

На правах рукописи



ГРИБОВА ЕВГЕНИЯ ВЛАДИМИРОВНА

**РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре Информационных технологий и компьютерного дизайна федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»).

Научный руководитель:

Новиков Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Информационных технологий и компьютерного дизайна ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

Официальные оппоненты:

Киселев Михаил Владимирович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Технологии машиностроения Института автоматизированных систем и технологий ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет» (КГУ)

Шарапова Марина Владимировна, кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой «Медиакоммуникации» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов.

Ведущая организация:

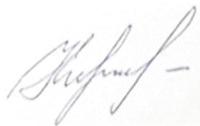
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново

Защита состоится «06» июля 2022 г. в 14:30 на заседании диссертационного совета Д 212.144.06, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: г. Москва, ул. Малая Калужская, д. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и на сайте университета: www.kosygin-rgu.ru/.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.144.06, д.т.н, проф.



Кирсанова Елена Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Рынок нетканых текстильных материалов на сегодняшний день является одним из динамично развивающихся в секторе легкой промышленности. В Стратегии развития текстильной и лёгкой промышленности до 2025 года четко обозначены перспективные направления развития нетканых материалов и изделий на их основе для текстильной и лёгкой промышленности, что говорит о возрастающем внимании к этой отрасли производства. Нетканые материалы прочно вошли в нашу жизнь и с каждым годом расширяются сферы их применения. Это связано, в том числе, и с преимуществами нетканых материалов по сравнению с классическим текстилем растительного происхождения: улучшенные характеристики на разрыв, сжатие, загрязнение, воздействие химически активных веществ, светостойкость, светопропускные способности, теплозащитные характеристики, стойкость к воздействию биологических факторов (плесень, грибок) и т.д. На данный момент нетканые материалы применяют в кораблестроении, строительстве, энергетике, космонавтике, швейной промышленности, автомобилестроении, мебельной промышленности и многих других сферах и возможности дальнейшего развития этого списка колоссальные. Поэтому расширению ассортимента текстильных материалов уделяется все большее внимание. Требуются новые модификации материалов с определённым набором параметров и характеристик для разных сфер применения, а также новые методы исследования параметров нетканых материалов.

Также нельзя не отметить и растущую конкуренцию на рынке производителей нетканых материалов. В связи с этим одной из важнейших задач на предприятиях текстильной и легкой промышленности становится задача качества выпускаемой продукции. Только качественная продукция и по доступным ценам активно продается в условиях мирового экономического кризиса. Современные предприятия вынуждены постоянно обновлять и совершенствовать свою производственную базу, оперативно менять ассортимент и технологические параметры производства, совершенствовать сырьевую базу. При этом цены на сырье неуклонно растут. Россия импортирует полиэфирные волокна, не подвергнутые подготовке для прядения, в основном из Белоруссии, Китая и Кореи.

В подобных условиях резко повышается актуальность оперативного контроля качества готовой продукции. Традиционные лабораторные испытания могут потребовать достаточно много времени. Поэтому параллельно с лабораторными исследованиями возможность проводить экспресс-анализ качества материалов актуальна. Экспериментальных установок по проведению экспресс-анализа теплозащитных свойств нетканых материалов очень ограниченное количество, многие из них так и не нашли широкого практического применения, это связано в первую очередь с

отсутствием единых алгоритмов в проведении расчетной части и сложностью автоматизации процессов.

На основании вышесказанного можно утверждать, что для современного материаловедения задача оперативного, качественного исследования теплозащитных свойств материалов и пакетов одежды является **актуальной**. Важно проводить исследования в кратчайшие сроки с помощью методов неразрушающего контроля.

Объектами исследования в данной работе являются современные виды нетканых материалов с разными структурами.

Предмет исследования – определение и оценка теплозащитных свойств нетканых материалов.

Целью работы является разработка экспресс-метода определения теплозащитных свойств нетканых материалов различных видов, базирующийся на оригинальной обработке инфракрасных изображений, полученных при прохождении теплового потока через исследуемые образцы.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

- анализ теплозащитных свойств нетканых материалов;
- анализ существующих методов определения показателей теплозащитных свойств нетканых материалов;
- анализ методов обработки цифровых инфракрасных изображений, полученных с тепловизионных приборов;
- разработка и создание экспериментальной установки для определения теплозащитных свойств нетканых материалов при воздействии теплового потока;
- разработка концепции метода определения теплозащитных свойств нетканых материалов на основе обработки инфракрасных изображений, полученных с тепловизионных приборов;
- выявление закономерностей зависимости предлагаемых теплозащитных показателей со стандартными;
- выбор адекватной математической модели для описания и оценки теплозащитных свойств нетканых материалов;
- создание программы для ЭВМ, основанной на алгоритмах обработки цифровых изображений, полученных с тепловизионных приборов.

Научная новизна работы состоит в том, что:

1. Предложен экспресс-метод определения теплозащитных свойств нетканых материалов.
2. Разработан метод получения и обработки инфракрасных изображений для исследования теплозащитных свойств нетканых материалов
3. Предложен ряд новых показателей оценки теплозащитных свойств нетканых материалов на базе обработки инфракрасных изображений.
4. Проведена адаптация математических методов для решения задач исследования теплозащитных свойств нетканых материалов.

Теоретическая значимость работы:

Исследованы различные методы обработки инфракрасных изображений, полученные при исследовании нетканых полотен. Предложены оптимальные алгоритмы обработки и их комбинации для решения задач текстильной и легкой промышленности. В результате экспериментов выработаны дополнительные показатели, позволяющие оперативно оценить теплозащитные свойства нетканых материалов.

Практическая значимость работы:

1. Разработана и изготовлена экспериментальная установка для экспресс-анализа теплозащитных свойств нетканых материалов различной плотности.

2. Выявлены оптимальные сочетания источников и приёмников теплового потока, применяемых в экспериментальной установке.

3. Внедрена методика экспресс-анализа, реализованная программно, что подтверждено свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021660192 от 23.06.2021г.

4. Разработана методика обработки инфракрасных изображений для решения задач контроля качества нетканых материалов.

5. Установлена закономерность изменения предлагаемых показателей теплозащитных свойств нетканых материалов от основных параметров структуры.

Основные методы исследования

В работе использовались методы математической обработки изображений, экспериментальные методы исследования теплозащитных свойств материалов, методы регрессионного и корреляционного анализа экспериментальных данных, численные методы. Исследования теплозащитных свойств образцов материала проводились на разработанной экспериментальной установке. Полученные экспериментальные значения обрабатывались при помощи ЭВМ.

В ходе выполнения работы использовалось программное обеспечение: Microsoft Office