельно-допустимых уровней и воздействия;
- разработать новые ткани, значительно ослабляющие электромагнитные и электрические поля и определить области их применения;
- исследовать уровни электромагнитных полей радиочастотного диапазона и определить оптимальную частоту в зависимости от значений коэффициентов экранирования;
- исследовать влияние санитарной обработки материала на изменение коэффициента экранирования;
- определить задачи для выпуска тканей для защитной одежды от вредного воздействия электрического поля промышленных частот;
- выявить новые подходы к технологии получения тканей для защитной одежды от вредного воздействия электрического поля промышленных частот;
- оценить напряженность заправок разработанных тканей при их изготовлении на современном технологическом оборудовании;
- разработать рекомендации по использованию новых видов нитей для изготовления тканей от электромагнитного излучения и исследовать их физико-механические свойства;
- установить причинно-следственные связи между свойствами используемых нитей.

Выводы по главе

1. Анализ состояния вопроса определил круг вопросов, необходимых для решения, позволил определить задачи и исследования и сформулировать научную новизну и практическую значимость

2. Установлено, что:

- не решены задачи по проектированию защитных тканей от электромагнитного излучения, в частности по таким характеристика, как поверхностная плотность ткани, ее толщина и параметры структуры;

- не исследованы свойства и параметры структуры тканей (физико-механические, экранирующие, санитарно-химические) для защиты от электромагнитного излучения;

- отсутствуют рекомендации и СТО по изготовлению данных тканей на современном технологическом оборудовании;

- требуется разработка метода прогнозирования изготовления тканей от электромагнитного излучения на современном технологическом оборудовании.

2 РЫНОК ТКАНЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ (ЭМИ)

2.1 Влияние ЭМИ на человека, источники ЭМИ

Влияние электромагнитного излучения на человека связано с наличием электромагнитного поля - особой форма материи, которая осуществляет воздействие электрически заряженных частиц. Причины возникновения электромагнитного поля определены тем, что изменяющееся во времени электрическое поле является причиной образования магнитного поля, а магнитное поле – причиной возникновения вихревого электрического поля: оба поля во времени изменяются и возбуждают друг друга. Электромагнитные волны, образовавшиеся во время этих процессов, существуют независимо от источника.

В международной классификации электромагнитные волны (ЭМВ) можно разделить по частотным диапазонам. В таблице 2.1 приведена классификация электромагнитных волн по частотным диапазонам.

Российские санитарно-гигиенические органы измеряет плотность потока электромагнитной энергии на частотах свыше 300 МГц.

Электромагнитные поля определяют информации для всех живых организмов. Но рост частоты и времени нахождения человека в таком поле негативно влияет на организм человека. Безусловно, присутствуют и другие эффекты. «Параметрами, воздействующими на человека, являются: интенсивность электромагнитного поля (ЭМП); частота излучения; продолжительность облучения; модуляция сигнала; сочетание частот ЭМП, периодичность действия» [109].

Взаимодействие вышеназванных параметров дает последствия для реакции облучаемого человека или другого живого существа. Знание этих параметров позволяет избегать негативных последствий. Классификация электромагнитных волн по частотным диапазонам приведена в работе [59] и показана в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Классификация электромагнитных волн по частотным диапазонам

Границы диапазона	Наименование частотного диапазона	Обозначение	Границы диапазона	Наименование волнового диапазона
3-30 Гц	Крайние низкие	КНЧ	100-10 Мм	Декамегаметровые
30-300Гц	Сверхнизкие	СНЧ	10-1 Мм	Мегаметровые
0,3-3 кГц	Инфранизкие	ИНЧ	1000-100 км	Гектокилометровые
3-30 кГц	Очень низкие	ОНЧ	100-10 км	Мириаметровые
30-300 кГц	Низкие частоты	НЧ	10-1 км	Километровые
0,3-3 МГц	Средние	СЧ	1-0,1 км	Гектометровые
3-30 МГц	Высокие частоты	ВЧ	100-10 м	Декаметровые
30-300МГц	Очень высокие	ОВЧ	10-1 м	Метровые
0,3-3 ГГц	Ультравысокие	УВЧ	1-0,1 м	Дециметровые
3-30 ГГц	Сверхвысокие	СВЧ	10-1 см	Сантиметровые
30-300 ГГц	Крайне высокие	КВЧ	10-1 мм	Миллиметровые
300-3000 ГГц	Гипервысокие	ГВЧ	1-0,1 мм	Децимиллиметровые

Постоянное воздействие электромагнитного излучения на человека отрицательно действует на различные органы организма человека. ЭМИ приводят к головным болям, утомляемости, организма нарушениям работы организма. Максимальное воздействие ЭМИ происходит на «кровь и глаза, повышается частота онкологических заболеваний и развитие катаракты, увеличивается количество людей, страдающих кожными заболеваниями» [109].

Так, например, компьютер, кроме общеизвестного негативного воздействия на человека, во время работы образует вокруг себя электростатическое поле, а при нагревании корпус монитора выделяет в воздух вредные вещества. Такой воздух может привести к заболеваниям аллергического характера, болезням органов дыхания.

В зависимости от частоты волны и интенсивности энергия излучений может превращаться в тканях в тепловую энергию.

Наряду с отрицательным воздействием ЭМИ может восстанавливать функции различных органов, лечатся воспалительные заболевания.

Можно выделить следующие источники ЭМИ: теле- и радиосвязь, радиолокационные и радионавигационные, электротехнические системы, системы, связанные с высокочастотными промышленными технологиями и лазерными

установками, научные установки, ЛЭП, физиотерапевтическая аппаратура, транспортные средства, использование электромагнитной энергии, технические средства, бытовая техника и др. Еще одним источником ЭМИ являются геопатогенные зоны земли [109].

2.2 Государственное регулирование в области электромагнитной безопасности

В Российской Федерации государственное регулирование в области электромагнитной безопасности ведется в соответствии с Государственными стандартами (ГОСТ) [10-30] и Санитарными правилами и нормами (СанПин) [9, 77, 81, 82, 95-99, 102, 103]. Эти документы ограничивают уровни электрических, магнитных и электромагнитных полей при различных частотах, определяемых условиями работы. Без этих документов невозможно осуществление каких либо работ. Иначе будут очень тяжелые последствия.

В настоящее время в РФ действуют государственные стандарты в области электромагнитной безопасности по электрическим, электромагнитным, электростатическим полям промышленной частоты, экранирующим устройствам для защиты [11-14].

Санитарные правила и нормы определяют к отдельным видам продукции для определенных ситуаций облучения гигиенические требования. В настоящее время используются следующие санитарные нормы и правила, которые определяют работу людей в опасных условиях работы. Используются СанПин [95-99], ориентировочные безопасные уровни воздействия ОБУВ [77], санитарные нормы СН [102], предельно-допустимые нормы ПДУ [81-82].

«В основе установления ПДУ лежит принцип пороговости вредного действия ЭМП» [59]. Предельно - допустимые уровни плотности потока энергии в различном диапазоне частот в зависимости от времени воздействия даны в работе [59] и использованы нами в работе [109].

Таблица 2.2 – Предельные допустимые уровни плотности потока энергии

Продолжительность воздействия Т, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,20 и менее	1000

При продолжительности воздействия менее 0,2 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

В нашей работе не дается подробное описание существующих документов, так как они известны и не являются предметом наших разработок. Мы их используем при проведении работы.

2.3 Средства защиты от ЭМИ

В настоящее время работодатель должен за свой счет принимать меры и решения по снижению электромагнитного излучения при значениях электромагнитного излучения, превышающего предельно допустимые уровни [109].

В таблице 2.3 приведены меры эффективной защиты от электромагнитного излучения и электромагнитных полей.

Таблица 2.3 – Меры защиты от электромагнитных полей ЭМП и электромагнитного излучения ЭМИ

Организационные	Технические	Контрольные	Индивидуальные
Медосмотры. Режим труда и отдыха. Дополнительный отпуск. Выбор рационального режима работы оборудования	Рациональное размещение оборудования, Экранирование. Заземление. Увлажнение, снижение скорости движения материалов. Нейтрализация зарядов статического электричества, Ограждение и обозначение зон с повышенным уровнем ЭМИ	ИЭМП (измеритель электромагнитных полей). Измеритель плотности потока энергии ПЗ, МЗ Измерители статических полей ИЭСП	Экранирующий комплект из металлизированной ткани (одежда, обувь, перчатки, капюшон с маской) с заземлением. Антистатическая обувь, перчатки.

«Защитные экраны являются металлоемкими, низкая технологичность и конструктивность не позволяют широко использовать этот метод, особенно в индивидуальных средствах защиты, а также для снятия статического электричества в жилых и бытовых помещениях» [109].

Если при общей защите не удастся снизить уровень ЭМП до допустимых значений, необходимо использовать специальные средства защиты.

В работе [109] нами проведена классификация средств индивидуальной защиты. Их можно классифицировать, как:

- средства защиты для головы;
- средства защиты для глаз и лица;
- средства защиты для органов дыхания;
- средства защиты для рук;

- средства защиты от падения с высоты (предохранительные пояса и страховочные канаты);

- специальная защитная одежда (халаты, костюмы, жилеты, фартуки)».

Способ защиты необходимо определять каждый раз, учитывая многие факторы, в том числе используемые частоты и характер работ.

Исходя из санитарных правил и норм по электромагнитному излучению «для уменьшения ЭМИ защитные устройства должны представлять собой электрически и магнитно замкнутый экран» [109].

Для защитных материалов санитарные правила рекомендуют применение следующих текстильных материалов [109]:

- хлопчатобумажную ткань с микропроводом, ослабление излучения на 20-40 дБ;

- металлизированную ткань «Восход», ослабление излучения на 40-65 дБ;

- полиамидное трикотажное полотно с проволочным переплетением, ослабление излучения составляет 15-40 дБ.

Для защиты от ЭМИ выпускаются металлизированные ткани и неметаллизированные ткани. Существуют несколько способов изготовления металлизированных тканей: синтетические ткани, которые содержат металлические медные или посеребренные нити; полиэфирные и полиамидные ткани, на которые проводится напыление медного или никелевого покрытия, ткани, на которые путем химического осаждения нанесены никелевые, медные, кобальтовые или серебряные покрытия в газовой среде или растворах. В настоящее время наиболее часто используют в качестве металлического покрытия никель. Он является ферромагнетиком и хорошо отражает магнитную составляющую электромагнитного излучения. [109].

Таблица 2.4 – Основные показатели ткани

Показатели	Название ткани									
	Метакрон	Электротон ЭМИ*	Погок ЭМИ*	Восход	Радар	Рикма	УТТ-2	ТТМ		
Фирма-производитель	ООО НПП «Технотекстиль»	СПБ Ростех	ПК «Восход»	Клопман	НПП «Радиострим»					
Вид волокнистого состава нитей в ткани	Полиэфирная, полиамидная, парамидная, финиловая, базальтовая, кремнеземная, хлорчатобумажная	Хлопчатобумажная, полиамидная	Хлопчатобумажная, льняная	Вискозная	75 % Хлопок, 25 % Полиэфир	Полиэфирная покрытая Никелем толщиной 3 мкм	Полиэфирная покрытая Никелем толщиной 10 мкм	Углеродная	Металлизированная	
Температура стирки, °С	-40 - +65 °С	-80 - +90°С	-50 - +65 °С							-40 - +65 °С
Ширина рулона, м	0,8-1,2	1-1,2	1	0,75-1,04	1	1	1,2	0,65	1	
Поверхностная плотность ткани, г/м ²	50-250	125	240	240	60-200	135	210	400	170	
Защитный эффект от ЭМИ, %		99,9								99,8

* – Используется как промежуточная ткань между основой и прокладкой

Сегодня в России имеется несколько тканей. Они способны защитить человека от электромагнитного излучения. В таблице 2.4 представлены основные показатели по каждому виду ткани.

Характеристика металлизированной ткани «Метакрон» описана нами в работе [109]. Она «производится с применением гальванической технологии – сплошное двухстороннее никелевое или никелево-медное покрытие материала толщиной до 12 мкм. Возможен выпуск тканей на различной основе – полиэфирной, полиамидной, параарамидной, винилоновой, стеклянной, базальтовой, кремнеземной, хлопковой, комбинированной, капроновой. Из-за разнообразия свойств, данная ткань может быть пригодна во многих областях. Часто используется в качестве лечебного изделия, хорошо защищает от геопатогенных зон и снижает электромагнитное воздействие на человека при солнечной активности».

В таблицах 2.5 и 2.6 показаны данные по ослаблению ЭП и ЭМИ металлизированной ткани «Метакрон». Эти данные даны в нашей работе [109].

В работе [109] нами также описаны ткани Электрон ЭМИ и Поток ЭМИ. Не металлизированные ткани Электрон ЭМИ и Поток ЭМИ используются для:

- защиты от электромагнитного излучения за счет внешних источников в различных помещениях;
- защиты человека от электромагнитного излучения как индивидуальное средство при различных диапазонах частот (постельное белье, одежда и др.);
- защиты человека от разных заболеваний при терапии и других медицинских целей;
- защиты человека при восстановлении от различных эмоциональных и физических нагрузок для космонавтов, спортсменов, шахтеров и других категорий работающих.

Таблица 2.5 – Эффективность ослабления ЭП тканей «Метакрон»

Тип ткани	Масса металлопокрытия, кг/м ²	Ослабление электрического поля, дБ, не менее					
		Частота, МГц					
		0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	30,0
Метакрон-НЗ (М. МН)	0,03±0,01	65	80	80	70	65	60
Метакрон-Н5	0,06±0,01	65	80	80	70	70	60
метакрон-Н10	0,1±0,01	65	80	80	70	70	60

Ткань «Восход» является металлизированной. Он служит для защиты от всех видов излучения, включая и электромагнитные. Известно, что наличие в городах различных технических коммуникаций (кабели, канализация, водопровод, метро и др), в жилых помещениях – бытовых приборов (телевизоры, холодильники, СВЧ-печи и др.) образуют так называемые «техногенные зоны». Их негативное воздействие на организм человека отсрочено и создает иллюзию их безвредности. Но это не так. Поэтому требуется определенная защита. «Геопатогенные зоны» также представляют большую опасность для человека. Они могут возникать из различных источников: залежи полезных ископаемых, угля, из подземных рек, подземных дислокаций др. Это требует также определенной защиты человека. Ткань «Восход ослабляет электрическое поле «в 10 миллиардов раз при частотах 0,1-30 МГц до 70-100 дБ», магнитное поле «в 100 тысяч раз при частотах 0,5-30 МГц до 5-50 дБ», электромагнитное поле «в 100 миллионов раз при частотах 300-12000 МГц до 60-80 дБ», магнитное поле «в 100 тысяч раз при частотах 0,5-30 МГц до 5-50 дБ. Она дает высокий коэффициент экранирования – до 43 дБ. Медное покрытие дает электрическое сопротивление по поверхности ткани значение 0,002 Ом/см², никелевое покрытие – от 0,1 до 0,6 Ом/см². Ткань нетоксична, Она является пожаростойкой, воздухопроницаемой [109].

Таблица 2.6 – Эффективность ослабления ЭМИ тканей «Метакрон»

Тип ткани	Ослабление электромагнитного поля, дБ, не менее					
	Частота, МГц					
	300	600	750	1200	4000	12000
Метакрон-Н3 (М. МН)	55	55	50	45	40	30
Метакрон-Н5	60	60	55	50	50	40
метакрон-Н10	60	60	60	60	60	50

«Электропроводящие ткани НПП «Радиострим» являются или металлизированными, или углеродными со специальной пропиткой. Данные ткани применяются для: оборудования радиоэкранированных электромагнитных полей радиоаппаратуры; оборудования радиоэкранированных камер; изготовления защитных чехлов для радиоаппаратуры и другой бытовой и специальной техники; создания экранов, используемых в области электромагнитной совместимости радиоэлектронных и радиотехнических средств; изготовления защитной одежды от электромагнитного излучения; пошива штор (защитных занавесей), жалюзи, предотвращающих несанкционированный съем информации по радиоканалам в спецпомещениях; медицины (лечебное белье, элементы одежды с локальным воздействием на отдельные органы человека)» [109].

2.4 Область использования металлизированных тканей

Сегодня металлизированные ткани и изделия из них находят довольно широкое использование в России. В настоящее время изготавливается: защитная одежда, утепляющая верхняя одежда, спецодежда, теплоотражательные костюмы, экраны – фильтры, одежда для спасателей, теплоизоляционные напольные покрытия, обшивка специальных комнат для предотвращения утечки

информации, различные накидки и чехлы, составные части антенн, при радио- и телефонной связи, в медицине для терапевтических кабинетов, экранирование кабин и аппаратов морских судов, летательных аппаратов, защита компьютерных систем, для снятия статического электричества. [113].

Ткань применяется в авиации, космонавтики, судостроения, энергетической отрасли, нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности, медицине. Свойства ткани позволяют использовать их для создания различных экранирующих комплектов для работы под высоким напряжением. Создаваемые комплекты обеспечивают человека от электромагнитного излучения при различных частотах [113].

Компанией «Энергоформ» на российском рынке представлены 6 видов комплектов, костюмы серии ЭП, которые показаны на рисунках 2.1-2.6, для защиты от электрических полей ЭП (при частотах 50 – 60 Гц)



Рисунок 2.1 – Комплект экранирующий ЭП-1 для ремонтных работ при высоких напряжениях

Выпускается и модификация данного комплекта ЭП-1Д, который предназначен для защиты при действии электрической дуги. Используется ткань Номекс из арамидных нитей.



Рисунок 2.2 – Комплект экранирующий ЭП-2 для обслуживающего персонала установок



Рисунок 2.3 – Комплект экранирующий ЭП-3
для работ под высоким напряжением



Рисунок 2.4 – Комплект экранирующий ЭП-4(Л)
для проведения ремонтных работ



Рисунок 2.5 – Комплект экранирующий ЭП-4(З) при проведении работ на воздушных линиях электропередач



Рисунок 2.6 – Комплект экранизирующий ЭП-4(0)М для работ в зоне влияния электромагнитного поля

Также как для экранирующего комплекта ЭП-1Д представленного на рисунке 2.1, для данного типа защитного костюма выпускается модификация ЭП-4(0)Д, который предназначен для защиты при действии электрической дуги.

Эти комплекты применяются вместе с утепленной одеждой. При этом сохраняются все полезные свойства этих комплектов. Срок носки представленных выше защитных костюмов должен быть не меньше 1 года.

В настоящее время прошли испытания и приходят на смену защитным костюмам серии ЭП защитные комплекты ЭМ-2.



Рисунок 2.7 – Экранизирующий комплект ЭМ-2

Представленный на рисунке 2.7 экранирующий комплект ЭМ-2 защищает людей при радиочастотном диапазоне электромагнитных полей при выполнении монтажа, ремонта и обслуживания радиопередатчиков, антенно-фидерных систем, радиостанций, телевизионных передатчиков, систем сотовой и спутниковой связи, приемопередающих антенн, радиолокационных станций, СВЧ-аппаратуры различного назначения и прочих источников электромагнитного излучения. В состав комплекта входят: защитный полукombineзон, защитная куртка с капюшоном, экранирующие перчатки и носки. Типовые испытания комплектов Эм-2 в безэховой экранированной камере показали эффективное ослабление электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,1 МГц до 22 ГГц.

Конструктивное отличие этих комплектов от серии ЭП состоит в том, что все элементы соединены между собой гальванически не при помощи контактных выводов, а электропроводящими поверхностями концевых участков одежды, перчаток и обуви. Благодаря этому отличию удается исключить разрывы и зазоры в экранирующей оболочке, что повышает эффективность экранирования электромагнитного поля высоких частот.

Комплекты ЭМ-2 широко используются при проведении монтажа, ремонтных и регламентных работ на действующих радиоизлучающих станциях без отключения передатчиков.

Представленный на рисунке 2.8 экранирующий костюм «Экран-2Б» предназначен для защиты персонала радиолокационных станций специального назначения, радиолокационных станций аэропортов от вредного воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Костюм выполнен в соответствии с ТУ 8572-157-00209600-02. Костюм нашел свое эффективное применение.



Рисунок 2.8 – Экранизирующий костюм «Экран-2Б»

Компания ТехИнСнаб на рынке представила защитный комплект ЛЛ01 для защиты от электромагнитного излучения.



Рисунок 2.9 – Экранирующий комплект ЛЛ01

Представленный на рисунке 2.9 экранирующий комплект ЛЛ01 используется при защите людей от электромагнитного излучения. В состав комплекта входят: двухслойный комбинезон с застежками «молниями», двумя плечевыми и центральной, лицевой щиток для крепления к каске, двухслойные рукавицы и однослойные бахилы. По все параметрам соответствует ТУ 3663-001-17410584-02.

Основными заказчиками данных комплектов являются государственные и частные, генерирующие и энергосбытовые компании.

Выводы по главе

1. Проведен анализ предельных допустимых уровней плотности потока энергии, при этом учтен диапазон частот (300 МГц-300ГГц) и время воздействия ЭМИ.
2. Проведена классификация мер защиты от электромагнитных полей ЭП и электромагнитного излучения ЭМИ.
3. Показана эффективность ткани «МЕТАКРОН», которая позволяет значительно ослаблять электрические и электромагнитные поля.
4. Показаны области применения рассматриваемых металлизированных тканей.
5. Показаны пути уменьшения электромагнитного излучения при использовании защитных устройств.
6. Показана степень ослабления электрического и электромагнитного поля при использовании металлизированных тканей.
7. Дано описание комплектов защитной одежды, их состав и область применения.

3 РАЗРАБОТКА ТКАНЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЧАСТОТ С ВНЕДРЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

3.1 Роль и место продукции в решении проблем в сфере государственных интересов

Необходимость создания новых тканей от электромагнитного излучения обосновывается:

- Перечнем поручений Председателя Правительства Российской Федерации «По вопросам развития текстильной промышленности» от 23.09.2011 № ВП-П9- 6722 [83];

- Поручением Заместителя председателя Правительства РФ: ВЗ-П11-6636 от 19.09.2011 года [85].

- Политикой Правительства Российской Федерации по повышению требований к охране труда на предприятиях.

- Указом Президента РФ о «приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники в Российской Федерации» от 07.07.2011 г. № 899, приоритетное направление №8 «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» [130].

- Стратегией «развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года», которая утверждена Указом Президента Российской Федерации от 19.12.2012 г. №1666 [127];

- Перечнем технологий, имеющих важное социально-экономическое значение или важное значение для обороны страны и безопасности государства (критических технологий), утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 г. №1273-р, направление №17 «Технология обеспечения защиты и жизнедеятельности населения и опасных объектов при угрозах террористических проявлений» [84].

В настоящее время, когда Россия вступила в ВТО, важнейшей задачей экономического роста легкой промышленности становится повышение конкурентного уровня ее материально-технической базы, путем модернизации производства и внедрения прорывных технологий (включая технологии новых материалов, нанотехнологии и наноматериалы). Это позволит быстро обновлять и расширять ассортимент выпускаемой продукции с учетом тенденций развития товарного рынка и требований потребителя, добиваться высокого качества изготовления и экологической чистоты продуктов, и как результат – снизить технологическую и товарную зависимость отрасли от зарубежных стран, обеспечить экономическую и экологическую безопасность страны.

Этой цели способствует внедрение научных разработок по созданию новых видов тканей и материалов, основанные на придании им требуемых защитных и потребительских свойств. Это особенно актуально для современного этапа, для которого характерна сложившаяся не благоприятная экологическая обстановка, не решение до сих пор проблемы по созданию полностью безопасных условий труда для работников многих профессий, что приводит к снижению уровня здоровья людей и как следствие к снижению уровня трудоспособного населения, кадровому дефициту. В этой связи разработки по созданию качественных тканей со специальными свойствами и изготовление из нее защитной одежды, становятся наиболее востребованными и которые соответствуют главной цели Стратегии развития легкой промышленности до 2020 года – осуществить технологический прорыв отрасли и повысить долю отечественной продукции на внутреннем рынке до 50 и более процентов. Решению этих задач будут способствовать результаты работ, ориентированные на увеличение объема выпуска конкурентоспособных отечественных тканей нового поколения и защитной одежды, снижение уровня импортозависимости отрасли от зарубежных стран.

На сегодняшний день российский рынок не имеет подобных тканей и изделий, адаптированных к российским условиям труда с утвержденным уровнем защиты и качеством безопасности. Рынок полностью занимают ткани

импортного производства. На сегодняшний день, когда существует санкционная политика западных стран, это недопустимо.

Разработанный ассортимент тканей с комплексом защитных средств и спецодежды из них должны обеспечивать технико-экономические показатели, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показатели разрабатываемого ассортимента тканей

Наименование показателя	Значение показателя
Снижение энергозатрат % не менее	15
Сохранение защитных свойств изделий при многократных стирках	не менее 50 стирок
Снижение себестоимости продукции % не менее	10

Достижение указанных показателей позволит резко поднять конкурентоспособность и безопасность отечественных товаров на внутреннем и внешнем рынках.

Основными потребителями разрабатываемой продукции будут являться текстильные предприятия. Ежегодная потребность рынка в экранирующих тканей – 160 тыс. метров в год.

3.2 Проектирование новой ткани для защиты от электромагнитного излучения

При проектировании ткани для защиты от электромагнитного излучения особое внимание было уделено структуре тканей и ее поверхностной плотности. Поверхностная плотность ткани важно для получения костюма заданного веса. Структура ткани определяет ее свойства, в том числе и эксплуатационные. При выборе параметров структуры нами выбраны толщина ткани и ПФС. Эти показатели определяют структуру ткани и являются важными для эксплуатационных свойств защитных костюмов.

На кафедре ПиХОТИ Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина разработано достаточно большое количество методов

проектирования как однослойных, так и многослойных тканей. При этом, как правило, используется геометрический подход решения задачи. Принимаются, как правило, эллипсообразные сечения нитей основы и утка. При этом площадь сечения нитей в ткани меньше, чем у нитей до ткачества. Большому сжатию подвержены нити основы, испытывающие в процессе ткачества большие нагрузки.

Использование аналитических зависимостей, разработанных на кафедре ранее, сегодня эффективно применять современные информационные технологии. Сегодня не надо выводить формулы до окончательно вида для расчета того или иного параметра. Это позволяет использовать первоначальные формулы. При этом выходными функциями могут быть несколько параметров. Расчеты целесообразно проводить с использованием ПЭВМ с программным обеспечением (ПО) Mathcad, а так же возможно использование и более простой программы «ЭВРИКА».

Ниже приводим формулы для определения параметров структуры тканей. Они известны и приведены во многих работах [33, 54, 55, 68, 70, 76]. Это метод описан нами в нашей работе [43].

Поверхностная плотность ткани:

$$M = \frac{P_o T_o \left(1 + \frac{a_o}{100}\right) + P_y T_y \left(1 + \frac{a_y}{100}\right)}{100} \quad (3.1),$$

где « P_o и P_y – плотности ткани по основе и по утку соответственно; T_o и T_y – линейные плотности основы и утка соответственно; a_o и a_y – уработки основных и уточных нитей соответственно» [43].

Уработка основных и уработка уточных нитей в ткани соответственно равны [43]:

$$a_o = \frac{\sqrt{(l_o)^2 + h_o^2} - l_o}{\sqrt{(l_o)^2 + h_o^2}}, \quad (3.2)$$

$$a_y = \frac{\sqrt{(l_y)^2 + h_y^2} - l_y}{\sqrt{(l_y)^2 + h_y^2}},$$

где « l_o и l_y – геометрические плотности ткани по основе и по утку» [43].

Высоты волн изгиба основы и утка равны [43]:

$$h_o = K_{h_o} \frac{d_o + d_y}{2},$$

$$h_y = K_{h_y} \frac{d_o + d_y}{2},$$

где K_{h_o}, K_{h_y} – коэффициенты, которые определяют порядок фазы строения ткани;

Высота волны изгиба основы и высота волны изгиба утка определяется по формулам [43]:

$$h_o = \frac{2N}{F_o} \left(\frac{100}{P_y} - \sqrt{\frac{E_o I_o}{F_o}} \right),$$

$$h_y = \frac{2N}{F_y} \left(\frac{100}{P_o} - \sqrt{\frac{E_y I_y}{F_y}} \right),$$

где « F_o и F_y – натяжение основы и утка соответственно, N – сила нормального давления основных и уточных нитей; E_o и E_y – модули упругости основы и утка соответственно» [43].

Отношение высот волн изгиба основы и утка равно [43]:

$$\varphi = \frac{l_o^3 E_y C_y^4 T_y^2}{l_y^3 E_o C_o^4 T_o^2} \quad (3.5),$$

где « C_o и C_y – коэффициенты, зависящие от вида волокнистого состава» [43].

Моменты инерции сечения нитей основы и утка соответственно равны [43]:

$$I_o = 0,05d_o^4 \quad , \quad (3.6)$$

$$I_y = 0,05d_y^4$$

Диаметры основных и уточных нитей соответственно равны [43]:

$$d_o = 0,1C_o\sqrt{0,1T_o} \quad , \quad (3.7)$$

$$d_y = 0,1C_y\sqrt{0,1T_y} \quad ,$$

Для однослойных тканей справедливы следующие соотношения [43]:

$$\begin{aligned} h_o + h_y &= d_o + d_y \quad , \\ \frac{h_o}{h_y} &= \varphi \\ h_o &= \varphi \cdot h_y \quad , \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$\varphi \cdot h_y + h_y = d_o + d_y$$

$$h_y (\varphi + 1) = d_o + d_y$$

$$h_y = \frac{d_o + d_y}{\varphi + 1} \quad (3.9)$$

$$h_o = \frac{\varphi}{\varphi + 1} (d_o + d_y)$$

Порядок фазы строения ткани равен [43]:

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{9\varphi + 1}{\varphi + 1} \quad , \\ P_s\varphi + P_s &= 9\varphi + 1 \quad , \\ 9\varphi - P_s\varphi &= P_s - 1 \quad (3.10) \\ \varphi &= \frac{P_s - 1}{(9 - P_s)} \end{aligned}$$

Толщина ткани может быть рассчитана по формулам в зависимости от порядка фазы строения ткани.

Для 5-ого и выше порядка фазы строения толщина ткани равна:

$$b = d_o + h_o \quad (3.11)$$

Для ткани с порядком фазы строения меньше 5-ого толщина ткани равна:

$$b = d_y + h_y \quad (3.12)$$

Результаты расчетов по проектированию тканей приведены в таблице 3.2.

Ткани, которые нами спроектированы, были изготовлены на ткацких станках СТБ. Частота вращения главного вала составляла 240 об/мин. Ткани выработана ткацком производстве ООО «Чайковская текстильная компания»

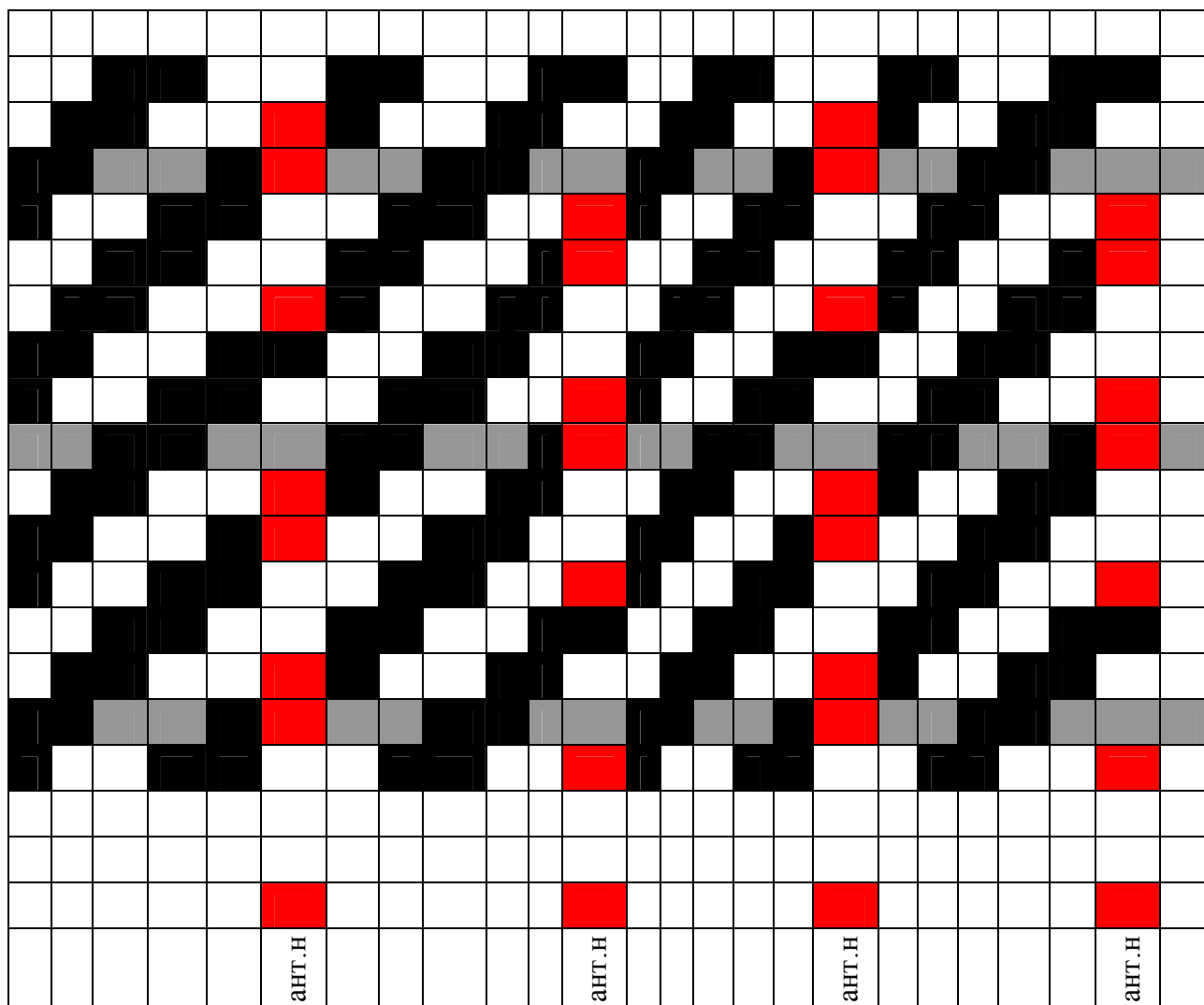
Таблица 3.2 – Параметры структуры ткани

Плотность ткани, нит/дм		Линейная плотность, текс		Поверхностная плотность, г/м ²	порядок фазы строения ткани	Артикул ткани
основы	утка	основы	утка			
177	195	20 х 3	20 х 3	235	4,88	89001
200	180	20 х 3	20 х 3	249	5,32	89401
200	200	29,5 х 2	29,5 х 2	255	5,44	94401

Спроектированные ткани внедрены на ООО «Чайковская текстильная компания» и выпускаются под артикулами 89001, 89401 и 96401. Акт о внедрении результатов диссертационной работы представлен в Приложении А.

Между собой данные ткани отличаются различным вложением металлизированных нитей. Сырье для производства тканей арт. 89001 и арт. 89401 – 80% полиэфирная нить линейной плотности 20 х 3 текс и 20% электропроводящей металлической нити. При изготовлении ткани арт. 96401 используется комплексная нить линейной плотности 29,5 х 2 текс, сердечники нити (20%) – стальная нить, обкрученная арамидной пряжей (80% - 40% параарамид и 60% метаарамид).

Схематичное изображение переплетения ткани арт. 96401 показано на рисунке 3.1.



Манер по основе: 5фон. + 1 ант.н = 6; Манер по утку: 5фон. + 1 ант.н = 6

Рисунок 3.1 – Рисунок переплетения ткани (разработан автором)

Спроектированные ткани учитывают:

- эксплуатационные свойства ткани, такие как поверхностная плотность и толщина ткани, определяющая вес костюма;
- параметры структуры ткани и ее переплетение, которые определяют свойства ткани;
- дают возможность их изготовления на отечественном технологическом оборудовании.

Вид волокнистого состава используемых нитей определяет экранирующие и санитарно-химические показатели ткани, которые позволяют использовать их по назначению. Аналогичный подход был использован, в частности в диссертационных исследованиях Н.А. Иноземцевой при проектировании

хлопчатобумажных тканей [38] и Н.В. Егорова при проектировании огнезащитных тканей [34]. Разработанный нами метод является дальнейшим вкладом в совершенствование методов проектирования тканей кафедры ПиХОТИ РГУ имени А.Н.Косыгина.

Выводы по главе

1. Показатели экранирования тканей из материала «ScreenTex 240» позволяют сделать вывод о применении разработанных нами тканей при пошиве защитных костюмов от ЭМИ и ЭП.

2. Спроектированы новые ткани для защиты от ЭМИ, отвечающие требованиям физико-механических свойств, предъявляемым к тканям для защитных костюмов от электромагнитного излучения.

3. При проектировании новых тканей критериями эффективности были приняты: следующие показатели: поверхностная плотность ткани, толщина ткани, порядок фазы строения ткани. Эти показатели обеспечивают получение тканей необходимой структуры и с необходимыми свойствами.

4. Проектирование новых тканей проводилось с учетом технологии изготовления тканей, которая влияет на порядок фазы строения тканей в процессе ее формирования на ткацком станке и на форму и размеры сечений нитей, которые определяют момент инерции сечений. Получена необходимая статистика экспериментальных данных по размерам сечений нитей, необходимая при проектировании создаваемых тканей.

5. Определены все параметры структуры спроектированных тканей, которые позволяют прогнозировать свойства получаемых тканей, напряженность их заправки на ткацком станке.

6. Предложен отечественный ткацкий станок для изготовления спроектированных тканей, который обеспечивает достаточно высокую производительность оборудования и труда и небольшую обрывность основных и уточных нитей.

7. Определены задачи для выпуска тканей для защитной одежды от вредного воздействия электрического поля промышленных частот.

4 АНАЛИЗ СВОЙСТВ ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

4.1 Исследование экранирующих свойств полиэфирных тканей с вложением электропроводящих нитей

Следует констатировать, что рынок бытового текстиля Россия проиграла, прежде всего, Китаю. Технический текстиль надо создавать самим. Нами для ООО «Чайковская текстильная компания» была спроектирована металлизированная ткань «ScreenTex 240» (арт.89001). Характеристика ткани дана в таблице 4.1. Исследование экранирующих свойств тканей описано нами в наших работах [72, 74, 114].

Таблица 4.1 – Характеристика ткани [74]

Название параметра	Значение
Ширина суровой ткани, см	150
Поверхностная плотность ткани, г/м ²	235
Линейная плотность нитей основы, утка, текс	20x3, 20x3
Плотность суровой ткани по основе/по утку, нит/дм	177, 195
Уработка в ткани: основы/утка, %	5, 6
Разрывная нагрузка по основе/по утку, не менее, Н	1200, 1200
Стойкость к истиранию, не менее, циклы	7000

Выпускаемая ткань – полиэфирная, используются антистатические нити, одежда ткань, используется отделка.

«Ткань прошла испытания всех необходимых физико-механических свойств в соответствии с существующей нормативной документацией. Представляет интерес определение коэффициента экранирования электромагнитного поля радиочастотного диапазона и электрической проводимости. Программа испытания образцов экранирующих материалов включала себя: оценку коэффициента экранирования образцов материала для изготовления индивидуальных экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия

электромагнитных излучений радиочастотного диапазона; сравнительную оценку коэффициента экранирования трех образцов материала, два из которых прошли санитарную обработку; оценку проводимости трех образцов материала, две из которых прошли санитарную обработку. Осуществлялись испытания эффективности применения трех образцов материала: образец 1 – после санитарной обработки (химическая чистка); образец 2 – после санитарной обработки (три машинные стирки); новый материал (без санитарных обработок)» [72].

Уровни электромагнитного поля определялись на радиочастотах (на частотах 170, 450, 950, 1800, 2450 и 2800 МГц) в отсутствии образца и при его нахождении между прибором и источником электромагнитного поля. Образец ткани располагался в 10 см от источника, определялась напряженность электрического поля и среднеквадратическое отклонение [74].

Использованы:

- генератор Agilent 8648C;
- усилитель Mini-Circuits XHL-42W;
- дипольные антенны SPEAG AG;
- кабельные сборки H&Z.
- измеритель уровней электромагнитных полей *EMR* производства фирмы «Narda Safety Test Solution GmbH»;
- датчик электрического поля типа E-FIELD 8.3.BN 2244/90.20. [74].

По результатам каждого измерения рассчитывался коэффициент экранирования по формуле [74]:

$$K_{\text{э}} = 20 \log \left(\frac{E_{\text{фон}}}{E_{\text{обр}i}} \right) \quad (4.1),$$

где $K_{\text{э}}$ - коэффициент экранирования образца при i -ом измерении при определенных частотных диапазонах (дБ);

$E_{\text{фон}}$ - напряженность внешнего электрического поля;

$E_{обрі}$ - напряженность электрического поля при использовании i -ого образца.

Оценка расхождения коэффициентов экранирования определялась по формуле [74]:

$$\Delta K = \left| K_{эi} - K_{эj} \right| \quad (4.2),$$

Полученные значения оценивались на соответствие требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03 и ТР ТС 019.2011 Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности средств индивидуальной защиты». Проводимость ткани определялась на мультиметре FPPF109N, фирма «APPA TECHNOLOGY CORP», который включен в государственный реестр средств измерений. [74].

В таблице 4.2 даны результаты экспериментальных исследований максимального коэффициента экранирования при использовании на разных частотах экранирующих материалов [74].

Таблица 4.2 – Максимальный коэффициент экранирования тканей на разных частотах

Частота ЭМП, МГц	Коэффициент экранирования, дБ		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
170	35,11	34,93	34,36
450	34,38	34,15	33,04
900	34,89	35,59	37,29
1800	35,93	37,10	34,95
2450	36,18	35,79	35,30
2800	40,04	36,71	38,06

Анализ таблицы 4.2 показал, что коэффициент экранирования колеблется в пределах 33,02- 40,04 дБ. В исследуемых образцах и на разных частотах он имеет небольшие расхождения. С увеличением частоты ЭМП коэффициенты экранирования увеличиваются. Причем это увеличение наблюдается для всех трех образцов. Минимальный коэффициент экранирования оказался для всех образцов при частоте 450 МГц, он составил 33,04-34,18 дБ. Максимальный коэффициент

экранирования наблюдается при частоте ЭМП 2800 МГц, причем максимальный коэффициент экранирования наблюдается у первого образца. Анализ таблицы показывает в целом высокую эффективность образцов тканей при частотах 170-2800 МГц. Следовательно данная ткань может быть использована для пошива защитной одежды, она обеспечит необходимую защиту человека от вредного влияния электромагнитного поля в радиочастотном диапазоне [74].

В таблице 4.3 представлены результаты расчета расхождения максимальных коэффициентов экранирования между образцами при разных частотах [74].

Таблица 4.3 – Разница коэффициентов экранирования тканей

Частота ЭМП, МГц	Расхождение максимальных коэффициентов экранирования образцов		
	Образцы 1- 2	Образцы 2 - 3	Образцы 1 -3
170	0,18	0,57	0,75
450	0,22	0,69	1.11
900	0,70	0,12	1,69
1800	1,16	3,00	2.13
2450	0,39	3,72	0,49
2800	3,32	1,27	1,34

Анализ таблицы 3.3 показал сравнительную оценку «влияния санитарной обработки на экранирующие свойства трех образцов материала при действии ЭМП в диапазоне часто 170-2800 МГц». На частоте 170 Гц первичная и повторная санитарные обработки практически не снижают коэффициент экранирования тканей. На частотах же 170 – 900 МГц наблюдается большое различие между максимальными значениями коэффициентов экранирования первого и третьего образцов. Она составил 1,69 после второй санитарной обработки. Наблюдается значительное снижение коэффициента экранирования после второй санитарной обработки между вторым и первым образцом и между вторым и третьи образцом соответственно 3,00 и 3,32. Первичная и повторная санитарная обработка в целом снижает коэффициенты экранирования материала, но это снижение идет неравномерно при различных частотах ЭМП. Наименьшие изменения наблюдаются

на частотах до 900 МГц, наибольшие – на частотах 1800 МГц и больше. Но это снижение не больше 10% от начальных величин [74].

В таблице 4.4 даны экспериментальные результаты измерений электрического сопротивления трех тканей [74].

Таблица 4.4 – Экспериментальных данные электрического сопротивления тканей [74].

Частота ЭМП, МГц	Электрическое сопротивление, кОм		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Измерение 1	15,6	10,1	1,2
Измерение 2	28,6	4,2	4,2
Измерение 3	20,4	7,3	0,7
Измерение 4	18,5	9,1	1,2
Измерение 5	18,4	8,4	0,4
Среднее значение	20,3	7,8	1,5

Данные таблицы свидетельствуют о неустойчивости электрического сопротивления ткани, оно изменяется и зависит от механического воздействия. Износ сильно влияет на электрическое сопротивление ткани. Это, прежде всего стирка, химическая чистка и естественный механический износ в процессе носки изделия [74].

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, исследуемые ткани не удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.4.172087 ССБТ «Комплект экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты». Из-за этого они не могут быть использованы «в средствах защиты от электрических полей частой 50 Гц». [74]

В последующих разделах будут представлены характеристика новых тканей, которые по своим свойствам значительно превосходят описанную выше.

Представляет интерес и дальнейшие исследования в этой области. Отметим, что полученные результаты получены на ткани, имеющей в структуре стальные нити, которые обвиты арамидной пряжей. Еще несколько лет назад коэффициент экранирования 40 был трудно достигаем, о чем свидетельствуют проведенные

нами исследования. Некоторое увеличение коэффициента экранирования (примерно на 10%) достигнуто в ткани арт. 89401 с маслородоотталкивающей отделкой. Определение поверхностного электрического сопротивления электропроводящей ткани дали следующие результаты: с отделкой 0,02 Ом, без отделки 0,019 Ом при минимальном значении 2 Ом.

4.2 Анализ физико-механических свойств нитей для тканей от электромагнитного излучения

При изготовлении тканей для защиты от электромагнитного излучения используются полиэфирные нити, металлические нити, арамидная пряжа, стальные нити, обвитые арамидной пряжей.

В таблице 4.5 представлены физико-механические свойства нитей для изготовления тканей для защиты от электромагнитного излучения.

Определение физико-механических свойств нитей проводилось по стандартным методикам на приборах, установленных в лабораториях кафедр РГУ им. А.Н. Косыгина.

Использованные для изготовления тканей полиэфирные, металлизированные электропроводящие нити и арамидная пряжа имеют достаточно большую разрывную нагрузку, небольшое разрывное удлинение. Использование электропроводящей нити, обкрученной арамидной пряжей, значительно улучшает технологические возможности ее переработки на ткацком станке. Все использованные нити имеют достаточно высокий модуль упругости, выносливость к многократным растяжениям и стойкость к истиранию. Методы определения этих параметров широко известны, описаны во всех учебниках, поэтому нами не описываются.

Вязкоупругие параметры определялись по методике, предложенной Николаевым С.Д. [65-70] и впоследствии использованной многими исследователями [90, 92, 117, 118].

Таблица 4.5 – Свойства используемых нитей для тканей для защиты от электромагнитного излучения [65-70, 72, 74, 75]

Показатель	Полиэфирная нить	Металлические электропроводящие нити	Арамидная пряжа	Арамидная нить	Стальная пряжа с обвитой арамидной пряжей
Линейная плотность, текс	20 x 3	29,5	29,4	29,4	29,5 x 2
Разрывная нагрузка, Н	18	56	15	68	42
Разрывное удлинение, %	26,5	1,5	3,6	2,5	3,0
Стойкость к истиранию	650	540	800	810	850
Выносливость к многократным нагрузкам, циклов	9260	3240	8610	10520	9470
Вязкоупругие параметры:					
-Модуль упругости, МПа	8100	202000	20550 МПа	41400	24100
- параметр А	0,022	0,011	0,018	0,015	0,016
- параметр α	0,05	0,62	0,37	0,44	0,38
- параметр β	0,40	0,37	0,45	0,44	0,42

Не описывая подробно данный метод, приведем основные использованные математические модели, которые использованы нами при расчетах, но получены другими исследователями [66].

Напряжения и деформации нитей связаны следующими соотношениями:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} + \frac{1}{E} \int_0^t K(t-\tau)\sigma(\tau)d\tau, \quad (4.3),$$

$$\sigma(t) = E\varepsilon(t) - E \int_0^t V(t-\tau)\varepsilon(\tau)d\tau,$$

где « σ – напряжение нити; ε – деформация нити ; $K(t-\tau)$ и $V(t-\tau)$ – функции влияния; t – время наблюдения; τ – время, которое предшествует времени наблюдения» [65-70].

В работах, проводимых на кафедре ПиХОТИ РГУ им. А.Н. Косыгина наибольшее применение нашли функции, предложенные А.Р. Ржаницыным, М.А. Колтуновым [66].

Функция Ржаницына имеет вид [66]:

$$V(t) = Ae^{-\beta t} t^{\alpha-1} (0 < \alpha < 1, \beta > 0), \quad (4.4),$$

где A, α, β – параметры материала.

РФункция. Колтунова имеет вид [66]:

$$K(t) = \frac{e^{-\beta t}}{t} \sum_1^n \frac{A \Gamma(\alpha)^n t^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \quad (4.5),$$

где $\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция аргумента α .

Формулы для расчета вязкоупругих параметров, использованные нами, следующий вид [66]:

$$-t_2^\alpha (\sigma_1 - \sigma_3) + t_3^\alpha (\sigma_1 - \sigma_2) = 0;$$

$$A = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)\alpha}{\sigma_1 t_2^\alpha}; \quad (4.6)$$

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon};$$

$$\beta = \frac{\sigma_4 / E\varepsilon - 1 + At_4^\alpha / \alpha}{At_4^{\alpha+1} / (\alpha + 1)}.$$

Анализ полученных данных в Таблице 4.5 говорит о том, что высокие значения модулей упругости и параметра α для металлической электропроводящей нити и стальной нити, обкрученной арамидной пряжей, будут создавать сложные условия работы нитей на ткацком станке СТБ при выработке тканей.

4.3 Анализ санитарно-химических показателей выпускаемой ткани «SCREENTEX 240»

Для исследования взята ткань арт. 89001 для пошива специальной и профессиональной одежды: куртка (комбинезон) с капюшоном, брюки, перчатки токопроводящие, рукавицы токопроводящие, ботинки кожаные экранирующие. Характеристика ткани представлена в таблице 4.6. Данный материал опубликован нами в работе [71]. Испытания проведены в нормальных климатических условиях в соответствии с существующими документами.

Таблица 4.6 – Характеристика ткани для защиты персонала от влияния электрического поля

Параметры	Размерность	Значение параметра
Ширина ткани	см	150
Поверхностная плотность	г/м ²	235
Линейная плотность основы, утка	текс	20х3, 20х3
Плотность ткани по основе/по утку	нит/дм	177, 195
Уработка по основе/по утку	%	5, 6
Разрывная нагрузка ткани по основе/по утку, не менее	Н	1330/1335
Раздирающая нагрузка ткани, по основе/по утку	Н	65/69
Стойкость к истиранию по плоскости	циклы	7000
Воздухопроницаемость	дм ³ /м ² с	133
Массовая доля волокон	%	ПЭ- 81 Ан-тист.нить – 19
Изменение размеров после мокрой обработки при 60°С, по основе/по утку	%	-0,5/+0,5
Содержание свободного формальдегида	Мкг/г	Не обнаружен
Маслоотталкивание, до стирки/после 5 стирок	баллы	5/4
Водоотталкивание: до стирки/после стирки	Усл.ед,	100/100

Были определены санитарно-химические показатели: изменение показатели рН, наличие вытяжки, показатели ультрафиолетового поглощения, наличие восстановительных примесей. Испытания проводились на современных приборах: стационарном микропроцессорном рН-метре ph 211; спектрофотометре СФ-2000, электронных лабораторных весах ВСЛ-200/01 А;

Использованы 30-секундный двухстрелочный секундомер «С-11-1б»; бюретка 2-2-5-0,02; мерная лабораторная посуда, химические реактивы [71].

Были проведены токсикологические испытания. Раздражающее действие на кожу: определялось по оценке выраженности эритемы и отека кожи «в баллах; 0 - отсутствие действия; 1- слабая реакция, розовый тон, слабый отек; 2 – умеренная реакция (розово-красный тон, умеренный отек; 3 – выраженная реакция, красный тон, выраженный отек; 4 – резко выраженная реакция, ярко-красный тон, выраженный отек» [71] Определялась отрицательная или положительная провокационная внутрикожная проба; весовые коэффициенты селезенки и тимуса, наличие достоверных изменений – есть, нет. Объектом испытаний были белые крысы. [71]. Результаты испытаний даны в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Результаты испытаний санитарно-химических и токсикологических испытаний [71, 113]

Наименование показателя	Допустимое значение	Результаты испытаний	Выводы
Санитарно-химические			
Изменение рН вытяжки	1	0,69	Соответствует
Восстановительные примеси	1,00 мм	0,02	Соответствует
Ультрафиолетовое поглощение	0,3	0,015	Соответствует
Содержание формальдегида, мг/л	0,1	0,039	Соответствует
Токсикологические			
Раздражающее действие на кожу в баллах:	0,1	0	Соответствует
клинические симптомы интоксикации	нет	Нет	Соответствует
Сенсибилизирующее действие			
Внутрикожная проба: положительная - отрицательная	отрицательная	отрицательная	Соответствует
Весовые коэффициенты мелезенки и тимуса (наличие достоверных сравнительно с контролем изменений: есть - нет	нет	нет	Соответствует

Анализ таблицы 4.7 показал, что ткань артикул 89001 соответствует требованиям нормативов. Из нее можно изготавливать специальную и профессиональную одежду для защиты персонала от влияния электрического поля, она нетоксична, В работах автора показана область использования данной ткани [71,113]. Эффективность экранирования тканей после первичной и санитарной обработки доказана, хотя имеет место некоторое снижение коэффициентов экранирования. Но значения коэффициента экранирования меняется неравномерно при различных частотах ЭМП. Раньше было показано изменение электрического сопротивления, которое меняется при механическом воздействии [71].

Значения электрического сопротивления говорят о невозможности использования ткани в экранирующих комплектах, которые применяются для защиты людей от воздействия электрических полей с промышленной частотой 50 Гц., Поэтому металлизированная ткань «ScreenTex 240» не может быть использована под рабочим напряжением промышленных частот, она не соответствует требованиям [74], в частности требованиям ГОСТ 12.4.1720-87 ССБТ п.2.11 [10].

4.4 Анализ свойств нитей, используемых для изготовления тканей от электромагнитного излучения

Свойства нити определяют свойства тканей. Эти свойства обеспечивают изготовление тканей на ткацком станке в нормальных условиях. Свойства нитей определяют строение тканей, Они являются основанием установки того или иного технологического параметра на определенном уровне. В процессе ткачества нити испытывают большие динамические нагрузки. Особенно высоки эти нагрузки для нитей основы. Для отдельных нитей нагрузки на ткацком станке способствуют улучшению показателя. Для других наоборот - показатели ухудшаются. В данном разделе мы не будем описывать методики определения свойств. Они хорошо

известны, описаны в специальной литературе. В наше диссертационном исследовании этого нет.

В диссертационной работе использованы следующие нити:

- для изготовления тканей арт. 89001 и арт. 89401 – полиэфирная нить линейной плотности 20 х 3 текс и электропроводящая металлическая нить линейной плотности 29,5 текс;

- для изготовления ткани арт. 96401 – нить из электропроводящей металлической нити, обкрученной арамидной пряжей, линейной плотности 29,5 х 2 текс.

Эти нити и были предметом исследования этого раздела.

Нами была поставлена задача – определить причинно-следственную связь (ее интенсивность и направление) между следующими свойствами:

- X1 – модуль упругости нити;
- X2 – разрывная нагрузка нити;
- X3 – разрывное удлинение нити;
- X4 – выносливость нитик многократным нагрузкам.

По материалам этого раздела опубликована работа [75].

Так как эти характеристики имеют различную размерность, статистика экспериментальных данных получена хаотически, без использования известных методов планирования эксперимента. Теория информации позволяет установить причинно-следственные связи между факторами. Она была использована в ряде диссертационных исследований [65, 66, 75]. Ее использование было вызвано несколькими причинами:

- невозможность проведения эксперимента на определенном уровне в связи с высокой стоимостью использованного сырья;

- наличием большого количества одновременно действующих факторов: параметры структуры ткани, параметры заправки ткани, свойства нити, свойства ткани, технологические параметры;

- невозможностью устранения эффектов сопутствия при использовании традиционных методов;

- отпавшей необходимостью определения интервалов варьирования исследуемых параметров.

«Предлагается использовать следующее соотношение: если $I_{12} : H_1 > I_{21} : H_2$, то $2 \rightarrow I$, где J, H - соответственно информация и энтропия распределения вероятностей случайных величин. Поскольку $I_{12} = I_{21}$, то в случае если $H_1 < H_2$, $2 \rightarrow I$ » [66]

Приведем только некоторые формулы, использованные в ранее проведенных исследованиях. Величина энтропии рассчитывается по формуле [66]:

$$H_i = \sum_1^k P(X_{k_i}) \log_2 P(X_{k_i}) \quad (4.7),$$

где $P(X_{k_i})$ - вероятность состояний случайной величины X_{k_i} .

Величина информации между i -ом и j -ом факторами рассчитывается по формуле [66]:

$$I_{ij} = \sum_1^{k,r} P(X_{k_i}, X_{r_j}) \log_2 \frac{P(X_{k_i}, X_{r_j})}{P(X_{k_i})P(X_{r_j})} \quad (4.8),$$

где $P(X_{r_j})$ - вероятность состояний случайной величины X_{r_j} ;

$P(X_{k_i}, X_{r_j})$ - вероятность состояний случайных величин X_{k_i} и X_{r_j} .

Справедливо следующее равенство [66]:

$$\Gamma_{ij} = I_{ij} : H_i \quad (4.9),$$

где Γ_{ij} - коэффициент причинного влияния j -го фактора на i -й.

Но коэффициенты Γ_{ij} не могут определять степень связи между факторами, так как учитывают так называемые эффекты сопутствия. Таким параметром может быть частный коэффициент причинного влияния g_{ij} , [66]. Разность $\Gamma_{ij} - g_{ij}$ может служить оценкой косвенного причинного влияния X_j на X_i . Для определения коэффициентов g_{ij} необходимо рассматриваемую систему (X_1, X_2, X_3, X_4) представить в форме неориентированного графа [66]. Схематично неориентированный граф показан на рисунке 4.1.

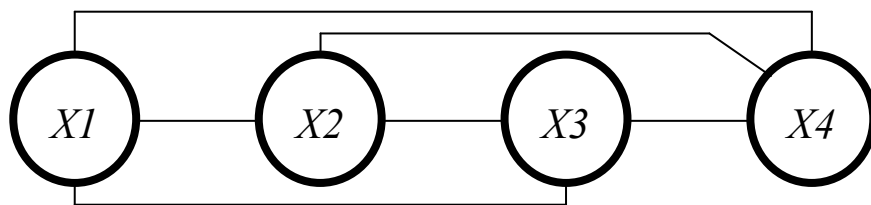


Рисунок 4.1 – Неориентированный граф причинно-следственных связей
(четыре фактора)

Направление связей между факторами возможно, если знаешь значения энтропии H_i . Обработка экспериментальных данных и расчет энтропии, информации и парных коэффициентов причинного влияния осуществлялся на ЭВМ по специальной программе [66]. Программа позволяет оперативно проводить расчеты всех параметров и анализировать. В нашем примере выбрано всего четыре фактора. Хотя программа рассчитана на использование одновременно 30 факторов. После расчета энтропии всех 30 факторов можно решать частные задачи с любым количеством факторов в зависимости от поставленной цели.

Анализ данных расчета позволяет определить направленность причинно-следственных связей, которые показаны на рисунке 4.2.

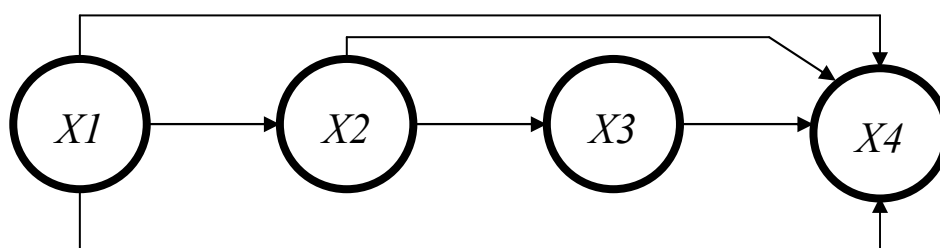


Рисунок 4.2 – Ориентированный граф причинно-следственных связей
(четыре фактора)

Определение частных коэффициентов причинного влияния проводится по формулам, предложенным впервые в докторской диссертации С.Д.Николаевым [66]. Имеем «замкнутую систему нелинейных относительно g_{ij} алгебраических уравнений»:

$$\begin{aligned}
 \Gamma_{14} &= g_{14} + g_{12}g_{24} + g_{12}g_{23}g_{34} + g_{13}g_{34} \\
 \Gamma_{13} &= g_{13} + g_{12}g_{23} \\
 \Gamma_{12} &= g_{12} \\
 \Gamma_{24} &= g_{24} + g_{23}g_{34} \\
 \Gamma_{23} &= g_{23} \\
 \Gamma_{34} &= g_{34}
 \end{aligned}
 \tag{4.10}$$

Решение уравнений проводили на ЭВМ, используя или простую программу «ЭВРИКА» или расчеты проводить в среде МАТКАД.. Возможно использование и более современных ПО, таких как Mathcad. Результаты расчетов для установления связей между факторами для рассматриваемых нитей приведены в Приложении Г и таблицах 4.8 и 4.9.

Таблица 4.8 – Значения энтропии исследуемых факторов

Энтропия фактора	Полиэфирная нить	Электропроводящая нить	Арамидная пряжа	Арамидная нить	Электропроводящая нить, обкрученная арамидной пряжей
H ₁	0,699	0,678	0,688	0,699	0,699
H ₂	0,684	0,656	0,684	0,601	0,654
H ₃	0,650	0,518	0,445	0,555	0,646
H ₄	0,523	0,480	0,338	0,475	0,389

Таблица 4.9 – Показатели причинно-следственных связей исследуемых нитей

Направление связи	I _{ij}	Г _{ij}	g _{ij}	Г _{ij} - g _{ij}
Полиэфирная нить				
1→2	0,232	0,332	0,332	0
1→3	0,240	0,343	0,219	0,124
1→4	0,185	0,265	0,086	0,179
2→3	0,255	0,372	0,372	0
2→4	0,254	0,372	0,277	0,095
3→4	0,166	0,255	0,255	0
Электропроводящая металлическая нить				
1→2	0,165	0,244	0,244	0
1→3	0,128	0,189	0,112	0,077
1→4	0,098	0,145	0,045	0,100
2→3	0,208	0,317	0,317	0
2→4	0,208	0,317	0,251	0,068
3→4	0,107	0,206	0,206	

Арамидная пряжа				
1→2	0,315	0,458	0,458	0
1→3	0,145	0,210	0,028	0,182
1→4	0,144	0,210	0,126	0,086
2→3	0,355	0,519	0,519	0
2→4	0,134	0,197	0,063	0,134
3→4	0,115	0,258	0,258	0
Арамидная нить				
1→2	0,330	0,472	0,472	0
1→3	0,194	0,277	0,154	0,123
1→4	0,287	0,411	0,147	0,264
2→3	0,156	0,259	0,259	0
2→4	0,287	0,477	0,413	0,066
3→4	0,137	0,248	0,248	0
Металлическая электропроводящая нить, обкрученная арамидной пряжей				
1→2	0,304	0,434	0,434	0
1→3	0,296	0,424	0,150	0,274
1→4	0,189	0,271	0,084	0,187
2→3	0,413	0,631	0,631	0
2→4	0,150	0,329	0,142	0,187
3→4	0,192	0,297	0,297	0

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы:

для полиэфирной нити:

- модуль упругости в наибольшей степени определяет разрывную нагрузку нити ($g_{12} = 0,244$), в наименьшей степени выносливость нити к многократным растяжениям ($g_{14} = 0,086$), несмотря на то, что наибольший коэффициент причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и разрывным удлинением нити ($\Gamma_{13} = 0,343$, $\Gamma_{12} = 0,332$);

- наибольший эффект сопутствия при расчете коэффициентов причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и выносливостью нитей к многократным нагрузкам ($\Gamma_{14} - g_{14} = 0,100$);

- наибольшее влияние разрывная нагрузка нити оказывает на разрывное удлинение ($g_{23} = 0,372$), нежели на выносливость к многократным нагрузкам ($g_{24} = 0,277$), несмотря на то, что коэффициенты причинного влияния разрывной нагрузки на эти два фактора одинаковые ($\Gamma_{23} = 0,372$; $\Gamma_{24} = 0,372$) в связи с тем, что при влиянии разрывной нагрузки на выносливость к многократным нагрузкам присутствует так называемый эффект сопутствия ($\Gamma_{24} - g_{24} = 0,095$);

- наибольшая причинно-следственная связь наблюдается между разрывной нагрузкой и разрывным удлинением ($g_{23} = 0,273$) и модулем упругости нити и разрывной нагрузкой нити, о чем свидетельствуют частные коэффициенты причинного влияния ($g_{12} = 0,333$).

для электропроводящей нити:

- модуль упругости в наибольшей степени определяет разрывную нагрузку нити ($g_{12} = 0,332$), в наименьшей степени выносливость нити к многократным растяжениям ($g_{14} = 0,045$);

- наибольший эффект сопутствия при расчете коэффициентов причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и выносливостью нитей к многократным нагрузкам ($\Gamma_{14} - g_{14} = 0,179$);

- наибольшее влияние разрывная нагрузка нити оказывает на разрывное удлинение ($g_{23} = 0,317$), нежели на выносливость к многократным нагрузкам ($g_{24} = 0,251$), несмотря на то, что коэффициенты причинного влияния разрывной нагрузки на эти два фактора одинаковые ($\Gamma_{23} = 0,317$; $\Gamma_{24} = 0,317$) в связи с тем, что при влиянии разрывной нагрузки на выносливость к многократным нагрузкам присутствует так называемый эффект сопутствия ($\Gamma_{24} - g_{24} = 0,068$);

- наибольшая причинно-следственная связь наблюдается между разрывной нагрузкой и разрывным удлинением ($g_{23} = 0,317$), разрывной нагрузкой и выносливостью нити к многократным нагрузкам ($g_{24} = 0,251$), модулем упругости нити и разрывной нагрузкой нити, о чем свидетельствуют частные коэффициенты причинного влияния ($g_{12} = 0,244$);

для арамидной пряжи:

- модуль упругости в наибольшей степени определяет разрывную нагрузку нити ($g_{12} = 0,458$), в наименьшей степени выносливость нити к многократным растяжениям ($g_{14} = 0,028$), несмотря на то, что наибольший коэффициент причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и разрывным удлинением нити ($\Gamma_{13} = 0,210$, $\Gamma_{12} = 0,210$);

- наибольший эффект сопутствия при расчете коэффициентов причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и разрывным удлинением нити ($\Gamma_{13} - g_{13} = 0,182$);

- наибольшее влияние разрывная нагрузка нити оказывает на разрывное удлинение ($g_{23} = 0,519$), нежели на выносливость к многократным нагрузкам ($g_{24} = 0,197$);

- наибольшая причинно-следственная связь наблюдается между разрывной нагрузкой и разрывным удлинением ($g_{23} = 0,519$) и модулем упругости нити и разрывной нагрузкой нити, о чем свидетельствуют частные коэффициенты причинного влияния ($g_{12} = 0,458$);

для арамидной нити:

- модуль упругости в наибольшей степени определяет разрывную нагрузку нити ($g_{12} = 0,472$), в наименьшей степени выносливость нити к многократным растяжениям ($g_{14} = 0,154$) и разрывное удлинение нити ($g_{13} = 0,147$, несмотря на то, что наибольший коэффициент причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и выносливостью к многократным нагрузкам по сравнению с разрывным удлинением нити ($\Gamma_{13} = 0,277$, $\Gamma_{14} = 0,411$);

- наибольший эффект сопутствия при расчете коэффициентов причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и выносливостью нитей к многократным нагрузкам ($\Gamma_{14} - g_{14} = 0,264$);

- наибольшее влияние разрывная нагрузка нити оказывает на выносливость к нити к многократному растяжению ($g_{24} = 0,413$), нежели на разрывное удлинение ($g_{23} = 0,259$);

- наибольшая причинно-следственная связь наблюдается между модулем упругости нити и разрывной нагрузкой нити, о чем свидетельствуют частные коэффициенты причинного влияния ($g_{12} = 0,472$) и разрывной нагрузкой и выносливостью нитей к многократному растяжению ($g_{24} = 0,413$);

для электропроводящей нити, обкрученной арамидной пряжей:

- модуль упругости в наибольшей степени определяет разрывную нагрузку нити ($g_{12} = 0,434$), в наименьшей степени выносливость нити к многократным растяжениям ($g_{14} = 0,084$);

- наибольший эффект сопутствия при расчете коэффициентов причинного влияния наблюдается между модулем упругости нити и разрывным удлинением нити ($\Gamma_{14} - g_{14} = 0,100$), достаточно большой эффект сопутствия наблюдается между модулем упругости и выносливостью нитей к многократным нагрузкам ($\Gamma_{14} - g_{14} = 0,187$) и разрывной нагрузкой нити и выносливостью нитей к многократным нагрузкам ($\Gamma_{24} - g_{24} = 0,095$);

- наибольшее влияние разрывная нагрузка нити оказывает на разрывное удлинение ($g_{23} = 0,631$), нежели на выносливость к многократным нагрузкам ($g_{24} = 0,142$);

- наибольшая причинно-следственная связь наблюдается между разрывной нагрузкой и разрывным удлинением ($g_{23} = 0,631$) и модулем упругости нити и разрывной нагрузкой нити, о чем свидетельствуют частные коэффициенты причинного влияния ($g_{12} = 0,434$).

Некоторые различия причинно-следственных связей для рассматриваемых нитей обусловлены значительным различием показателей свойств. Однако, для всех рассматриваемых нитей причинно-следственная связь выглядит следующим образом: модуль упругости нитей – разрывная нагрузка нитей – разрывное удлинение нитей – выносливость нитей к многократному растяжению.

Проведенные исследования позволили для исследуемых нитей установить связи между полуцикловыми характеристиками нитей, модулем упругости нитей и выносливостью нитей к многократному растяжению для тканей с защитой от электромагнитного излучения. Исследовались нити, которые участвовали в образовании трех исследуемых тканей.

4.5 Прогнозирование возможности изготовления ткани на ткацком станке

Использование дорогостоящего сырья заставляет искать пути аналитического прогнозирования возможности ее изготовления на ткацком станке. Используем теорию накопления повреждений для расчета повреждаемости нитей основы, как более напряженных на ткацком станке, при изготовлении ткани «ScreenTex 240». ООО «Чайковская текстильная компания» выпускает ее, присвоив арт. 89001. Характеристика ткани дана в разделе 3 (таблице 3.6).

На аналитическом уровне произведен расчет повреждаемости основы по методике, изложенной в работе [66]. Нами использован критерий длительной прочности В.Москвитина. Первым в текстильной промышленности (в трикотажном производстве решал данные вопросы проф. В.П.Щербаков, в ткачестве – проф. С.Д.Николаев.

Коэффициент повреждаемости нити основы можно рассчитать по следующей формуле [66, 139-141]:

$$\eta = (m + 1) \int_0^t (t - \tau)^m \frac{d\tau}{t^{1+m} [\sigma(\tau)]} \quad (4.11),$$

Профессор В.П. Щербаков использовал степенной закон связи между напряжением нити и временем разрушения [139-141]:

$$t = B \sigma^{-b} \quad (4.12),$$

С учетом формулы (4.12) критерий Москвитина имеет следующий вид [139-141]:

$$\eta = \frac{1 + m}{B^{1+m}} \int_0^t (t - \tau) \sigma^{(1+m)b}(\tau) d\tau \quad (4.13),$$

Коэффициент повреждаемости рассчитывается по формулам [1349-141]:
при постоянном напряжении –

$$\eta = \frac{t^{m+1} \sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}} \quad (4.14),$$

при постоянной скорости нагружения –

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} t^{m+1} \sigma^{(1+m)b} \frac{\Gamma(1+m)\Gamma[1+b(m+1)]}{\Gamma[1+(1+b)(1+m)]} \quad (4.15),$$

«Параметры B и b можно определить из опытов на разрушение на длительную прочность, а параметр m - на разрывной машине с постоянной скоростью нагружения» [139-141].

Для полиэфирных нитей линейной плотности 20х3 текс параметры B , b , m оказались равными:

$$b=6,45 \quad , \quad B=0,284 \cdot 10^{7.54} \quad , \quad m=-0,94$$

В таблице 4.10 представлены результаты расчета коэффициента повреждаемости основы при различном заправочном натяжении основы.

Таблица 4.10 – Влияние натяжения основы на ее повреждаемость

заправочное	Натяжение основы, сН		Коэффициент повреждаемости основы
	при зевобразовании	при прибое	
40	56	60	0,25
60	84	90	0,33
80	112	120	0,40
100	140	150	0,55
120	168	180	0,75

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что повреждаемость основных нитей растет с увеличением натяжения основы. Поэтому чрезмерное увеличение натяжения основы нежелательно. При изготовлении данной ткани заправочное натяжение основы желательно устанавливать в пределах 40-60 сН.

Расчеты, приведенные в таблице 4.10, даны для ткани арт. 89001.. Небольшая разница повреждаемости нитей будет из-за различных плотностей нитей основы и утка. Расчеты выполнены для полиэфирных нитей. Повреждаемость электропроводящих металлических нитей будет меньше, так как эти нити имеют более высокие прочностные показатели. Расчеты, проведенные в этом разделе, позволили на аналитическом уровне провести прогноз и доказать возможность выработки ткани до заправки ее на ткацком станке. Конечно, нами проведен ориентировочный расчет. Мы не учитывали реальный закон нагружения

(расчет проводился по среднему напряжению), неравномерность свойств, неравномерность натяжения.

Выводы по главе

1. Защитная одежда (экранирующие комплекты) от электромагнитных полей, полученные на основе металлизированной ткани «ScreenTex 240», арт.89001, позволяют значительно снизить уровни электромагнитных полей всего радиочастотного диапазона от 170 до 2800 МГц, это достигается за счет высоких коэффициентов экранирования; наилучшие условия достигаются при частоте 2800 МГц.

2. Экранирующие свойства металлизированной ткани «ScreenTex 240», полностью соответствуют СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»

3. Коэффициент экранирования металлизированной ткани при первичной и повторной санитарной обработки ткани незначительно изменяется, это изменение находится в пределах 10%.

4. Металлизированная ткань «ScreenTex 240», из которой изготовлены экранирующие комплекты может успешно применяться для защиты человека в радиочастотном диапазоне ЭМП.

5. Металлизированная ткань «ScreenTex 240» в связи с недостаточно хорошими параметрами по электрическому сопротивлению не может быть использована в экранирующих комплектах для защиты людей от воздействия электрических полей при частоте 50 Гц.

6. Выявлены новые подходы к технологии получения тканей для защитной одежды от вредного воздействия электрического поля промышленных частот.

7. Расчет коэффициентов повреждаемости основы на основе критерия длительной прочности В.Москвитина показал возможность выработки разработанной металлизированной ткани «ScreenTex 240» на отечественном технологическом оборудовании.

8. Ткани арт. 89001 и 89401 нетоксична, соответствует всем предъявляемым требованиям.

5 РАЗРАБОТКА ТКАНИ ДЛЯ КОСТЮМОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЭКРАНИРОВАНИЯ

5.1 Исследования по разработке новых видов арамидной пряжи с вложением металлизированного волокна

Для производства спецодежды, предназначенной для защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов, используются специальные химические волокна в зависимости от области применения ткани.

Для обеспечения требований согласно ГОСТ «Комплект экранирующий для защиты от электромагнитных полей радиочастотного диапазона» используется ткань, выполненная из нового вида пряжи, сырьевой состав которой обеспечивает электропроводящие, огнестойкие, прочностные и другие нормируемые свойства, и предназначенная для выработки экранирующих элементов комплектов.

Все экранирующие элементы комплектов (комбинезон, перчатки, носки или бахилы) должны быть выполнены из электропроводящих материалов.

Коэффициент экранирования электропроводящей ткани комплекта должен быть не менее 30 дБ.

Поверхностное электрическое сопротивление электропроводящей ткани комплекта должно быть не более 10 Ом/м.

Экранирующие комплекты должны быть выполнены из огнестойких материалов. Защитный комплект должен быть огнестойким, что значит – исключать распространение огня при контакте с источниками пламени или искровых разрядов, которые могут возникать при работе в зоне высокой интенсивности излучения. В соответствии с указанными требованиями необходимо обоснованно выбрать сырьё для комплектов при защите людей от ЭМП различного радиочастотного диапазона.

Цель данной работы – проведение исследований по разработке нового вида арамидной пряжи с вложением металлизированного волокна.

5.1.1 Выбор сырья для производства нового вида арамидной пряжи

В качестве сырья для нового вида арамидной пряжи использовалось метаарамидное волокно производства Китай и металлическое волокно Bekinox производства Бельгии.

Мировой рынок арамидных тканей в 2014 г. составил 320 млн. м² (на сумму 4,5 млрд. долларов), из них на спецодежду расходуется 30% или 110 млн. м², где основой являются метаарамидные волокна Номекс (США) и Ньюстар (Китай) с объёмом производства 7 тыс. тонн в год.

Российский рынок арамидных тканей для спецодежды составил 2,5 млн. м² на сумму 1,9 млрд. рублей, из них с использованием метаарамидных волокон – 90% или 2,2 млн. м².

На российском рынке арамидных тканей для спецодежды импорт занимает 60% потребности (основной объём отечественных арамидных волокон занимают параарамидные волокна производства ОАО «Каменскволокно», производство метаарамидных волокон в России отсутствует).

Потребность в огнезащитных тканях в год в России составляет 7,2 млн. пог. м, из них защищающих от электродуги - 1,5 млн. пог. м, в нефтегазовом секторе - 1,0 млн. пог. м, для МЧС и пожарных - 4,6 млн. пог. м, 0,1 млн. пог. м - на другие нужды.

Из арамидных волокон выбраны метаарамидные, основными характеристиками которых являются: термостойкость – 800⁰С, хемостойкость, устойчивость к действию открытого пламени, низкая теплопроводность, что обеспечивает защиту организма от перегрева при воздействии высоких температур, кроме того, метаарамидные волокна в отличие от параарамидных хорошо красятся.

Показатели физико-механических свойств, используемого в данной работе метаарамидного волокна (Китай), приведены в таблице 5.1, длина и распределение длин используемого волокна – в таблице 5.2.

Таблица 5.1 – Показатели физико-механических свойств метаарамидного волокна [115]

Наименование показателей	Метаарамидное волокно
Линейная плотность, текс (№)	0,192 (5200)
Разрывная нагрузка, сН	6,6
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	36,1
Удлинение при разрыве, %;	46,4
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	26,8
Коэффициент вариации по удлинению, %	23,9
Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель, сН/текс	26,6
Сохранение прочности в петле, %	77,3
Коэффициент трения волокно/волокно	0,276
Коэффициент трения волокно/металл	0,261
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$8,0 \times 10^{11}$
Пороки, непрорезы	не обнаружено
Нормальная влажность, %	7,2
Модальная массодлина, мм	51,0
Штапельная массодлина, мм	52,4
Средняя массодлина, мм	50,0
Коэффициент вариации по длине, %	3,4

Таблица 5.2 – Длина и распределение по группам длин метаарамидного волокна

Наименование показателей	Метаарамидное волокно
Модальная массодлина, мм	51,0
Штапельная массодлина, м	52,4
Средняя массодлина, мм	50,2
Коэффициент вариации по длине, %	3,4
Распределение по группам длин, %	
46	1,9
47	4,76
48	5,71
49	13,3
50	11,43
51	29,57
52	25,71
53	2,86
54	3,81
56	0,95

Как показал анализ полученных результатов, линейная плотность волокна составляет 0,19 текс, а длина резки 51 мм. Прочность волокна - 36,1 сН/текс, удлинение при разрыве %. Удельное электрическое сопротивление

метаарамидных волокон достаточно велико и составляет 10^{11} . Волокно не характеризуется хрупкостью, что подтверждается сохранением прочности волокна в петле - 77,3%.

Характеристики длины волокна, распределение по группам длин и коэффициент вариации по длине - 3,4% свидетельствует о равномерной резке волокон.

В целом можно отметить, что метаарамидное волокно представленного образца обладает удовлетворительными показателями качества, которые должны обеспечить удовлетворительную прядильную способность.

В качестве основного вида сырья для электропроводящих материалов используются металлизированные волокна.

Компания Bekart (www.bekaert.com) – ведущая мировая фирма. Bekart преобразует стальные волокна и волокна из других материалов в высокоэффективную пряжу, в тканые, нетканые, вязаные структуры, которые используются для придания тканям антистатических, проводящих, защитных, жаропрочных свойств, а также в тканях с подогревом. Основной вид деятельности предприятия принадлежит рыночному сегменту «Металлы, топливо, химия».

«На мировом рынке металлизированные волокна производят в основном следующие фирмы Mitsubishi Rayon Co Ltd, Teijin Ltd, Kuraray - Япония, Bayer AG - Германия, Rhone-Poulenc-textile - Франция, Monsanto, Dupont - США и др. В большинстве случаев указанные фирмы производят электропроводящие волокна с не очень высокой электропроводностью, в основном для получения антистатических материалов». [115].

Металлизации подвергают не только полимерные пленки, но и различные текстильные волокна. Наиболее экономичным процессом, позволяющим металлизировать волокна с высокой скоростью и с получением равномерного покрытия, является метод напыления. Для распыления расплавленного металла и пульверизаторы специальной конструкции.

Металлические волокна и металлизированные волокна и нити используют для изготовления текстильных изделий. Многие виды металлических волокон (нити, сетки, жгуты и др.) используют в электро- и радиотехнике.

В данной работе использовалось металлическое волокно из нержавеющей стали производства Бельгии Bekinox. Характеристика металлизированного волокна (данные сертификата качества) дана в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Характеристика металлизированного волокна

Параметры	Значения
Линейная плотность, текс	0,317-0,399
Штапельная длина, мм	40-45
Диаметр металлического волокна, мкм	8,045
Цвет	металлический
Удельная плотность металлической стали, г/см ³	7,7-7,9
Температура плавления стали, °С	1300-1400

5.1.2 Выработка опытной партии пряжи с использованием металлизированных волокон в производственных условиях ООО «Чайковская текстильная компания»

Опытная партия пряжи линейной плотности 29 текс кольцевого способа прядения вырабатывалась из смеси волокон 60% металлизированного волокна Bekinox производства фирмы Весart (Бельгия) и 40% метаарамидного волокна производства Китай. Опытная партия выработана в действующем производстве ведущего текстильного предприятия России. Выработка пряжи осуществлялась по плану прядения, представленному в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – План прядения для выработки пряжи из смеси 60% Векінох, 40% метаарамидное волокно

Наименование машин	Марка машин	Линейная плотность выходящего продукта, текс (номер)	Число сложений	Вытяжка общая	Вытяжка частная
Чесальные	Card-2000	4,17 (0,24)	1		1,5
Ленточные 1 переход 2 переход (с авторегулятором)	1547/2 RSB-D-30	4,17 (0,24) 4,17 (0,24)	6 8	6 8	1,31 1.16
Ровничные	BF 90-3	667 (1,5)	1	6,25	1.22
Прядильные	NSF 2	29	1	23	1.20
Мотальные	29	1			
Наименование машин	Число кручений	Коэффициент крутки α_T (α_M)	Частота вращения выпускных органов веретён, об/мин	Скорость выпуска, м/мин	Теоретическая производительность на 1 выпуск, кг/час
Чесальные	-			95	27,9
Ленточные 1 переход 2 переход (с авторегулятором)	- -			250 500	125,1
Ровничные	35,6	9,2 (21,2)	1000	28,1	0,828
Прядильные	575	36,4	10000	17,4	15,4
Мотальные				650	0,555

5.1.3 Технологическая цепочка для выработки пряжи из смеси 60% волокна Векінох и 40% метаарамидного волокна

Поточная линия в составе:

- дозатор В-1/1 (типа питателя-смесителя с длинной решёткой) ф. Marzoli;
- машина тонкого рыхления «МТО»;
- чесальная машина Card-2000;

Ленточные машины

I переход – 1547/2 ф. Spinnereimaschinenbau

II переход– ленточная машина с авторегулятором RSB-D-30 ф. Rieter

Ровничная машина BF 90-3 ф. Grossen Hainer

Кольцевая прядильная машина NSF ф. Marzoli

Мотальная машина МТ–2М

Параметры заправки оборудования выбирались с учётом свойств волокон выбранных линейных плотностей полуфабрикатов и пряжи и технологических возможностей оборудования, установленного на ООО «Чайковская текстильная компания».

5.1.4 Параметры заправки оборудования, установленные при переработке смеси 60% волокна Векінох и 40% метаарамидного волокна

Параметры заправки чёсальной машины Card-2000:

Линейная плотность чёсальной ленты, ктекс	4,17
Диаметр валиков лентоукладчика ($d_{в.л.}$), мм	50
Диаметр выпускного и питающего цилиндров вытяжного прибора, мм	40 127
Диаметр съёмного валика, мм	704,85
Диаметр съёмного барабана, мм	1285,75
Диаметр главного барабана, мм	250
Диаметр приёмного барабана, мм	76,2
Диаметр питающего цилиндра, мм	128
Диаметр валиков бункера, мм	111,22
Общая вытяжка	104,92
Вытяжка между питающим цилиндром и выпускным цилиндром	0,890
Вытяжка между выпускными валами бункера и питающим цилиндром	1,96
Вытяжка между приёмным и главным барабаном	0,044
Вытяжка между главным и съёмным барабаном	1,081
Вытяжка между съёмным барабаном и съёмным валиком	1,245
Вытяжка между съёмным валиком и питающим цилиндром вытяжного прибора	1,5
Вытяжка в вытяжном приборе	1,060
Вытяжка между выпускным цилиндром вытяжного прибора и валиками лентоукладчика	

Параметры заправки ленточной машины

I переход – машина 1547/2	
Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	4,17
Средневзвешенная штапельная длина волокон смеси, мм	43,2
Число сложений	6
Вытяжка: - общая	6
- в задней зоне	1,31
Разводки (шаблоны) между центрами цилиндров, мм	
I - II	56 (14)
II - III	58 (22)
Диаметры цилиндров, мм	
I	60
II	30
III	30
Диаметры валиков, мм	
I	41
II	34
III	34
Давление на редукционном клапане, бар	
4,0 4,67 5,34 6,0	
Скорость выпуска, м/мин	250
Число зубьев сменных вытяжных шестерён	
Предварительная вытяжка	
Z_1	42 з
Z_2	75 з
Z_3	67 з
II переход – машина RSB-D-30 с авторегулятором	
Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	4,17
Число сложений	8
Общая вытяжка	8
в предварительной зоне вытягивания	1,16
Разводки, мм: между центрами цилиндров	
I-II	54
II-III	54
Диаметры цилиндров, мм	40-30-30
Диаметры валиков, мм	38-38-38
Нагрузка на валики, (Н), количество рисок на винтах: верхние	3 (320)
направляющий	2 (200)
Скорость выпуска, м/мин	550
Число зубьев сменных вытяжных шестерён и диаметр блочка, мм:	
W_4 (диаметр блочка для предварительной вытяжки)	60,3
W_1	46 з
W_2	58 з

Параметры заправки ровничной перегонной машины BF 90-3

Линейная плотность ровницы, текс	667
Общая вытяжка	6,25
в предварительной зоне вытягивания	1,22
Разводки, мм	
между центрами цилиндров	
I-II	55
II-III	60
Шаблоны, мм	
I-II	25
II-III	30
Диаметры цилиндров, мм	32-28-32
Диаметры валиков, мм	28-28-28
Нагрузка, даН (зелёные клипсы)	25-15-25
Число кручений на м	35,6
Коэффициент крутки, $\alpha_T/(\alpha_M)$	9,2/(21,2)
Скорость выпуска, м/мин	28,6
Частота вращения веретён, мин ⁻¹	1000
Число зубьев сменных шестерён:	
$W_1 = 32$ з (предварительная вытяжка)	
$W_2 = 29$ з	
$W_3 = 42$ з (главная вытяжка)	
$W_{10} = 53$ з (крутильные)	
$W_9 = 77$ з	

Параметры заправки кольцепрядильной машины NSF 2

Линейная плотность пряжи, текс	29
Общая вытяжка	23,0
Вытяжка в задней зоне	1,2
Разводки, мм	
между центрами цилиндров	
I-II	54
II-III	62,5
Шаблоны, мм	
I - II	25,5
II - III	34,0
Диаметры цилиндров, мм	
I-II-III	27-30-27
Диаметры валиков, мм	
I-II-III	35-25-35
Нагрузка на вытяжные пары, кгс	
I-II-III	18-14-10
(цвет клипс – красный)	

Крутка, кр/м	
Коэффициент крутки $\alpha_T/(\alpha_M)$	575
Скорость выпуска, м/мин	364/(115)
Частота вращения веретён, об/мин ⁻¹	17,4
Диаметр кольца, мм	10000
Номер бегунка	48
Скорость бегунка, м/сек	90
Число зубьев сменных шестерён:	25,1
предварительная вытяжка	
главная вытяжка	70
крутильная	55
	46

При переработке смеси на ленточных машинах было отключено электронное управление машиной. На ровничных и прядильных машинах при переработке смеси осложнений не наблюдалось. Прядильная способность указанной смеси удовлетворительная.

5.1.5 Исследование качества пряжи, выработанной из смеси 40% метаарамидного волокна и 60% металлизированного волокна Bekinox

Физико-механические показатели пряжи линейной плотности 29 текс кольцевого способа прядения были определены в условиях ООО «Чайковская текстильная компания» и Испытательного центра ОАО «ИНПЦ ТЛП». Полученные данные представлены в Таблице 5.5.

Анализ физико-механических показателей пряжи показал следующее:

- прочность пряжи невысокая и находится на уровне 40 сН/текс, удлинение при разрыве 3,6-3,8%, что является удовлетворительными показателями для ткачества;

- нормальная влажность удовлетворительная и соответствует показателям 4,0-2,6%;

- изгибоустойчивость пряжи невысокая и составляет 17330 циклов до обрыва;

- стойкость к истиранию в петле очень маленькая (16 циклов до обрыва), что свидетельствует о повышенной хрупкости пряжи.

Таблица 5.5 – Показатели качества пряжи кольцевого способа прядения из смеси 60% металлизированного волокна и 40% метаарамидного волокна

Показатели	Данные ООО «Чайковская текстильная компания»	Данные испытательного центра ОАО «ИНПЦ ТЛП»
Линейная плотность, текс (Nm)	28,0 (35,7)	27,8 (36)
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,5	-
Разрывная нагрузка, Н	2,22	1,93
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	7,92	41
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	-	9,9
Удлинение при разрыве, %	4,61	4,82
Коэффициент вариации по удлинению, %	-	28,3
Крутка, кр/м	-	729
Коэффициент вариации по крутке, %	-	6,6
Коэффициент крутки	-	38,4
Нормальная влажность, %	4,0	2,6
Изгибоустойчивость, циклов ¹	-	17330
Коэффициент вариации по изгибоустойчивости, %	-	37,2
Стойкость к истиранию в петле, цикл	-	16
Коэффициент вариации по стойкости по истиранию в петле, %		68,0
Испытания на приборе Устер-Тестер :		
- линейная неровнота, %	-	-
- коэффициент вариации по массе, %	-	-
- коэффициент вариации по массе на 1 м, %	-	-
- число тонких мест (-50%) на 1 км	-	-
- число толстых мест (+50%) на 1 км	-	-
- число узелков (+200%) на 1 км	-	-
Фактическое содержание компонентов в пряже, %		
- метаарамидное волокно	47	-
- металлическое волокно	53	-

¹ – при предварительной нагрузке 40 г;

² – при предварительной нагрузке 20 г.

Необходимо отметить, что определить неровноту по массе пряжи и содержание пороков в ней на приборе Устер-Тестер 3 не удалось, т.к. исследуемая пряжа электропроводна (за счёт содержания в ней металлического волокна) и её не удалось исследовать емкостным традиционным методом.

5.2 Особенности разработки ткани «ЭКРАНЕР 240» арт. 96401

Проблема получения ткани с достаточно большим коэффициентом экранирования заставила заниматься разработкой принципиальной новой ткани.

Для обеспечения необходимых требований используется ткань, выполненная из нового вида пряжи, структура и сырьевой состав которой обеспечивают электропроводящие, огнестойкие, прочностные и другие нормируемые свойства, и предназначенная для выработки экранирующих элементов комплектов.

Все экранирующие элементы комплекта должны быть выполнены из электропроводящих материалов. Коэффициент экранирования электропроводящей ткани комплекта должен быть не менее 30 дБ. Поверхностное электрическое сопротивление электропроводящей ткани комплекта должно быть не более 2 Ом/м. Экранирующие комплекты должны быть выполнены из огнестойких материалов.

В соответствии с указанными требованиями выбрано сырьё для экранирующих костюмов по защите работающих от ЭМП радиочастного диапазона.

Проведено исследование по разработке нового вида арамидной пряжи с вложением металлизированного волокна. Проведен отбор сырья для производства нового вида арамидной пряжи, в качестве сырья для нового вида арамидной пряжи использовалось смешанное мета-, пара- арамидное волокно и металлическое волокно. Из арамидных волокон выбраны метаарамидные и небольшое количество параарамидных волокон, основными характеристиками которых являются: термостойкость – 800°C, хемостойкость, устойчивость к действию открытого пламени, низкая теплопроводность, что обеспечивает защиту организма от перегрева при воздействии высоких температур.

Линейная плотность волокна составляет 0,19 текс, а длина резки 51 мм. Прочность волокна – 36,1 сН/текс. Удельное электрическое сопротивление метаарамидных волокон достаточно велико и составляет 10^{11} Ом. Волокно не характеризуется хрупкостью, что подтверждается сохранением прочности волокна в петле – 77,3%. В целом можно отметить, что метаарамидное волокно

представленного образца обладает удовлетворительными показателями качества, которые должны обеспечить удовлетворительную прядильную способность.

В качестве основного вида сырья для электропроводящих материалов используются металлизированные волокна. Преобразование стального волокна и волокна из других материалов в высокоэффективную пряжу, в тканую структуру используется для придания тканям антистатических, проводящих, защитных, огнестойких, жаропрочных свойств. Линейная плотность составляет 0,317-0,399 текс, диаметр металлического волокна, 8,045 мкм, температура плавления стали, 1300-1400°С.

Далее была выработана опытная партия пряжи линейной плотности 29,5×2 текс кольцевого способа прядения, она вырабатывалась из смеси волокон 60% металлизированного волокна и 40% метаарамидного волокна. Параметры заправки оборудования выбирались с учётом свойств волокон выбранных линейных плотностей полуфабрикатов и пряжи и технологических возможностей оборудования, установленного на ООО «Чайковская текстильная компания». Переработка смеси 60% металлизированного волокна и 40% метаарамидного прошла удовлетворительно и позволила выработать пряжу кольцевого способа прядения линейной плотности 29,5×2 текс. Физико-механические показатели смешанной пряжи характеризуются средней прочностью и повышенной хрупкостью пряжи за счёт довольно высокого вложения металлизированного волокна. Остальные показатели удовлетворительные. Несмотря на отмеченные недостатки, данная пряжа может быть апробирована в ткачестве для получения электропроводной огнестойкой ткани.

5.2.1 Процесс получения суровой ткани с заданными экранирующими свойствами

Созданные экранирующие защитные комплекты сохранят жизнь и здоровье сотрудникам разных отраслей промышленности, защитят от вредного воздействия опасных и смертельных факторов при работе на действующих электроустановках, сократят незаметные глазу длительные временные электротравмы от облучения. На рынке экранирующих СИЗ появится универсальные комплекты с повышенными эргономическими показателями, что позволит значительно сократить риск профессиональных заболеваний, а также повысить безопасность проводимых работ на высоковольтном и высокочастотном оборудовании.

Для получения ткани для изготовления инновационных костюмов проведена апробация разработанной пряжи для переработки ткани особенной структуры со специальными защитными свойствами. В процессе создана специальная структура ткани для определения эффективности заложенных в «ДНК» структуры ткани свойств – антистатических, проводящих, защитных, огнестойких, жаропрочных.

Основными показателями строения тканей являются: структура пряжи или нитей; переплетение ткани; плотность пряжи или нитей в ткани; структура лицевой и изнаночной сторон. Совокупность факторов строения тканей определяет их основные свойства: механические (прочность, стойкость к истиранию и др.), физические (воздухопроницаемость, теплопроводность, антистатика, огнестойкость, устойчивость к повышенным температурам и др.) и технологические (раздвигаемость нитей, формоустойчивость и др.).

Разработана изотропная структура ткани с использованием комбинированного переплетения и трехкомпонентным сырьевым составом из пряж различной неоднородной формы. Использована следующая структура ткани: на бесчелночном ткацком станке комбинированным переплетением равномерно переработана основа линейной плотностью 29,5x2 текс и уток линейной плотностью 29,5x2 текс – 60% bekitex, 40% метаарамид + антистатическая пряжа

(20% нержавеющей сталь, 80% монофиламентная (95% метаарамид, 5% параарамид).

Подбор структуры проводился с учетом требований к материалам для комплектов экранирующих для защиты персонала от ЭМП РЧ. Согласно требованиям к материалам комплекта, коэффициент экранирования электропроводящей ткани комплекта должен быть не менее 30дБ. Для экранирования от внешних электромагнитных полей встроена антиэлектростатическая клетка, выполненная из хорошо токопроводящего материала по принципу работы клетки Фарадея – размер ячейки сетки значительно меньше длины волны излучения, защиту от которого требуется обеспечить. Также в само полотно с равной плотностью по основе и по утку вложена смешанная пряжа из смеси 60% металлизированного волокна и 40% метаарамидного волокна, которая обеспечивает наличие стабильного свойства экранирования электромагнитного излучения.

Испытания на наличие эффективного коэффициента экранирования и поверхностного электрического сопротивления показали, что строение ткани характеризуется стабильной и удовлетворяющей требованиям стандартов защитой от электрических полей промышленной частоты, наведённого напряжения, электромагнитных полей радиочастотного диапазона.

Это позволяет использовать ткани для создания индивидуальных комплектов для защиты от электрических полей промышленной частоты.

5.2.2 Разработка готовой ткани с экранирующими свойствами

Для обеспечения необходимых требований используется ткань, выполненная из нового вида пряжи, структура и сырьевой состав которой обеспечивают электропроводящие, огнестойкие, прочностные и другие нормируемые свойства, и предназначенная для выработки экранирующих элементов комплектов.

Все экранирующие элементы комплекта должны быть выполнены из электропроводящих материалов. Коэффициент экранирования электропроводящей ткани комплекта должен быть не менее 30 дБ. Поверхностное электрическое сопротивление электропроводящей ткани комплекта должно быть не более 2 Ом/м. Экранирующие комплекты должны быть выполнены из огнестойких материалов.

В соответствии с указанными требованиями обоснованно тщательно проведен выбор сырья и структуры ткани для экранирующих комплектов. Проведено исследование по разработке экранирующей ткани из арамидной пряжи с вложением металлизированного волокна. Проведен отбор сырья для производства ткани, в качестве сырья использовалось смешанное мета-, пара-арамидное волокно и металлическое волокно, которое далее было переработано в пряжу. Из арамидных волокон выбраны метаарамидные и небольшое количество параарамидных волокон, основными характеристиками которых являются: термостойкость – 800°C, хемостойкость, устойчивость к действию открытого пламени, низкая теплопроводность, что обеспечивает защиту организма от перегрева при воздействии высоких температур. В качестве основного вида сырья для электропроводящих материалов используются металлизированные волокна. Преобразование стального волокна и волокна из других материалов в высокоэффективную пряжу, в тканую структуру используется для придания тканям антистатических, проводящих, защитных, огнестойких, жаропрочных свойств.

Далее была выработана на бесчелночном ткацком станке опытная партия ткани специальной структуры из смешанной пряжи. Суровая ткань прошла технологические процессы до готовой ткани, в итоге получена экранирующая огнестойкая ткань с масловодоотталкивающей отделкой. Параметры прохождения ткани через оборудование выбирались с учётом прогнозируемых свойств, выбранных линейных плотностей полуфабрикатов и пряжи и технологических возможностей оборудования, установленного на ООО «Чайковская текстильная компания». Физико-механические показатели готовой ткани характеризуются

средней прочностью и отличными экранирующими свойствами за счёт довольно высокого вложения металлизированного волокна, хорошими огнестойкими свойствами. В итоге данный продукт может быть апробирован при пошиве одежды..

Использование коллоидных суспензий, состоящих из одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) и различных дисперсантов, приведет к глубокому проникновению ОУНТ в структуру нитей, а последующая термическая обработка будет способствовать прочному закреплению компонентов суспензии в составе ткани. Закрепление ОУНТ на нитях основы и утка создает своеобразную сетку с малыми размерами ячеек, что повышает эффективность экранирования высокочастотных полей. Сообщается о способности нанотрубок поглощать электромагнитное излучение, в том числе в ИК, видимой и УФ-диапазоне преобразуя энергию в тепло и рассеивая его. Нанесение ОУНТ на ткань повышает вероятность образования у материала проводящих каналов, таким образом значительно снижая порог перколяции для достижения антистатических свойств при малом содержании углеродного наноматериала.

Одним из возможных путей повышения стойкости тканей с ОУНТ к износу от стирки является использование для крашения активных красителей, способных ковалентно присоединяться как к материалу ткани, так и к ОУНТ. Такая пришивка нанотрубок к поверхности волокон ткани стабилизирует показатели электропроводности не зависимо от количества стирок.

Нами внесена незаметная углеродная сетка, которая стабилизирует показатели по поверхностному сопротивлению, по экранированию за счет нестандартного подхода.

В настоящий момент проводятся испытания по введению в структуру ткани одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ), показывающие свойства, превосходящие характеристики известных композиционных материалов. Модуль упругости ОУНТ достигает 1,0 ТПа, а прочность на разрыв – 10-50 ГПа [155, 156]. Для сравнения, модуль Юнга высокопрочной стали составляет 200 ГПа, а ее прочность на разрыв – 1-2 ГПа. ОУНТ являются одним из лучших проводников

теплоты – теплопроводность достигает 2000 Вт/м·К (вдвое выше чем у алмаза), особенно вдоль оси трубки, а термостойкость до 2800°С в вакууме [157].

Обладая собственной высокой электропроводностью, высоким отношением длины к диаметру ($L/d = 100-1000$) и тенденцией образовывать канаты ОУНТ могут выступать как эффективные модификаторы проводящих свойств композиционных материалов. Их требуется в меньшем количестве по сравнению с углеродной чернью или графитовыми волокнами, утяжеляющими материал. Таким образом, становится возможным достигнуть высоких механических и электрофизических характеристик при относительно низком содержании ОУНТ.

Данная работа показывает потенциал использование данной технологии для получения защитных свойств в разных направлениях

Высокая проводимость нанотрубок предполагает возможность применения композиций на их основе в качестве легких радиопоглощающих материалов, наряду с традиционными диэлектрическими наполнителями типа саж, углеродных волокон, шунгита и др. [158, 160]. Отметим, что эти материалы находят широкое применение при экранировании помещений, в радиолокационной и военной технике.

В работе [161] методом макания целлюлозных волокон в водную суспензию нанотрубок было получено «умное покрытие» с уникальной сенсорной способностью. Образование электропроводящих сеток УНТ на поверхности моно- и мультифиламентных волокон было подтверждено измерениями электрического сопротивления и визуализировалось сканирующей электронной микроскопией.

Датчики влажности на текстильной основе могут быть важным компонентом умного носимого электронного текстиля и имеют потенциальное применение при лечении ран, ночного недержания мочи, патологии кожи или для контроля микроклимата в одежде. В работе [162] впервые сообщается о таких носимых датчиках влажности с использованием высокопрочных и ультратонких волокон ОУНТ/ПВС полученных методом мокрого формования.

На рисунках 5.1 и 5.2 представлены модель структуры и переплетения ткани и увеличенное изображение образца ткани «Экранер-240» со стальными и арамидными нитями.

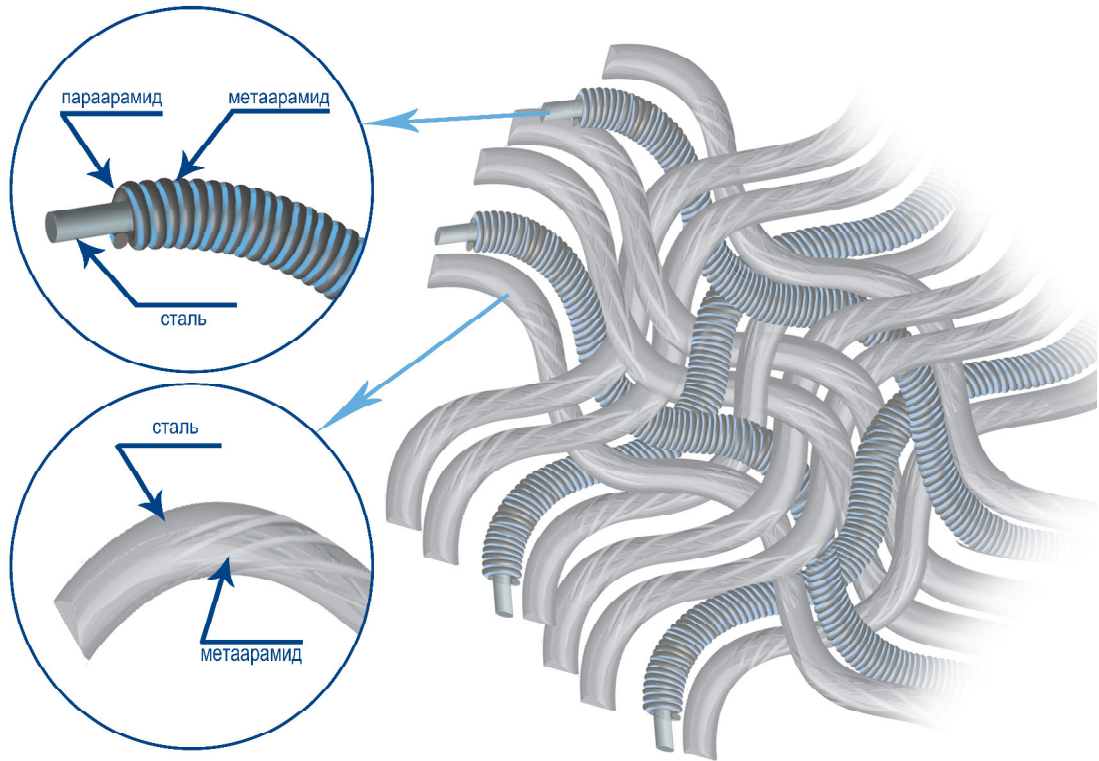


Рисунок 5.1 – Модель структуры и переплетения образца ткани «Экранер-240» со стальными и арамидными нитями

Модель структуры ткани используется для изготовления новых тканей. Данная модель будет полезна при создании новых тканей. Она поможет прогнозировать структуру новых тканей.

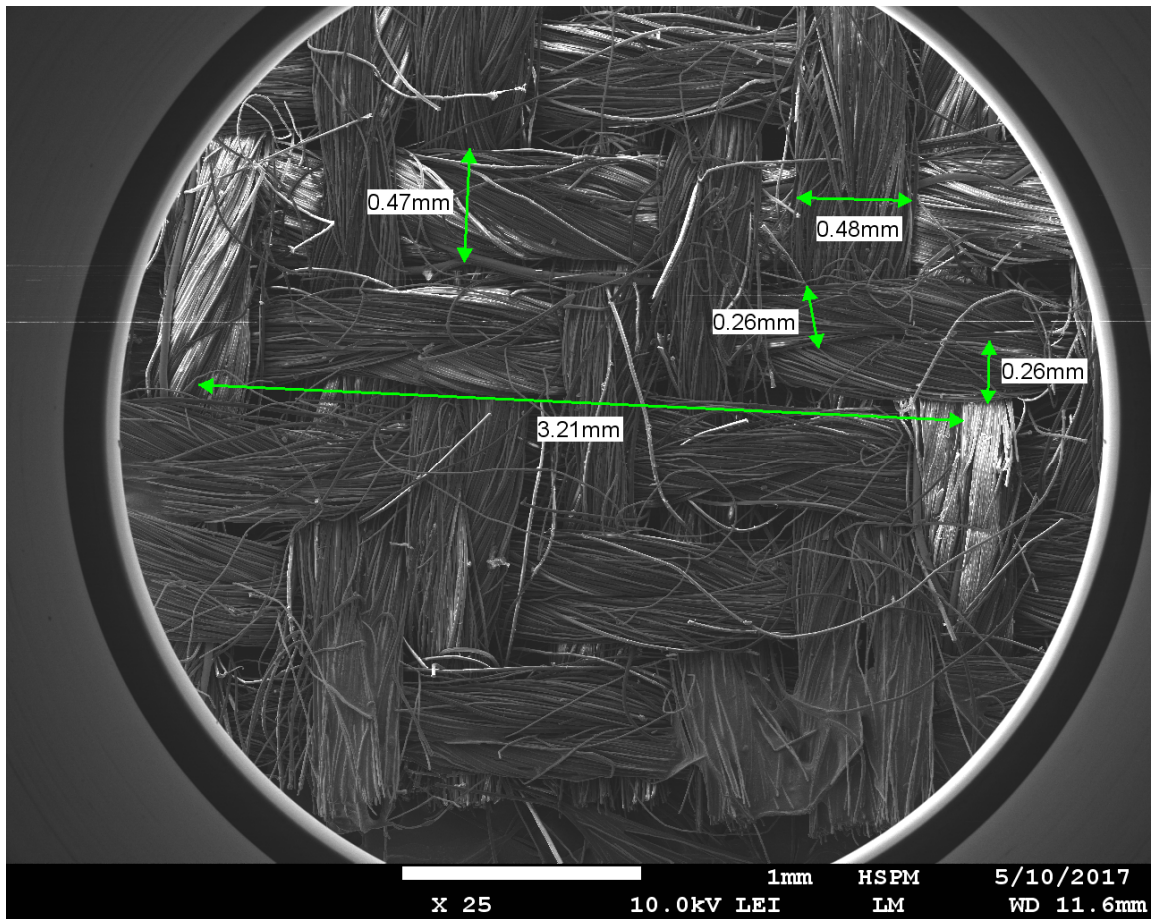


Рисунок 5.2 – Изображение образца ткани «Экранер-240» со стальными и арамидными нитями

5.3 Анализ свойств ткани «ЭКРАНЕР 240» арт. 96401

При анализе образцов ткани «Экранер 240» арт. 96401 необходимо оценить соответствие требованиям Технического регламента Таможенного Союза - ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты по отдельным показателям (электризуемость, запах образца, запах вытяжки, цветность, мутность, индекс токсичности, кожно-раздражающее действие, pH вытяжки, УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220-360 нм, окисляемость и содержание восстанавливающих веществ в вытяжке, миграцию в модельную среду гексаметилендиамина, ε-капролактама, формальдегида. Испытания проводились в ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидеиологии в г. Москве». Результаты

испытаний приведены в таблице 5.6. Протоколы лабораторных испытаний ткани «Экранер-240», арт. 96401 приведены в Приложении Д.

Таблица 5.6 – Данные лабораторных исследований ткани «Экранер 240»

Наименование показателя	Единица измерения	Результат испытания	Величина допустимого уровня
Электризуемость материала	кВ/м	2	Не более 15
Запах образца		0	Не более 2
Санитарно-химические показатели водной вытяжки			
Запах		0	Не более 2
Цветность	градус	Менее 1	Не более 20
Мутность	ЕМФ	Менее 1	Не более 2,6
рН	Ед.рН	6,5	6-9
Изменение рН	Ед.рН	0,4	Не более 1
Окисляемость	мО ₂ /л	4,6±0,5	Не более 5
УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220-360 нм	Ед. О.П.	0,12	Не более 0,3
Восстановительные примеси	Р-ра Na ₂ S ₂ O ₃	0?4	Не более 1,0
Гексаметилендиамин	мг/дм ³	Менее 0,01	Не более 0,01
Е-капралактам	мг/дм ³	Менее 0,3	Менее 1,0
Формальдегид	мг/дм ³	0,037±0,009	Не более 0,1
Токсико-экологические показатели			
Индекс токсичности	%	110,6±8,8	70-120
Кожно-раздражающее действие	баллы	Отсутствуют (0 баллов)	Отсутствие (0 баллов)

Анализ таблицы 5.6, показывает, что ткань «Экранер 240» отвечает предъявляемым требованиям.

Использованные приборы (Анализатор изображений АТ-05, Весы электронные Adventurer AR3130, весы электронные ВМК-622, рН-метр рН-211 «Нанна», спектрофотометр СФ46, хроматограф жидкостной «Agilent technologies 1200», фотоэлектроколиметр КФК-2, измеритель напряженности ЭСП СТ-01 прошли поверку. Следовательно, полученные результаты корректны.

Ниже приведены результаты испытаний образца ткани «Экранер 240» на соответствие требованию «Поверхностное электрическое сопротивление. Испытания проводились в АО «Тестприбор» по методу, изложенному в п.5.2.1. ГОСТ 12.4.172-2014. Использовался поверенный прибор мультиметр ЕХ430

AM16HR. При исследовании определено, что электрическое сопротивление равно 1,8 Ом при минимальных значениях требований не более 2 Ом.

Необходимым испытанием является определение соответствия требованию «Эффективность экранирования электропроводящей ткани». При исследованиях использовано следующее поверенное оборудование - Цифровой осциллограф Tektronix TDS2022C, комплекс имитации кондуктивных помех КИКП-1, вспомогательное оборудование (изолирующая круглая пластина диаметром 300 мм, круглая металлическая пластина диаметром 300 мм с соединительным зажимом, изолирующая круглая пластина диаметром 400 мм, система электродов, мультиметр EX430 AM16HR. При исследованиях минимальное измеренное значение коэффициента экранирования оказалось равным 49 дБ при минимальных значениях требований 40 дБ.

При испытании швейного узла из ткани «Экранер 240» арт. 96401 после 10 циклов машинной стирки получены следующие результаты. Минимальное измеренное значение коэффициента экранирования составляет 41 дБ при минимальных значениях требований не менее 40 дБ.

Определена эффективность экранирования электропроводящей ткани «Экранер 240» в диапазоне радиочастот от 30 МГц до 18 ГГц. Использовано следующее испытательное оборудование: измерительный приемник Agilent N9038A, комплекс имитации кондуктивных помех КИКА-1, измерительные антенны СВЛ6112В, П6-46, П6-59. Экспериментальные данные по экранирующей способности ткани «Экранер 240» представлены в таблице 5.7.

Анализ таблицы 5.7 показывает, что в диапазоне частот от 30 МГц до 18 ГГц значение коэффициента экранирования не бывает меньше 63 дБ, а при частоте 30 МГц коэффициент экранирования равен 100.

Методика оценки эффективности экранирования изложена в Приложении Е.

В таблице 5.8 даны экспериментальные данные по эффективности экранирования швейного узла из электропроводящей ткани «Экранер 240» после 10 циклов машинной стирки при различных частотах.

Таблица 5.7 – Коэффициенты экранирования электропроводящей ткани «Экранер 240», арт. 96401 при различных частотах

Коэффициент экранирования электропроводящей ткани, дБ	30	50	100	200	300	500	700
Частота, МГц	100	79	67	77	75	70	67
Коэффициент экранирования электропроводящей ткани, дБ	800	1000	4000	8000	10000	14000	18000
Частота, МГц	70	63	66	72	65	64	73

Таблица 5.8 – Коэффициенты экранирования швейного узла из электропроводящей ткани «Экранер 240», арт. 96401 при различных частотах

Коэффициент экранирования электропроводящей ткани, дБ	30	50	100	200	300	500	700
Частота, МГц	79	64	58	70	72	64	64
Коэффициент экранирования электропроводящей ткани, дБ	800	1000	4000	8000	10000	14000	18000
Частота, МГц	64	60	79	71	65	70	72

Методика определения коэффициентов экранирования швейного узла из электропроводящей ткани «Экранер 240» дана в Приложении Ж.

Анализ полученных данных свидетельствует о достаточно высоких показателях новых тканей для защитных костюмов от электромагнитного излучения. Причем эти ткани удалось получить недавно (2016-2017 годы).

Длительные разработки, длившиеся более десяти лет до этого не давали такой результативности. На сегодняшний день задача решена и получены ткани с очень хорошими показателями экранирующих свойств.

5.4 Разработка параметров заправки тканей на ткацком станке

Спроектированные в диссертационной работе ткани и в настоящее время выпускаемые на ООО «Чайковская текстильная компания» целесообразно вырабатывать на ткацких станках СТБ отечественного производства (частота вращения главного вала 200-220 об/мин) или на зарубежных рапирных ткацких станках, что несколько повысит себестоимость выпуска тканей. В таблице 5.9 представлены технологические параметры для изготовления тканей.

Таблица 5.9 – Технологические параметры изготовления тканей от электромагнитного излучения

Параметры	Арт. 89001	Арт.89401	Арт.96401
Заправочное натяжение основы, сН	60	66	81
Натяжение основы при прибое, сН	93	104	124
Натяжение основы при зевобразовании, сН	87	95	115
Величина угла заступа, град	30	30	25
Величина приборной полоски, мм	2	2	2
Положение скала по вертикали, мм	+20	+20	+15
Момент начала подачи основы, град	100	100	100
Положение основонаблюдателя по вертикали, мм	+10	+10	+8
Натяжение утка перед разгоном прокладчика, сН	50	55	60
Натяжение утка при разгоне прокладчика, сН	100	110	120
Натяжение утка при сматывании нити с бобины, мм	65	70	80
Натяжение утка во время действия уточного тормоза, сН	80	95	100
Величина прогиба пластины тормоза утка, мм	1,5	1,5	2
Угол закручивания торсионного валика, град	30	30	31

Установка технологических параметров, указанных в таблице 5.9, обеспечивает нормальный технологический режим с обрывностью нитей основы не превышающей 0,2 обр/м ткани, обрывностью утка – не превышающей 0,1 обр/м ткани.

Выводы по главе

1. Переработка смеси 60% металлизированного волокна и 40% метаарамидного волокна прошла удовлетворительно и позволила выработать пряжу кольцевого способа прядения линейной плотности 29 текс.

2. Физико-механические показатели смешанной пряжи характеризуются пониженной прочностью и повышенной хрупкостью пряжи за счёт довольно высокого вложения металлизированного волокна. Остальные показатели удовлетворительные. Несмотря на отмеченные недостатки, данная пряжа может быть апробирована в ткачестве для получения электропроводной огнестойкой ткани.

3. Определение специальных экранирующих свойств полученной ткани «МЕТАКРОН 240» арт. 96401 из данной пряжи, указанных в требованиях к материалам для экранирующих комплектов (ЭМП РЧ), показали эффективность ее использования в изделиях для защиты от электромагнитного излучения.

4. Критерием оценки эффективности защитного материала является коэффициент экранирования, выраженный в дБ и определяемый по уровням ЭМП РЧ без защитного материала и с ним.

5. Согласно требований к материалам комплекта коэффициент экранирования электропроводящей ткани комплекта должен быть не менее 30дБ. Для новой спроектированной ткани «Экранер 240» и выпускаемой в настоящее время на ООО «Чайковская текстильная компания» коэффициента экранирования при определенных радиочастотах дает значение 100, что позволяет ее эффективно использовать для многих целей, в том числе и для решения военными определенных оборонных задач.

6. В диапазоне частот от 30 МГц до 18 ГГц значение коэффициента экранирования не бывает меньше 63 дБ, а при частоте 30 МГц коэффициент экранирования равен 100.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Спроектированы и внедрены в производство новые ткани, которые защищают человека от электромагнитного излучения, значительно ослабляющие электромагнитное и электрическое поля и удовлетворяющие требованиям по поверхностной плотности, толщине и параметрам структуры тканей..

2. Анализ предельно-допустимых уровней плотности потока энергии в диапазоне часто 300 МГц-300 ГГц с учетом времени воздействия позволил определить меры защиты от электромагнитного излучения и электромагнитных полей.

3. Показаны пути для уменьшения электромагнитного излучения и требования к защитным устройствам, показана степень ослабления электрического и электромагнитного поля при использовании металлизированных тканей.

4. Экспериментально установлено, что применение исследованных образцов металлизированных тканей «ScreenTex 240» арт. 89001 и арт. 89401 позволяет снизить уровни электромагнитных полей в диапазоне от , 170 до 2800 МГц. Данные ткани обеспечивают достаточно высокий коэффициент экранирования (максимальное значение достигается при частоте 2800 МГц). Данные артикулы тканей могут быть применены в качестве средства обеспечения защиты человека от неблагоприятного влияния ЭМП РЧ. Установлено, что ткань «ScreenTex 240» не целесообразно использовать в экранирующих комплектах для защиты человека от воздействия электрических полей промышленной частоты 50 Гц, по показателю электрического сопротивления.

5. Переработка смеси 60% металлизированного волокна и 40% метаарамидного волокна прошла удовлетворительно и позволила выработать пряжу кольцевого способа прядения линейной плотности 29х2 текс. Физико-механические показатели смешанной пряжи характеризуются пониженной прочностью и повышенной хрупкостью пряжи за счёт довольно высокого вложения металлизированного волокна. Остальные показатели

удовлетворительные. Несмотря на отмеченные недостатки, данная пряжа может быть переработана в ткачестве для получения электропроводной огнестойкой ткани.

6. Согласно требований предъявляемым к материалам защитных комплектов от ЭМИ коэффициент экранирования электропроводящей ткани должен быть не менее 30 дБ. Для новой спроектированной ткани «Экранер 240» выпускаемой в настоящее время ООО «Чайковская текстильная компания» коэффициент экранирования имеет значение не менее 63 дБ в диапазоне частот от 30 МГц до 18 ГГц и 100 дБ при частоте 30 МГц, что соответствует требованиям ГОСТ 12.4.172-2014.

7. Расчет коэффициентов повреждаемости основы на основе критерия длительной прочности В.Москвитина показал возможность выработки разработанной металлизированной ткани «ScreenTex 240» и «МЕТАКРОН 240» на отечественном технологическом оборудовании.

8. Результаты исследований внедрены на ООО «Чайковская текстильная компания» и в учебном процессе РГУ им. А.Н. Косыгина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов, Н. А. Ресурсам области – эффективное использование. Сборник материалов XVI Ежегодной научной конференции студентов Технологического университета: в 2-х ч. / Н. А. Антонов, Н. Н. Теодорович. – Москва : Изд-во Общество с ограниченной ответственностью «Научный консультант», 2016. – 312-321 с.
2. Батурурими, Л. Разработка метода проектирования тканей по заданным гигиеническим свойствам : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Батурурими Леонард. – М., 1999. – 188 с.
3. Бесхлебная, С. Е. Разработка метода расчета объема сквозных пор в тканях главных и производных переплетений : дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02 / Бесхлебная Светлана Евгеньевна. – М., 2004. – 168 с.
4. Бизюк, А. Н. Исследование влияния СВЧ-излучения на показатели качества тканых полотен / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 2 (350). – С. 17-20.
5. Веселов, В. В. Исследование материалов с металлонапылением в одежде специального назначения / В. В. Веселов, И. Ю. Белова, С. В. Королева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 4 (346). – С. 14-17.
6. Власов, П. В. Нормализация процесса ткачества : учебное пособие / П. В. Власов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.
7. Воробьев, В. А. Метод расчета при построении шерстяной пряжи и ткани / В. А. Воробьев. – Москва : Легкая индустрия, 1964. – 163 с.
8. Гарипов, И. И. Токсикологические исследования материалов на основе полипропилена, изготовленных по технологии «СПАНБОНД» после воздействия ионизирующего излучения / И. И. Гарипов, Ю. Н. Хакимуллин, М. Ф. Шаехов, Р. Ю. Галимзянова, Н. М. Перова // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – № 2. – С. 68-69.

9. ГН 2.1.8/2.2.4.019–94 Гигиенические нормативы. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучения, создаваемых системами сотовой связи. – М. : Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1994. – 3 с.

10. ГОСТ 12.4.1720–87 Система стандартов безопасности труда. Комплект экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы контроля. – М. : Издательство стандартов, 1987. – 10 с.

11. ГОСТ 12.4.154–85 Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры. – М. : Издательство стандартов, 1985. – 10 с.

12. ГОСТ 12.1.045–84 Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М. : Стандартиформ, 1984. – 3 с.

13. ГОСТ 12.1.006–84 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М. : Издательство стандартов, 1985. – 5 с.

14. ГОСТ 12.1.002–84 Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. – М. : Стандартиформ, 2009. – 7 с.

15. ГОСТ 12088–77 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. – М. : Издательство стандартов, 2003. – 11 с.

16. ГОСТ 18976–73 Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 5 с.

17. ГОСТ ИСО 1833–2001 Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон. – М. : Стандартиформ, 2006. – 20 с.

18. ГОСТ 25617–83 Ткани и изделия: льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 33 с.

19. ГОСТ 3811–72 Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 15 с.

20. ГОСТ 3813–72 Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 20 с.

21. ГОСТ 3816–81 Плотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. – М. : Издательство стандартов, 1997. – 14 с.

22. ГОСТ 30157.0–95 Плотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения. – М. : Издательство стандартов, 2001. – 8 с.

23. ГОСТ 30157.1–95. Плотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок. – М. : Издательство стандартов, 2001. – 16 с.

24. ГОСТ Р ИСО 10993-1–2009 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 1. Оценка и исследования. – М. : Стандартинформ, 2009. – 19 с.

25. ГОСТ Р ИСО 10993-2–2009 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 2. Требования к обращению с животными. – М. : Стандартинформ, 2009. – 16 с.

26. ГОСТ Р ИСО 10993-10–2009 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 10. Исследование раздражающего и сенсибилизирующего действия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 42 с.

27. ГОСТ Р ИСО 10993-12–2009 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 12. Приготовление проб и контрольные образцы. – М. : Стандартинформ, 2014. – 20 с.

28. ГОСТ Р ИСО 10993-18–2009 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 18. Исследование химических свойств материалов. – М. : Стандартинформ, 2010. – 23 с.

29. ГОСТ Р 51148–98 Изделия медицинские. Требования к образцам и документации, представляемым на токсикологические, санитарно-химические испытания, испытания на стерильность и пирогенность. – М. : Издательство стандартов, 1998. – 19 с.

30. ГОСТ Р 52770–2007 Изделия медицинские. Требования безопасности. Методы санитарно-химических и токсикологических испытаний. – М. : Стандартинформ, 2007. – 23 с.

31. Гусев, Б. Н. Текстильное материаловедение перед технологическим рывком / Б. Н. Гусев, А. Ю. Матрохин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1 (361). – С. 42-47.

32. Давыдов, А. Ф. Разработка методики определения коэффициента ослабления тканей для защиты от электромагнитных излучения / А. Ф. Давыдов, А. А. Никифорова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 3 (339). – С. 16-18.

33. Дамянов, Г. Б. Строение ткани и современные методы ее проектирования / Г. Б. Дамянов, Ц. З. Бачев, Н. Ф. Сурнина. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.

34. Егоров, Н. В. Анализ структур огнезащитных тканей из арамидных нитей и особенности их изготовления на современном ткацком станке : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Егоров Николай Вячеславович. – М., 2010. – 182 с.

35. Зотова, Н. К. Определение оптимальных параметров изготовления полутораслойных тканей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Зотова Надежда Константиновна. – М., 2001. – 212 с.

36. Иванов, В. С. Радиационная химия полимеров: учебное пособие для химических и химико-технологических специализированных вузов / В. С. Иванов. – Л. : Химия, 1988. – 320 с.

37. Ильин, И. В. О геометрической структуре однослойной ткани / И. В. Ильин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1980. – С. 17-19.

38. Иноземцева, Н. А. Разработка метода проектирования тканей по заданному порядку фазы строения : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Иноземцева Наталья Анатольевна. – М., 2010. – 152 с.

39. Каландадзе, Н. Г. Разработка метода оценки выносливости ткани при многократном изгибе : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01 / Каландадзе Нонна Георгиевна. – М., 1975. – 147 с.

40. Кальченко, А. И. Автоматизированная технология проектирования хлопчатобумажных тканей : из цикла лекций заочного факультета «Новая техника и технология хлопчатобумажной промышленности» / А. И. Кальченко, Г. И. Муратова. – Москва : ЦНИИ информационных и технико-экономических исследований легкой промышленности, 1991. – 27 с.

41. Карева, Т. Ю. Оптимизация параметров заправки и выработки тканей с поперечными и продольными полосами на бесчелночном ткацком станке : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Карева Татьяна Юрьевна. – М., 1992. – 147 с.

42. Карева, Т. Ю. Разработка способа получения тканей новых структур и механизмов его реализации на ткацких станках с кулачковым зевобразовательным механизмом : монография / Т. Ю. Карева, С. Д. Николаев. – Москва : Московский ГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003. – 68 с.

43. Кашеев, О.В. Проектирование хлопчатобумажных тканей по заданному порядку фазы строения / О.В. Кашеев, Е.В. Сильченко, Р.В. Мастратов // В сборнике: Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности. Материалы докладов международной научно-технической конференции. – Витебск : Витебский ГТУ. – 2014. – С. 41-43.

44. Кашеев, О. В. Разработка новых видов тканей для детской одежды / О. В. Кашеев, К. Э. Разумеев, С. Д. Николаев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 2 (344). – С. 67-74.

45. Керимов, С. Г. Стандартные методы испытаний текстильных материалов технического назначения : сборник ГОСТов / С.Г. Керимов, Л. Н. Попов. – Ярославль : ОАО «НИИТТ», – 2007. – 346 с.

46. Кобляков, А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия) : учебник для вузов / А.И. Кобляков, Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.

47. Кобляков, А.И. Текстильное материаловедение (полотна и ткани) : учебник для вузов / А.И. Кобляков, Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 238 с.

48. Кузьмин, В. В. Разработка метода проектирования петельных тканей по заданным параметрам: дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Кузьмин Вячеслав Валентинович. – М., 2000. – 213 с.

49. Левакова, Н. М. Определение оптимальных параметров строения и условий изготовления ситовых тканей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Левакова Наталья Марковна. – М., 1989. – 194 с.

50. Лейтес, Л.Г. Разработка улучшенного ассортимента шерстяных тканей / Л.Г. Лейтес // Научно-исследовательские труды ЦНИИшерсти. – 1955. – С. 45-70.

51. Литовченко, А. Г. Разработка метода проектирования и оптимальных параметров изготовления ткани из комбинированных нитей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Литовченко Андрей Геннадьевич. – М., 1995. – 195 с.

52. Лучинскас, М. Н. К вопросу изменения прочностных характеристик нити в процессе тканеобразования / М. Н. Лучинскас // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1996. – № 1 (229). – С. 62-63.

53. Малецкая С. В. Разработка автоматизированных методов проектирования и исследования пестироткани : дисс. ... докт.техн.наук: 05.19.02/ Малецкая Светлана Владимировна. – М., 2003. – 363 с.

54. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. – М.: МГТУ, учебник для вузов, 1998. – 364 с.

55. Мартынова А.А., Черникина Л.А. Лабораторный практикум по строению и проектированию тканей. – М.: Легкая индустрия, 1976. – 296 с.

56. Мартынова, А. А. К вопросу проектирования технических тканей из химических волокон по прочности на раздирание : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Мартынова Анна Архиповна. – М., 1964. – 151 с.

57. Меркулов, А. В. Разработка метода проектирования и определения оптимальных параметров изготовления ворсовых тканей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Меркулов Алексей Викторович. – М., 1997. – 224 с.

58. Милашюс, В. М. Исследование релаксационных свойств тканей : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.01 / Милашюс Витаутас-Миколас Мамерто. – Каунас, 1974. – 37 с.

59. Мархоцкий А.Я. Основы экологии и энергосбережения: учебное пособие. – Минск: Высшая школа, 2014. – 288 с.

60. Морозовская, И. С. Влияние различных условий на результаты определения механических свойств тканей при однократном растяжении их до разрыва : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Морозовская Ирина Сергеевна. – М., 1957. – 210 с.

61. Никифорова, А. А. Разработка методики сравнительной оценки материалов для защиты от электромагнитных излучений : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01 / Никифорова Анна Алексеевна. – М., 2013. – 16 с.

62. Никифорова, А. А. Оценка коэффициента пропускания электромагнитного излучения (коэффициента экранирования) тканей специального назначения / А. А. Никифорова, А. Ф. Давыдов, А. В. Курденкова // Дизайн и технологии. – 2013. – № 37 (79). – С. 83-87.

63. Никифорова, А. А. Разработка метода оценки коэффициента прохождения электромагнитного излучения тканей специального назначения / А. А. Никифорова, А. Ф. Давыдов, А. В. Курденкова, Е. В. Бызова // Дизайн и технологии. – 2013. – № 36 (78). – С. 55-61.

64. Никишин, В. Б. Разработка автоматизированного метода расчета параметров строения ткани : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Никишин Владимир Борисович. – М., 2002. – 251 с.

65. Николаев, С. Д. Прогнозирование изготовления тканей заданного строения : учебное пособие / С. Д. Николаев. – Москва : Московский текстильный институт, 1990. – 62 с.

66. Николаев, С. Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета : дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.02 / Николаев Сергей Дмитриевич. – М., 1988. – 469 с.

67. Николаев, С. Д. Теория процессов, технология и оборудование ткацкого производства / С. Д. Николаев, П. В. Власов, Р. И. Сумарукова, С. С. Юхин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1995. – 256 с.

68. Николаев, С. Д. Проектирование технологии тканей заданного строения : монография / С. Д. Николаев, О. В. Ковалева, А. А. Ликучева, Н. А. Николаева, И. В. Рыбаулина. – Москва : Московский ГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. – 304 с.

69. Николаев, С. Д. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве : монография / С. Д. Николаев, А. А. Мартынова, С. С. Юхин, Н. А. Власова. – Москва : Московский ГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003. – 400 с.

70. Николаев, С. Д. Разработка новых текстильных материалов специального назначения : учебное пособие / С. Д. Николаев, И. М. Гаврилова, Е. В. Евсюкова, Т. Ю. Карева, О. В. Кашеев, И. Ю. Павлихина, И. Н. Панин, В. Т. Сергеев, Р. И. Сумарукова, Б. М. Фомин. – Москва : Изд-во Московского государственного текстильного университета, 2012. – 128 с.

71. Николаев, С. Д. Токсикологические испытания ткани для пошива специальной и профессиональной одежды / С. Д. Николаев, Е. В. Сильченко // Дизайн и технологии. МГТУ им. А.Н.Косыгина – 2015. – № 47 (89). – С. 55-58.

72. Николаев, С.Д. Защита человека от электромагнитного излучения при помощи тканей / С.Д. Николаев, Е.В. Сильченко // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. –18 т.– № 15. – С. 161-166.

73. Николаев, С.Д. Новая ткань для защиты человека от воздействия электромагнитных полей / С.Д. Николаев, Е.В. Сильченко // Вестник Димитровградского ИТИ. – 2014. – №3. – С. 122-127.

74. Николаев, С.Д. Исследование экранирующих свойств тканей / С.Д. Николаев, Е.В. Сильченко // В сборнике: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ – 2014): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1, МГУДТ – 2014. – С. 33-36.

75. Николаева, Н.А. Анализ арамидных нитей и пряжи / Н.А. Николаева, И.В. Палагина, И.В. Емельянова, Т.Ю. Власова, Е.В. Сильченко // В сборнике: Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности Материалы докладов международной научно-технической конференции. – Витебск : Витебский ГТУ. – 2013. – С. 67-69.

76. Новиков Н.Г. О строении ткани и ее проектировании с помощью геометрического метода / Н.Г. Новиков // Текстильная промышленность. – 1946. – № 2. – С. 9-17.

77. ОБУВ №5060-89 – Ориентировочные безопасные уровни воздействия переменных магнитных полей частотой 50 Гц при производстве работ под напряжением на воздушных линиях (ВЛ) электропередачи напряжением 220-1150 кВ. – М. : Минздрав СССР, 1989. – 12 с.

78. Оников, Э. А. Непрерывный процесс тканеобразования: Условия эффективности, параметры и опытные реализации : дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.02 / Оников Эдуард Аршакович. – М., 1981. – 462 с.

79. Оников, Э.А. Расчет показателей элементов ткани полотняного переплетения в опушке / Э.А. Оников, В.А. Светлицкий // Научно-исследовательские труды ЦНИХБИ. Сборник работ за 1964 г. Легкая индустрия. – Москва. – 1966.

80. Павлихина, И. Ю. Оценка напряжённости заправки многослойных кремнезёмных тканей разреженных структур / И. Ю. Павлихина, Р. И. Сумарукова, С. Д. Николаев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 3 (324). – С. 19-21.

81. ПДУ №3206-85 – Предельно-допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц. – М. : Минздрав СССР, 1985. – 5 с.

82. ПДУ №1742-77 – Предельно-допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами. – М. : Минздрав СССР, 1977. – 5 с.

83. Перечень поручений Председателя Правительства Российской Федерации «По вопросам развития текстильной промышленности» от 23.09.2011 г. № ВП-П9-6722. – М. : ЗАО «Кодекс», 2011. – 4 с.

84. Перечень технологий, имеющих важное социально-экономическое значение или важное значение для обороны страны и безопасности государства (критических технологий) : Распоряжение Правительства Российской Федерации : утвержден 14.07.2012 г. № 1273-р. – М. : ЗАО «Кодекс», 2012. – 2 с.

85. Поручение Заместителя председателя Правительства РФ от 19.09.2011 г. ВЗ-П11-6636. – М. : ЗАО «Кодекс», 2011. – 2 с.

86. Попов, Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней / Е.П. Попов. – Москва : Наука. – 1986. – 296 с.

87. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации : утверждены 07.07.2011 г. № 899. – М. : ЗАО «Кодекс», 2011. – 3 с.

88. Работнов Ю.Н. Введение в механику разрушения / Ю.Н. Работнов. – Москва : Наука. – 1987. – 80 с.

89. Ракитских, В.В. Влияние переплетения полиэфирных тканей на их восстановление после смятия и величину жесткости / В.В. Ракитских, В.П. Складчиков // В сборнике: Пути повышения качества и улучшения ассортимента промышленных товаров. – Москва. – 1974. – С. 66-74.

90. Раченкова, О. М. Разработка метода расчета рациональных параметров строения тканей различного переплетения с учетом технологии их изготовления : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Раченкова Ольга Михайловна. – М., 2000. – 239 с.

91. Руденко, Л. Г. Разработка автоматизированного метода расчета технологических параметров изготовления тканей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Руденко Людмила Геннадьевна. – М., 2002. – 144 с.

92. Рыбаулина, И. В. Разработка автоматизированного метода проектирования фильтровальных тканей по заданным свойствам : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Рыбаулина Ирина Викторовна. – М., 2007. – 267 с.

93. Рылкова, М. В. Исследование изменения коэффициента отражения электромагнитных волн при получении радиопоглощающих нетканых материалов / М. В. Рылкова, М. В. Бокова, А. В. Дедов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 5 (347). – С. 17-19.

94. Рысев, О. В. Парашютные системы / О. В. Рысев, А. Т. Пономарев, М. И. Васильев, А. А. Вишняк, И. В. Днепров, Ю. В. Мосеев. – Москва : Наука. Физматлит, 1996. – 147 с.

95. СанПиН 5804-91 – Санитарные нормы и правила эксплуатации лазеров. – М. : Госкомсанэпиднадзор России, 1992. – 39 с.

96. СанПиН 2.2.4.2.1.8.055-96 – Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ). – М. : Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 21 с.

97. СанПиН 2.2.2.542-96 – Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. – М. : Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 56 с.

98. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 14 с.

99. СанПин 2.2.4.723-98 – Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 20 с.

100. Савинова, А. А. Влияние волокнистого состава на показатели надежности огнезащитных тканей для спецодежды / А. А. Савинова, Ю. Я. Тюменев, Т. Р. Чернышова // Дизайн и технологии. – 2014. – № 40 (82). – С. 59-63.

101. Сборник руководящие методических материалов по токсиколого-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий на их основе медицинского назначения. – Москва : Всесоюзный научно-исследовательский испытательный институт медицинской техники, 1987. – 91 с.

102. СН №5802-91 – Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц). – М. : Минздрав СССР, 1991. – 12 с.

103. СТО 50281518-026-2011. Ткань «ScreenTex 240» арт. 89001. Технические условия. – Чайковский : ООО «ЧТК», 2011, – 14 с.

104. Сергеев, В.Т. Технология изготовления многослойной бикомпонентной ткани / В. Т. Сергеев, С. Д. Николаев, Р. И. Сумарукова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 6 (342). – С. 81-85.

105. Сергеев, В.Т. Технологические особенности изготовления многослойной бикомпонентной ткани / В.Т. Сергеев // Сборник научных трудов аспирантов. – 2012.– № 18. – С. 32-36.

106. Сергеев, В.Т. Создание нового поколения многослойных тканей и контурно-профильных тканых изделий из химических нитей / В.Т. Сергеев, С.Д. Николаев // Сборник научных трудов аспирантов МГУДТ. – Москва : МГУДТ. – 2013. – С. 16-21.

107. Сильченко, Е. В. Новая ткань для защиты человека от воздействия электромагнитных полей / Е. В. Сильченко, С. Д. Николаев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 6 (360). – С. 59-63.

108. Сильченко, Е. В. Металлизированные ткани для защитных костюмов / Е. В. Сильченко, С. Д. Николаев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1 (361). – С. 79-84.

109. Сильченко, Е.В. Маркетинговые исследования рынка тканей, предназначенных для защиты от электромагнитного излучения / Е.В. Сильченко, С.Д. Николаев // Сборник научных трудов аспирантов. МГУДТ – 2014. – С. 3-10.

110. Сильченко, Е.В. Определение коэффициентов экранирования ткани для защиты человека от воздействия электромагнитных полей / Е.В. Сильченко, С.Д. Николаев // В сборнике: Инновационные технологии в текстильной и легкой

промышленности. Материалы докладов международной научно-технической конференции. – Витебск : ВГТУ. – 2014. – С. 92-94.

111. Сильченко, Е.В. Санитарно-химические показатели ткани для пошива специальной одежды / Е.В. Сильченко, С.Д. Николаев // В сборнике: Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности Материалы докладов Международной научно-технической конференции. – Витебск : Витебский ГТУ. – 2015. – С. 203-204.

112. Сильченко, Е.В. Санитарно-химические показатели металлизированной ткани «SCREENTEX 240» / Е.В. Сильченко // Сборник материалов международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ – 2015)». – Москва : МГУДТ. – 2015. – С. 196-199.

113. Сильченко, Е.В. Основные области применения металлизированных тканей / Е.В. Сильченко, С.Д. Николаев // В сборнике: «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ – 2015): сборник материалов международной научно-технической конференции. Часть 1 – Москва : МГУДТ. – 2015. – С. 37-41.

114. Сильченко, Е.В. Разработка и исследование свойств ткани для защиты человека от воздействия электромагнитных полей / Е.В. Сильченко, С.Д. Николаев // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании. Том 1 -Камышин. Камышинский технологический институт – 2016. – С. 166-168.

115. Сильченко, Е. В. Разработка новых видов арамидной пряжи с вложением металлизированного волокна и тканей из них / Е. В. Сильченко, С. Д. Николаев // Легкая и текстильная промышленность. Москва, Арина – 2016. – №№ 3-4, – С. 7-9.

116. Сильченко, Е.В. Разработка тканей для специальной профессиональной одежды с защитой от электромагнитного излучения / Е.В. Сильченко // Материалы международного научно-технического форума «Первые Косыгинские чтения. Сборник научных трудов. – Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина. – 2017. – 1 т. – С. 335-337.

117. Сеницына, И. В. Анализ тканей ортогонального и неортогонального строения для кромок : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Сеницына Ирина Вадимовна. – М., 2009. – 247 с.

118. Сеницын, А. В. Разработка метода проектирования трехосных тканей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Сеницын Алексей Вадимович. – М., 2012. – 224 с.

119. Скляников, В.П. Оптимизация строения и механических свойств тканей из химических волокон / В. П. Скляников. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 168 с.

120. Скорикова, А. И. Проектирование полушерстяных плательных тканей оптимального строения : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Скорикова Анна Ивановна. – М., 1981. – 209 с.

121. Слостина, Г. Л. Разработка оптимальных параметров строения полых тканей для бесконечных приводных ремней : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Слостина Ирина Вадимовна. – М., 1967. – 146 с.

122. Смирнов, В. И. Теоретические исследования строения тканей полотняного переплетения / В. И. Смирнов. – Москва : Ростехиздат, 1960. – 120 с.

123. Сталевич, А. М. Метод получения диаграмм высокоскоростного растяжения синтетических нитей / А. М. Сталевич, З. Ф. Сталевич // Химические волокна. – 1983, – № 1. – С. 35-36.

124. Сталевич, А. М. Принцип расчетного прогнозирования диаграмм растяжения / А. М. Сталевич // Химические волокна. – 1983, – № 1. – С. 37-38.

125. Степанов, Г. В. Создание и технология получения технических тканей для производства композиционных материалов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.19.03 / Степанов Гай Васильевич. – Иваново, 1985. – 34 с.

126. Степанов, Г. В. О геометрической форме осевой линии нити в элементе ткани / Г. В. Степанов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1993. – № 5 (215). – С. 38-41.

127. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года : Указ Президента Российской Федерации : утверждена 19.12.2012 г. №1666. – М. : ЗАО «Кодекс», 2012. – 12 с.

128. Сумарукова, Р. И. Определение рационального строения и технологических параметров выработки многослойной кремнеземной ткани для теплозащитных стеклопластиков : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Сумарукова Раиса Ильинична. – М., 1976. – 189 с.

129. Сурнина, Н. Ф. Проектирование ткани по заданным параметрам / Н. Ф. Сурнина. – Москва : Легкая индустрия, 1973. – 142 с.

130. Указ Президента РФ о приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники В Российской Федерации от 07.07.2011 г. № 899, приоритетное направление №8 «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика».

131. Тогатаев, Т. У. Анализ эксплуатационных характеристик защитной одежды спасателей / Т. У. Тогатаев, А. А. Турганбаева, С. А. Баширова, С. М. Конысбеков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 1 (355). – С. 45-49.

132. Фирсов, А. В. Разработка метода проектирования рисунков мелкоузорчатых переплетений и его реализация на ПЭФМ : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Фирсов Андрей Валентинович. – М., 1995. – 123 с.

133. Хакимуллин, Ю. Н. Возможность получения нетканых материалов, стойких к традиционным методам стерилизации в условиях современного производства / Ю. Н. Хакимуллин, Э. Р. Рахматуллина, Р. Ю. Галимзянова, М. С. Лисаневич, И. Е. Когенман, Р. С. Яруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 23. – С. 118-121.

134. Черникина, Л. А. Проектирование шерстяных костюмных тканей по основным параметрам их строения : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Черникина Людмила Алексеевна. – М., 1972. – 153 с.

135. Шампаров, Е. Ю. Измерения поглощения электромагнитных волн терагерцевого диапазона в тканях / Е. Ю. Шампаров, С. В. Родэ // Дизайн и технологии. – 2014. – № 40 (82). – С. 64-72.

136. Шампаров, Е. Ю. Дифракция терагерцевого электромагнитного излучения в структуре ткани / Е. Ю. Шампаров, С. В. Родэ // Дизайн и технологии. – 2014. – № 39 (81). – С. 48-53.

137. Шваб, А. Й. Электромагнитная совместимость / Й. А. Шваб ; пер. с нем. В. Д. Мазина и С. А. Спектора ; под общ. ред. И. П. Кужекина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 466 с.

138. Штайнц, С. Разработка технической ткани «бумажное сито» и технологии ее изготовления : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Штайнц Станислав. – М., 1984. – 121 с.

139. Щербаков, В. П. Вычисление критериев длительной прочности при нагружении нити основы на ткацком станке / В. П. Щербаков, А. П. Болотный, И. Б. Цыганов, Т. И. Полякова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 6 (335). – С. 129-135.

140. Щербаков, В. П. Экспериментальное определение и расчет параметров долговечности в критериях прочности / В. П. Щербаков, И. Б. Цыганов, Т. И. Полякова, А. П. Болотный // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 2 (323). – С. 126-130.

141. Щербаков, В. П. Критерии длительной прочности и повреждаемость нити на основовязальной машине / В. П. Щербаков, А. А. Ликучева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 2 (306). – С. 131-135.

142. Щербаков, В. П. Прикладная механика нитей : учебное пособие / В. П. Щербаков. – Москва : Московский ГТУ, 2001. – 301 с.

143. Юхин, С. С. Автоматизированный метод проектирования тканей по заданной пористости / С. С. Юхин, С. Е. Мартыненко // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2003. – № 4 (273). – С. 40-43.

144. Юхина, Е. А. Определение оптимальных параметров строения и условий изготовления хлопчатолавсановых тканей : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Юхина Евгения Александровна. – М., 1984. – 171 с.

145. Ятченко, О. Ф. Исследование и проектирование многослойных тканей специального назначения : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03 / Ятченко Ольга Филипповна. – М., 1975. – 193 с.

146. Process for the production of a gamma-radiation resistant polypropylene fibre for a radiation sterilizable non-woven fabric: пат. EP 0667406 A1 European patent: EP19950300857/Макипиртти симо ; Bergholm heikki ; заявитель Suominen Oy J. W. ; заявл. 13.02.95; опублик. 16.08.96.

147. W. Bayes, B.D.Porritt, Scott cloth Strength Testing. The Journal of the Textile Institute, vol.XXX111, 1942, N6, 1, 11, 111, 1Y.

148. Guntner K. Moglichkeiten Greiferwebtechnik. Melliandtextilberichte (BRD), 1995, N7. - s. 528-538 (нем.).

149. Кнегельstrand Monatschrift fur Textil Industrie, 1935, №11, p.25

150. Nikolaew S.D. Modelowanie wplywu napiecia na zrywnosc nitok osnovy w wykorzystaniu teorii informacji. Przegląd włokienniczy, 1995, N7. - s. 285-287 (пол.).

151. Nosek S. Pretrhovosti jsnovy z hlediska matematicke Statisticky. Textil, 1971, N10, N11, S. 329-333, s.369-370 (чеш.).

152. Nosek S. Vliv statistikuch charakteristik mechanickuch vlastnosti prizi na kollktivni vlastnosti osnovy a tkaniny. Textil, 1971, N4, s. 116-122 (чеш.).

153. World weaving market - the Sulzer - Ruti, view. Textile Month. March, 1996. - p. 8-10 (англ.).

154. <http://www.findpatent.ru/patent/258/2580140.html>. © FindPatent.ru - патентный поиск, 2012-2017.

155. Yu M.-F., Files B.S., Arepalli S., Ruoff R.S. Phys. Rev. Lett. 2000, 84, 5552.

156. Dujardin E., Ebbesen T.W., Krishnan A. et al. Phys. Rev. B 1998, 58, 14013.

157. Hone J., Whitney M., Zettle A. Synth. Metals 1999, 103, 2498.

158. E.A. Zakharychev, E.N. Razov, Yu.D.Semchikov, N.S. Zakharycheva, M.A. Kabina, L.I. Bakina, V.L. Zefirov. Radar absorbing properties of carbon nanotubes/polymer composites in the V-band. Bull. Mater. Sci., 2016, 39, 451.

159. D.L. Zhao, Z.M. Shen. Preparation and electromagnetic and microwave absorbing properties of Fe-filled carbon nanotubes. *J. Alloys and Compounds*, 2009, C/471, 457.

160. Siva Yellampalli (Ed). *Carbon Nanotubes - Synthesis, Characterization, Applications*. Ch. 13. Microwave Absorption Characteristics of Carbon Nanotubes.

161. H. Qi, J. Liu, E. Mäder. Smart Cellulose Fibers Coated with Carbon Nanotube Networks. *Fibers* 2014, 2, 295.

162. G. Zhou et al. High Sensitive Wearable Textile-based Humidity Sensor made of High-strength, Single-walled Carbon Nanotube (SWCNT)/Poly(Vinyl Alcohol) (PVA) Filaments. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2017, 9, 4788.

163. Официальный сайт «Текс-Центр» – <http://www.teks-centre.ru/materialy-i-tekhnologii/katalog/> (дата обращения 17.11.2017).

164. Щербаков Г. Н. Защита важных наземных объектов от воздушного терроризма [Электронный ресурс] / Г. Н. Щербаков, Ю. А. Шлыков // Специальная техника. – 2001. – № 1. Режим доступа: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=963&lvl=02>.

165. Официальный сайт «Измерительные Системы и Технологии» – <http://izlucheniya.ru/product-category/tkani/> (дата обращения 15.06.2017).

166. Защита от электромагнитных излучений <https://refdb.ru/look/2514673.html> (дата обращения 14.04.2017).

167. О разработке ферритовой ткани <https://nplus1.ru/news/2016/08/05/fabric> (дата обращения 12.08.2016).

ПРИЛОЖЕНИЕ А**(рекомендуемое)****Акт о внедрении результатов диссертационной работы в производстве**

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор
ООО «Чайковская текстильная компания»

Столбов И.Л.

2017 г

А К Т

**о внедрении результатов диссертационной работы
соискателя Сильченко Е.В. «Разработка тканей для специальной
профессиональной одежды с защитой от электромагнитного излучения»**

Настоящий Акт свидетельствует, что результаты диссертационной работы, выполненной соискателем кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) Сильченко Еленой Владимировной, внедрены на производстве ООО «Чайковская текстильная компания».

Результатом внедрения диссертационной работы соискателя является расширение ассортиментной линейки тканей применяемых для защиты от электромагнитного излучения. В настоящее время ООО «Чайковская текстильная компания» данный тип тканей выпускает под артикулами 89001, 89401 и 96401.

Все ткани по физико-механическим, санитарно-химическим и экранирующим показателям полностью соответствуют предъявляемым требованиям к тканям данного типа.

Директор бизнес-направления «Спецодежда»

Трубин А.М.

Главный технолог
текстильного производства

ООО «Чайковская текстильная компания»

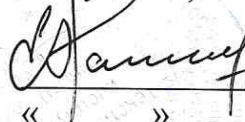
Назаров А.В.

Руководитель управления по контролю качества
ООО «Чайковская текстильная компания»

Пестерева Л.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**(рекомендуемое)****Акт о внедрении результатов диссертационной работы в учебном процессе****"УТВЕРЖДАЮ"**

Директор Текстильного института
 Российского государственного университета
 имени А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн.
 Искусство)



д.т.н., проф. Разумеев К.Э.

« _____ » _____ 2017 года

А К Т

**об использовании результатов диссертационной работы
 соискателя Сильченко Е.В.**

**«Разработка тканей для специальной профессиональной одежды
 с защитой от электромагнитного излучения»**

Комиссия в составе заведующего кафедрой, д.т.н., проф. Юхина С.С., д.т.н. проф. В.А.Заваруева, к.т.н., доц. И.В.Рыбаулиной, что результаты диссертационной работы соискателя Сильченко Е.В. внедрены в 2015-2017 годах в учебный процесс кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий при проведении занятий с магистрами групп МАГ-ТТ-614, МАГ-ТТ-815 МАГ-ТТ-216, МАГ-ТТ-217:

- при изучении учебных курсов:

Прогнозирование технологического процесса ткачества;

Строение и технологии тканей технического назначения;

Причинно-следственные связи в ткачестве;

Основы механики нити.

- при проведении НИР (Масолова А.С., гр. МАГ-ТТ-217)

Члены комиссии:



проф. С.С.Юхин
 проф. В.А.Заваруев
 доц. И.В.Рыбаулина

ПРИЛОЖЕНИЕ В**(справочное)****Акт о о демонстрации разработанных тканей на выставках**

«УТВЕРЖДАЮ»
 Генеральный директор
 ООО «Чайковский текстиль»

 Столбов И.Л.
 2017 г


АКТ

Настоящий Акт составлен в том, что ткани, созданные соискателем кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий Сильченко Е.В. демонстрировались на различных престижных выставках и получили положительную оценку:

- на выставке – межрегиональном конкурсе «Лучшие товары и услуги Приволжья – «ГЕММА-2014» по Пермскому краю – ткань хлопчатобумажная огнестойкая Frall 330;
- международном конкурсе «Национальная безопасность - 2014 – ткань камуфлированной расцветки для летнего костюма арт. 18312 с антимосковитной отделкой; облегченной камуфлированной двухсторонней ткани «Ратник»;
- международном конкурсе «Национальная безопасность - 2015» - ткань FlameFort – облегченная огнетермостойкая с усиленной каркасной решеткой рип-стоп;
- международном научно-техническом форуме «АРМИЯ-2016» – ткани от электромагнитного излучения арт. 89001 и 89401 с различными коэффициентами экранирования;
- международном научно-техническом форуме «АРМИЯ-2017» – ткань от электромагнитного излучения «Экранер 240» арт. 94401.

Руководитель управления рекламы и PR _____

Хрусталь

Хрусталь О.В.

Главный специалист по рекламе и PR _____

Мезенцева

Мезенцева Н.А.

Главный специалист по рекламе и PR _____

Скворцова

Скворцова Д.Г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(рекомендуемое)

Расчет показателей энтропии распределения вероятностей случайных величин, информации и коэффициентов причинного влияния для установления причинно-следственных связей исследуемых нитей на ПЭВМ

для Полиэфирной нити

"X1", "	8000", "	8200", "	8100", "	7800", "	7800", "	8000", "
7800", "	7900", "	7800", "	8000", "	8200", "	7900", "	8100", "
8200", "	8000", "	7900", "	8200", "	8100", "	8100", "	7900", "
"X2", "	28", "	28", "	28", "	30", "	28", "	30", "
30", "	29", "	28", "	29", "	28", "	27", "	27", "
27", "	27", "	26", "	26", "	26", "	26", "	29", "
"X3", "	18", "	18", "	19", "	19", "	18", "	18", "
19", "	20", "	20", "	17", "	17", "	16", "	16", "
18", "	18", "	18", "	19", "	19", "	20", "	20", "
"X4", "	8700", "	8700", "	8700", "	8100", "	8100", "	8700", "
8900", "	8700", "	8700", "	8700", "	8700", "	8700", "	8500", "
8500", "	8500", "	8500", "	8500", "	8300", "	8700", "	8700", "

"X1", "Модуль упругости, МПа"

"X2", "Разрывная нагрузка, Н"

"X3", "Разрывное удлинение, %"

"X4", "Выносливость к многократным нагрузкам, циклов"

"X1", " 0.699"

"X2", " 0.684"

"X3", " 0.650"

"X4", " 0.523"

"X1", " 0.232", " 0.240", " 0.185"

"X2", " ", " 0.255", " 0.254"

"X3", " ", " ", " 0.166"

"X1", " 0.332", " 0.343", " 0.265"

"X2", " ", " 0.372", " 0.372"

"X3", " ", " ", " 0.255"

для Электропроводящей нити

"X1", "	200000", "	200000", "	210000", "	198000", "	198000", "	200000", "
198000", "	199000", "	198000", "	200000", "	220000", "	199000", "	210000", "
220000", "	198000", "	199000", "	220000", "	210000", "	200000", "	198000", "
"X2", "	56", "	56", "	56", "	57", "	57", "	57", "
57", "	58", "	58", "	58", "	58", "	58", "	57", "
56", "	56", "	55", "	55", "	55", "	55", "	54", "
"X3", "	1.5", "	1.6", "	1.6", "	1.5", "	1.5", "	1.4", "
1.4", "	1.5", "	1.5", "	1.5", "	1.6", "	1.6", "	1.4", "
1.4", "	1.4", "	1.4", "	1.4", "	1.4", "	1.3", "	1.4", "
"X4", "	3200", "	3000", "	3400", "	3400", "	3400", "	3400", "
3400", "	3400", "	3400", "	3400", "	3400", "	3200", "	3200", "
3200", "	3000", "	2800", "	3200", "	3200", "	3200", "	3200", "

"X1", "Модуль упругости, МПа"

"X2", "Разрывная нагрузка, Н"
 "X3", "Разрывное удлинение, %"
 "X4", "Выносливость к многократным нагрузкам, циклов"

"X1", " 0.678"
 "X2", " 0.656"
 "X3", " 0.518"
 "X4", " 0.480"

"X1", " 0.165", " 0.128", " 0.098"
 "X2", " ", " 0.208", " 0.208"
 "X3", " ", " ", " 0.107"

"X1", " 0.244", " 0.189", " 0.145"
 "X2", " ", " 0.317", " 0.317"
 "X3", " ", " ", " 0.206"

для Арамидной пряжи

"X1", "	20000", "	20000", "	21000", "	19800", "	20000", "	19900", "
19800", "	21000", "	21000", "	21000", "	20000", "	22000", "	22000", "
22000", "	19900", "	19800", "	20000", "	19900", "	22000", "	22000", "
"X2", "	15", "	15", "	15", "	15", "	15", "	15", "
16", "	16", "	16", "	16", "	14", "	14", "	14", "
14", "	13", "	13", "	13", "	17", "	17", "	17", "
"X3", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "
3.5", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "	3.4", "	3.4", "	3.4", "
3.3", "	3.3", "	3.7", "	3.7", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "
"X4", "	8600", "	8600", "	9000", "	9400", "	8600", "	8600", "
8600", "	8600", "	8600", "	8600", "	8600", "	8200", "	7800", "
8600", "	8600", "	8600", "	8600", "	8600", "	8600", "	8600", "

"X1", "Модуль упругости, МПа"
 "X2", "Разрывная нагрузка, Н"
 "X3", "Разрывное удлинение, %"
 "X4", "Выносливость к многократным нагрузкам, циклов"

"X1", " 0.688"
 "X2", " 0.684"
 "X3", " 0.445"
 "X4", " 0.338"

"X1", " 0.315", " 0.145", " 0.144"
 "X2", " ", " 0.355", " 0.134"
 "X3", " ", " ", " 0.115"

"X1", " 0.458", " 0.210", " 0.210"
 "X2", " ", " 0.519", " 0.197"
 "X3", " ", " ", " 0.258"

для Арамидной нити

"X1", "	41000", "	41000", "	41000", "	41000", "	40000", "	40000", "
40000", "	40000", "	42000", "	42000", "	42000", "	42000", "	39000", "
39000", "	39000", "	39000", "	38000", "	38000", "	38000", "	38000", "
"X2", "	68", "	68", "	68", "	68", "	68", "	68", "
66", "	66", "	66", "	66", "	65", "	65", "	65", "
65", "	69", "	68", "	68", "	68", "	70", "	70", "

"X3", "	2.4", "	2.3", "	2.4", "	2.5", "	2.6", "	2.6", "
2.5", "	2.4", "	2.3", "	2.2", "	2.4", "	2.4", "	2.4", "
2.4", "	2.4", "	2.4", "	2.5", "	2.4", "	2.4", "	2.6", "
"X4", "	10500", "	10500", "	10500", "	10500", "	10500", "	10500", "
10500", "	10500", "	10500", "	10500", "	10500", "	11000", "	11000", "
10000", "	10000", "	10000", "	10500", "	10500", "	11500", "	9500", "

"X1", "Модуль упругости, МПа"
 "X2", "Разрывная нагрузка, Н"
 "X3", "Разрывное удлинение, %"
 "X4", "Выносливость к многократным нагрузкам, циклов"

"X1", "	0.699"
"X2", "	0.601"
"X3", "	0.555"
"X4", "	0.475"

"X1", "	0.330", "	0.194", "	0.287"
"X2", " ", "	0.156", "	0.287"	
"X3", " ", " ", "	0.137"		

"X1", "	0.472", "	0.277", "	0.411"
"X2", " ", " ", "	0.259", "	0.477"	
"X3", " ", " ", " ", "	0.248"		

для Электропроводящей нити, обкрученной арамидной пряжей

"X1", "	24000", "	24000", "	25000", "	25000", "	26000", "	26000", "
23000", "	23000", "	22000", "	22000", "	23000", "	23000", "	22000", "
22000", "	25000", "	25000", "	24000", "	24000", "	26000", "	26000", "
"X2", "	42", "	42", "	42", "	42", "	42", "	42", "
41", "	41", "	41", "	41", "	41", "	43", "	43", "
44", "	44", "	44", "	44", "	41", "	40", "	40", "
"X3", "	3.1", "	3.1", "	3.1", "	3.1", "	3.1", "	3.1", "
3.1", "	2.9", "	2.9", "	2.9", "	2.9", "	3.3", "	3.3", "
3.3", "	2.7", "	3.5", "	3.5", "	3.5", "	3.1", "	2.7", "
"X4", "	9400", "	9400", "	9000", "	9400", "	9400", "	9400", "
9400", "	9400", "	8600", "	8600", "	9400", "	9400", "	9400", "
9400", "	9800", "	9400", "	9400", "	10200", "	9400", "	9400", "

"X1", "Модуль упругости, МПа"
 "X2", "Разрывная нагрузка, Н"
 "X3", "Разрывное удлинение, %"
 "X4", "Выносливость к многократным нагрузкам, циклов"

"X1", "	0.699"
"X2", "	0.654"
"X3", "	0.646"
"X4", "	0.389"

"X1", "	0.304", "	0.296", "	0.189"
"X2", " ", " ", "	0.413", "	0.150"	
"X3", " ", " ", " ", "	0.192"		

"X1", "	0.434", "	0.424", "	0.271"
"X2", " ", " ", "	0.631", "	0.229"	
"X3", " ", " ", " ", "	0.297"		

Расчет частных коэффициентов причинного влияния факторов на ЭВМ

Для Полиэфирной нити

$g_{12}=0.332$	$g_{12}=0.332$
$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.343$	$g_{13}=0.219$
$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.265$	$g_{14}=0.086$
$g_{23}=0.372$	$g_{23}=0.372$
$g_{24}+g_{23}*g_{34}=0.372$	$g_{24}=0.277$
$g_{34}=0.255$	$g_{34}=0.255$

для Электропроводящей нити

$g_{12}=0.244$	$g_{12}=0.244$
$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.189$	$g_{13}=0.112$
$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.145$	$g_{14}=0.045$
$g_{23}=0.317$	$g_{23}=0.317$
$g_{24}+g_{23}*g_{34}=0.317$	$g_{24}=0.251$
$g_{34}=0.206$	$g_{34}=0.206$

для Арамидной пряжи

$g_{12}=0.458$	$g_{12}=0.458$
$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.210$	$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.028$
$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.210$	$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.126$
$g_{23}=0.519$	$g_{23}=0.519$
$g_{24}+g_{23}*g_{34}=0.197$	$g_{24}=0.063$
$g_{34}=0.258$	$g_{34}=0.258$

для Арамидной нити

$g_{12}=0.472$	$g_{12}=0.472$
$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.277$	$g_{13}=0.154$
$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.411$	$g_{14}=0.147$
$g_{23}=0.259$	$g_{23}=0.259$
$g_{24}+g_{23}*g_{34}=0.477$	$g_{24}=0.413$
$g_{34}=0.248$	$g_{34}=0.248$

для Электропроводящей нити, обкрученной арамидной пряжей

$g_{12}=0.434$	$g_{12}=0.434$
$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.424$	$g_{13}+g_{12}*g_{23}=0.150$
$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.271$	$g_{14}+g_{12}*g_{24}+g_{13}*g_{34}+g_{12}*g_{23}*g_{34}=0.084$
$g_{23}=0.631$	$g_{23}=0.631$
$g_{24}+g_{23}*g_{34}=0.329$	$g_{24}+g_{23}*g_{34}=0.142$
$g_{34}=0.297$	$g_{34}=0.297$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (справочное)

Протоколы лабораторных испытаний ткани «Экранер-240»



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ГОРОДЕ МОСКВЕ»**

Москва, 129626, Графский переулок, 4 корпус 2,3,4 тел. (495) 687 36 19, факс (495) 687 40 67
E-mail: fguz@mossanepid.ru, http://www.mossanexpert.ru

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР

Отдел профилактической токсикологии и санитарно-эпидемиологической экспертизы
непродовольственной продукции

УТВЕРЖДАЮ

Аттестат аккредитации № RA .RU.510895

Руководитель (заместитель руководителя)
испытательного лабораторного центра
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в городе Москве»

С.Г.Сафонкина

ПРОТОКОЛ

ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ (ИССЛЕДОВАНИЙ)

№ 6086 12 от 11 мая 2017 г.

1. Код образца (пробы): 05.12.9.17.6086

 2. Цель исследований, основание: Разовая заявка, заявка № 21.03.7.1382.03 от 21.03.2017

 3. Наименование предприятия, организации (заявитель): ООО "Чайковская текстильная компания"

 4. Юридический адрес: РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная,1

 5. Наименование образца (пробы), дата изготовления: Ткань "Экранер 240".

 6. Изготовитель (фирма, предприятие, организация): ООО "Чайковская текстильная компания", РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная,1
страна: Россия

 7. Место отбора: ООО "Чайковская текстильная компания" РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная,1, производство

 8. Время и дата отбора: 10.03.2017 11:30
Ф.И.О., должность: Смирнова С.Г., Начальник assort. участка
Доставлен в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»: 21.03.2017

 9. Средства измерений:
- | № п/п | Тип прибора | Заводской номер | № свидетельства о поверке | Срок действия |
|-------|--|-----------------|---------------------------|---------------|
| 1 | Анализатор изображений АТ-05 | 217 | 117/17-Ф от 18.01.2017 | 17.01.2019 |
| 2 | Весы электронные Adventurer AR3130 | 1121241419 | СП 1306149 от 10.10.2016 | 09.10.2017 |
| 3 | Весы электронные ВМК-622 | 24825057 | СП 1306151 от 10.10.2016 | 09.10.2017 |
| 4 | pH-метр pH-211 "Hanna" | 08119789 | СП 1352681 от 09.08.2016 | 08.08.2017 |
| 5 | Спектрофотометр СФ46 | 850759 | СП 1343707 от 22.07.2016 | 21.07.2017 |
| 6 | Хроматограф жидкостной "Agilent technologies 1200" | DE62974947 | Сп 1459909 от 25.11.2016 | 24.11.2017 |
-
10. Дополнительные сведения: артикул 96401
-
11. Технические регламенты, нормативные документы, устанавливающие требования к продукции:
ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты"

Протокол № 6086 12 распечатан 11.05.2017

стр. 1 из 2

Настоящий протокол не может быть воспроизведен полностью или частично без письменного разрешения ИЛЦ
Результаты протокола распространяются только на предоставленный образец (пробу)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ (ИССЛЕДОВАНИЙ)

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	2	3	4	5	6
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 19.04.2017 10:00 внутрилабораторный номер образца (пробы) 6086 - 1799 дата начала испытаний 19.04.2017 10:00 дата окончания исследований 11.05.2017					
1	Запах вытяжки	балл	0	не более 2	МУК 4.1/4.3.1485-03
2	Запах	балл	0	не более 2	МУК 4.1/4.3.1485-03
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 19.04.2017 10:00 внутрилабораторный номер образца (пробы) 6086 - 1799 дата начала испытаний 19.04.2017 10:00 дата окончания исследований 11.05.2017					
1	Гексаметилендиамин	мг/л	менее 0,01	не более 0,01	Инструкция 880-71
2	ε-капролактam	мг/дм ³	менее 0,3	не более 1,0	ГОСТ 30351-2001
3	Содержание восстанавливающих веществ	мл 0,02N р-ра Na ₂ S ₂ O	0,4	не более 1,0	ГОСТ 31209-2003
4	Формальдегид	мг/л	0,037±0,009	не более 0,1	МУК 4.1.1020-01
5	Водородный показатель	ед. рН	6,5	6 - 9	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
6	Окисляемость вытяжки (общее кол-во орг. веществ)	мгО ₂ /л	4,6±0,5	не более 5	ПНД Ф 14.1:2:4.154-99
7	УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220-360 нм	ед. о.п.	0,12	не более 0,3	ГОСТ 31209-2003
8	Изменение рН вытяжки	ед. рН	0,4	не более 1	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ					
Образец поступил 19.04.2017 10:00 внутрилабораторный номер образца (пробы) 6086 - 1799 дата начала испытаний 19.04.2017 10:00 дата окончания исследований 11.05.2017					
1	Кожно-раздражающее действие	балл	отсутствие	отсутствие	Инструкция 1.1.11-12-35-2004
2	Индекс токсичности	%	110,6±8,8	70 - 120	МУ 1.1.037-95
Испытания проведены в моделируемых условиях: 1. модельная среда - вода дистиллированная, температура - 40 град. Цельсия, насыщенность - 1:100 г/мл, экспозиция - 1 час; 2. модельная среда - вода дистиллированная, температура - 40 град. Цельсия, насыщенность - 1:50 г/мл, экспозиция - 24 ч.					

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: помощник врача по общей гигиене Пахомова И. В.

Заведующий отделом _____

Завьялов Н. В.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ГОРОДЕ МОСКВЕ»**

Москва, 129626, Графский переулок, 4 корпус 2,3,4 тел. (495) 687 36 19, факс (495) 687 40 67
E-mail: fguz@mossanepid.ru, http://www.mossanexpert.ru

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР
Санитарно-гигиеническая лаборатория**

УТВЕРЖДАЮ

Аттестат аккредитации № RA.RU.510895

Руководитель (заместитель руководителя)
испытательного лабораторного центра
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в городе Москве»



С.Г.Сафонкина

**ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ (ИССЛЕДОВАНИЙ)**

№ 6086 11 от 25 апреля 2017 г.

1. Код образца (пробы): 05.12.9.17.6086
2. Цель исследований, основание: Разовая заявка, заявка № 21.03.7.1382.03 от 21.03.2017
3. Наименование предприятия, организации (заявитель): ООО "Чайковская текстильная компания"
4. Юридический адрес: РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная, 1
5. Наименование образца (пробы), дата изготовления: ткань "Экранер 240" артикул 96401
6. Изготовитель (фирма, предприятие, организация): ООО "Чайковская текстильная компания", РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная, 1
страна: Россия
7. Место отбора: ООО "Чайковская текстильная компания" РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная, 1, производство
8. Время и дата отбора: 10.03.2017 11:30
Ф.И.О., должность: Смирнова С.Г., Начальник assort. участка
Доставлен в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»: 21.03.2017

9. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Фотоэлектроколориметр КФК-2	8512153	СП 1362794 от 17.08.2016	16.08.2017

10. Дополнительные сведения:

11. Технические регламенты, нормативные документы, устанавливающие требования к продукции:
ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты"

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ (ИССЛЕДОВАНИЙ)

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	2	3	4	5	6
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ					
Образец поступил 20.04.2017 10:00 внутрилабораторный номер образца (пробы) 6086 - 659 дата начала испытаний 20.04.2017 10:00 дата окончания исследований 21.04.2017 15:40					
1	Цветность	градус	менее 1	не более 20	ГОСТ 31868-2012
2	Мутность	ЕМФ	менее 1	не более 2,6	ГОСТ 3351-74

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: инженер лаборатории Дубинец О. Б.

Зав. отделением по исследованию воды, почвы и воздуха _____  Гараева О. В.

Зав. санитарно-гигиенической лабораторией _____  Иванова Л. И.

Полторацкий А.Ю.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ГОРОДЕ МОСКВЕ»**

Москва, 129626, Графский переулок, 4 корпус 2,3,4 тел. (495) 687 36 19, факс (495) 687 40 67
E-mail: fguz@mossanepid.ru, http:www.mossanexpert.ru

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР
Отдел гигиены труда и источников неионизирующих излучений

УТВЕРЖДАЮ

Аттестат аккредитации № RA.RU.510895

Руководитель (заместитель руководителя)
испытательного лабораторного центра
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в городе Москве»



С.Г.Сафонкина

Руднева Е.А.

**ПРОТОКОЛ
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ (ИССЛЕДОВАНИЙ)**

№ 6086 9 от 13 апреля 2017 г.

1. Код образца (пробы): 05.12.9.17.6086

2. Цель исследований, основание: Разовая заявка, заявка № 21.03.7.1382.03 от 21.03.2017

3. Наименование предприятия, организации (заявитель): ООО "Чайковская текстильная компания"

4. Юридический адрес: РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная, 1

5. Наименование образца (пробы), дата изготовления: ткань "Экранер 240" артикул 96401

6. Изготовитель (фирма, предприятие, организация): ООО "Чайковская текстильная компания", РОССИЯ,
Пермский край, г. Чайковский ул. Речная, 1
страна: Россия

7. Место отбора: ООО "Чайковская текстильная компания" РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул.
Речная, 1, производство

8. Время и дата отбора: 10.03.2017 11:30

Ф.И.О., должность: Смирнова С.Г., Начальник assort. участка

Доставлен в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»: 21.03.2017

9. Средства измерений:

№ п/п	Тип прибора	Заводской номер	№ свидетельства о поверке	Срок действия
1	Измеритель напряженности ЭСП СТ-01	123208	АА3165301/08172 от 02.12.2016	01.12.2017


10. Дополнительные сведения:

11. Технические регламенты, нормативные документы, устанавливающие требования к продукции:
ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты"

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ (ИССЛЕДОВАНИЙ)

№№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	2	3	4	5	6
ИЗМЕРЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ					
Образец поступил 21.03.2017 внутрилабораторный номер образца (пробы) 6086 - 112 дата начала испытаний 21.03.2017 дата окончания исследований 13.04.2017 18:45					
1	Напряженность электростатического поля	кВ/м	7,0±0,4	не более 15	МУК 4.1/4.3.1485-03 *
Мнения и толкования: Расширенная неопределенность ±1,2кВ/м					

Примечание. * - вне области аккредитации

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: врач Леонова А.С. 

Зав. отделом _____

 Руднева Е. А.

Количество образцов обследовано	Количество точек обследовано	Из них количество образцов обследовано	Из них количество точек обследовано
1	8	-	-



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ
В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ГОРОДЕ МОСКВЕ»
ОРГАН ИНСПЕКЦИИ**

129626 Москва, Графский переулок, д. 4 корпус 2,3,4. Телефон: (495) 687 3619, факс: (495) 687 4067
Аттестат аккредитации № RA .RU.710045 от 12.05.2015.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам лабораторных исследований, испытаний, измерений

№ 1382-03

Дата: 31.05.2017

На основании: Заявление № 21.03.7.1382.03 от 21.03.2017

Заявитель: ООО "Чайковская текстильная компания", РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная,1

Наименование типа объекта: ООО "Чайковская текстильная компания", РОССИЯ, Пермский край, г. Чайковский ул. Речная,1

Отбор, доставка и условия хранения (эксплуатации) образцов:

Пробы доставлены во ФБУЗ 21.03.2016

Отбор проб и доставка осуществлены Начальником assort.участка ООО "Чайковская текстильная компания" Смирновой С.Г..

На исследование представлены :

Образец №1 – отрез ткани "Экранер 240" артикул 96401

Цель исследований:

Оценить соответствие/несоответствие Образца №1 требованиям ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» по показателям (электризуемость, запах образца, запах вытяжки, цветность, мутность, индекс токсичности, кожно-раздражающее действие, рН, изменение рН вытяжки, УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220-360 нм, окисляемость и содержание восстанавливающих веществ в вытяжке, миграция в модельную среду гексаметилендиамина, е-капролактами, формальдегида).

Место проведения исследований, измерений: ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве», Москва, пер Графский, д.4 корпус 2.

Сопроводительная документация

Протокол отбора образцов продукции от 10.03.2017, Копия проекта ТУ

Результаты лабораторных и инструментальных исследований, испытаний:

Результаты исследования Образца №1 представлены в протоколах №№ 6086 12 от 11.05.2017, 6086 11 от 25.04.2017, 6086 9 от 13.04.2017г. и таблице 1

Таблица 1

№/пп	Наименование показателя	Единица измерения	Результат испытания	Величина допустимого уровня
1	Электризуемость материала	кВ/м		Не более 15
2	Запах образца		0	Не более 2
Санитарно-химические показатели водной вытяжки:				
3	Запах		0	Не более 2
4	Цветность	градус	Менее 1	Не более 20
5	Мутность	ЕМФ	Менее 1	Не более 2,6
6	pH	ед.рН	6,5	6 - 9
7	Изменение рН	ед.рН	0,4	Не более 1
8	Окисляемость	мгО ₂ /л	4,6±0,5	Не более 5
9	УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220-360 нм	ед. О.П.	0,12	Не более 0,3
10	Восстановительные примеси	p-ра Na ₂ S ₂ O ₃	0,4	Не более 1,0
11	Гексаметилендиамин	мг/дм ³	менее 0,01	Не более 0,01
12	Е-капролактam	мг/дм ³	менее 0,3	Не более 1,0
13	Формальдегид	мг/дм ³	0,037±0,009	Не более 0,1
Токсиколого-гигиенические показатели:				
14	Индекс токсичности	%	110,6 ± 8,8	70 - 120
15	Кожно-раздражающее действие	баллы	Отсутствует (0 баллов)	Отсутствие (0 баллов)

Гигиеническая оценка проведена в соответствии с действующими техническими регламентами, государственными санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, государственными стандартами, с использованием методов и методик, утвержденных в установленном порядке. Объем исследований согласован с заказчиком.

Установлено:

Показатели безопасности Образца №1, установленные для средств индивидуальной защиты не превышают допустимых уровней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Образец №1 – отрез ткани "Экранер 240" артикул 96401 **соответствует** требованиям безопасности, установленным для средств индивидуальной защиты ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» по органолептическим, санитарно-химическим, токсикологическим и физическим показателям (электризуемость, запах образца, запах вытяжки, цветность, мутность, индекс токсичности, кожно-раздражающее действие, pH, изменение pH вытяжки, УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220-360 нм, окисляемость и содержание восстанавливающих веществ в вытяжке, миграция в модельную среду гексаметилендиамина, е-капролактam, формальдегида).

Руководитель органа инспекции
(заместитель)

Зав. отделом

Врач по общей гигиене



В.И.Хизгияев

Н.В.Завьялов

Скворцова Е.Л.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(рекомендуемое)

Методика оценки эффективности экранирования

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКРАНИРОВАНИЯ

Коэффициент экранирования определяется как отношение интенсивности электромагнитного поля измеренного до установки экрана и после его установки. Предполагается что экран это бесконечная плоскость, расположенная между источником сигнала и приемником. Зная плотность мощности электромагнитного поля, напряженность электрического поля и магнитного поля можно рассчитать коэффициент экранирования, используя следующие соотношения:

$$SE[dB] = E1[dB] - E2[dB]. \quad (1)$$

Где E1 и E2 напряженность электрической составляющей поля до экрана и после, соответственно.

2. КАЛИБРОВКА

Перед измерениями провести калибровку для получения значений сигнала без экрана. Установить антенны соосно друг напротив друга на расстоянии 2м в БЭК. На излучающую антенну подать высокочастотный сигнал. Мощность подаваемого сигнала записывать для использования при последующих измерениях. Уровень сигнала с приемной антенны записывать и использовался в последующих вычислениях КЭ. Схема калибровки представлена на рисунке А1.1.

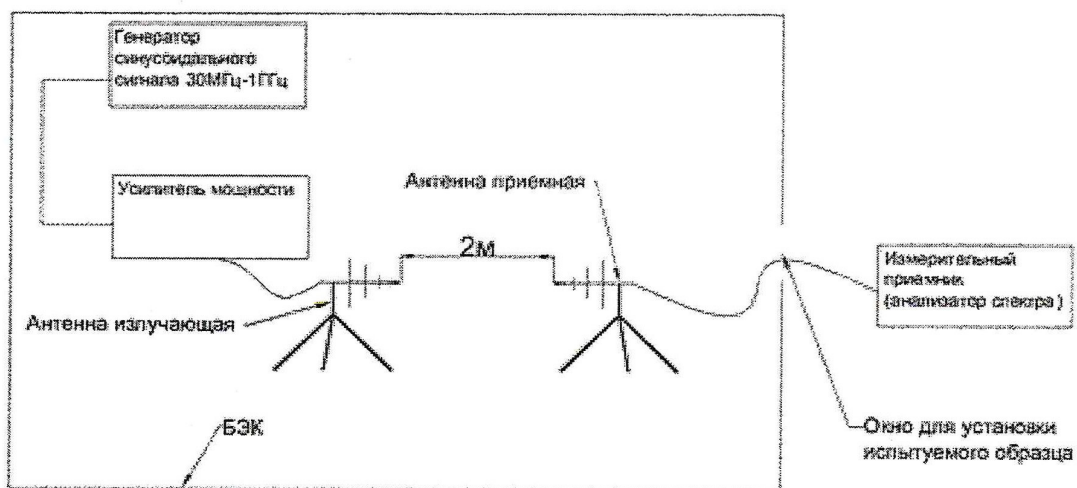


Рисунок А1.1 – схема калибровки

3. ИЗМЕРЕНИЯ

Для проведения измерений использовать БЭК, внутри которой установить: генератор, усилитель, излучающая антенна и вспомогательное оборудование. Снаружи камеры установить: измерительный приемник, приемные антенны. Антенны соосны и направлены с разных сторон на панель ввода БЭК, вместо которой установить измеряемые образцы. Схема расположения оборудования при измерении КЭ приведена на рисунке А1.2.

Подавая сигнал с генератора, зафиксировать значения на приемной антенне.
Вычислить значения экранирования по формуле 1.

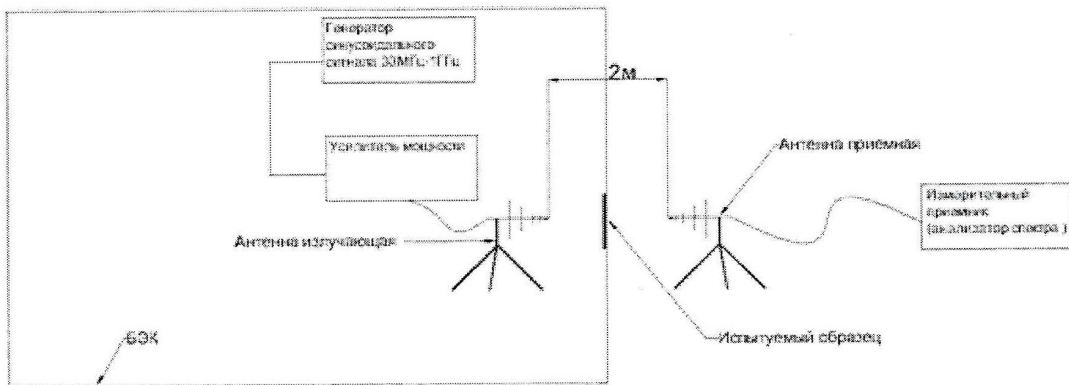


Рисунок А1.2 – схема измерения

Инженер-испытатель
АО «ТЕСТПРИБОР»
_____ А.Л. Фрид
«___» _____ 2017 г

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(рекомендуемое)

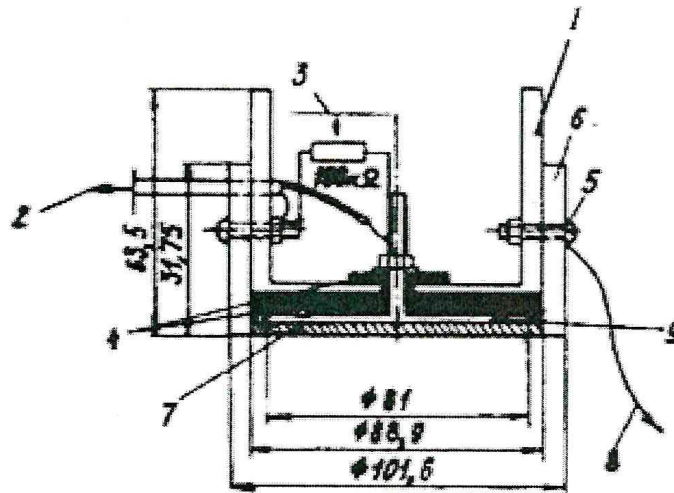
Методика определения коэффициентов экранирования швейного узла из электропроводящей ткани «Экранер 240»

5.1.3 Определение коэффициента экранирования электропроводящей ткани

При испытании измеряют падение напряжения на сопротивлении 400 кОм от тока, протекающего через измерительный электрод испытательной установки, создающей однородное электрическое поле, в отсутствие и в присутствии электропроводящей ткани. Испытания проводят на частоте 5 кГц при напряжении на испытательной установке 400 В.

5.1.3.1 Аппаратура и оборудование:

- генератор синусоидального напряжения с параметрами: частота – 5 кГц, действующее значение напряжения – 400 В;
- изолирующая круглая пластина диаметром около 300 мм;
- круглая металлическая пластина диаметром 300 мм с соединительным зажимом;
- изолирующая круглая пластина диаметром 400 мм, выполненная из пластмассы толщиной 3,5 мм, имеющая твердость от 60 до 85 по шкале Шора;
- система электродов массой 3 кг, собранная, как показано на рисунке 3;
- измерительный прибор (милливольтметр или осциллоскоп) с входным сопротивлением на постоянном токе более 1 МОм и входной емкостью не более 47 пФ;
- вольтметр, позволяющий измерять напряжение до 400 В при частоте 5 кГц.



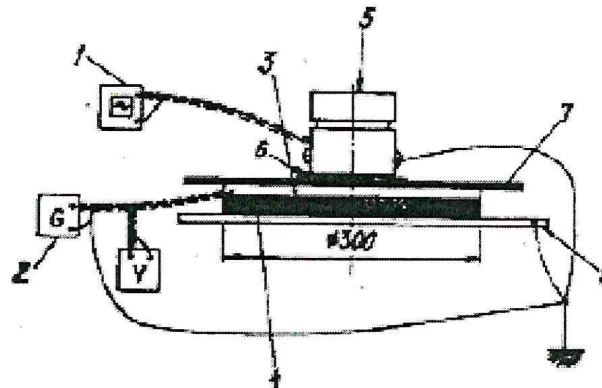
- 1 – алюминий; 2 – милливольтметр; 3 – шунт 100 кОм; 4 – изолирующие прокладки из полиамида; 5 – болт из латуни; 6 – медь; 7 – поливинил (толщина 0,8 мм);
8 – заземляющий проводник; 9 – медный электрод

Рисунок 3 – Испытательная установка для измерения коэффициента экранирования

5.1.3.2 Порядок сборки схемы

Нижеперечисленные детали собирают на заземленной горизонтальной поверхности в следующем порядке (рисунок 4):

- изолирующая круглая пластина диаметром 300 мм; круглая металлическая пластина диаметром 300 мм и толщиной 3 мм;
- пластмассовая пластина диаметром 400 мм и толщиной 3-5 мм;
- испытуемый образец, минимальные размеры 120 x 120 мм;
- система электродов (электроды не должны выступать за края испытуемого образца). Толщина поливиниловой изолирующей прокладки между электродом и образцом должна составлять 0,8 мм (см. рисунок 3).



1 – милливольтметр или осциллоскоп; 2 – источник напряжения; 3 – круглая металлическая пластина; 4 – изолирующая круглая пластина; 5 – составной электрод; 6 – испытуемый образец экранирующей ткани; 7 – пластмассовая пластина; 8 – заземленная плоскость

Рисунок 4 – Схема измерения коэффициента экранирования

5.1.3.3 Соединение заземляемых элементов

Необходимо соединить и заземлить следующие элементы схемы:

- корпус генератора напряжения;
- заземляемый вывод системы электродов;
- корпус вольтметра.

5.1.3.4 Соединение изолированных от земли элементов

Необходимо соединить вместе и изолировать от земли следующие элементы схемы:

- линейный вывод генератора;
- соединительный зажим металлической пластины диаметром 300 мм; потенциальный вывод вольтметра.

5.1.3.5 Методика проведения испытания

а) Измерение напряжения без ткани

На линейный зажим подают напряжение с действующим значением 400 В частотой 5 кГц. Ткань в установку не закладывают. Измеряют и записывают базовое напряжение $U_{\text{баз}}$.

б) Измерения напряжения с тканью

Испытуемый образец ткани закладывают в установку. Повторяют измерения в соответствии с

5.1.3.5, а). Измеряют и записывают напряжение U .

в) Обработка результатов

Коэффициент экранирования вычисляют по формуле

$$K_{\text{Э дБ}} = 20 \log_{10} \frac{U_{\text{баз}}}{U} \quad (3)$$

$$K_{\text{Э в о}} = \frac{U_{\text{баз}}}{U} \quad (4)$$

где $U_{\text{баз}}$ и U – напряжение на сопротивлении 400 кОм соответственно в отсутствии и в присутствии электропроводящей ткани.

Испытуемый образец ткани считают соответствующим требованиям стандарта, если коэффициент экранирования электропроводящей ткани, рассчитанный по формуле 3 или 4 не менее:

- 40 дБ (не менее 100 в относительных единицах) для электропроводящей ткани экранирующих комплектов ЭП 1 и ЭП 3, ЭП 4.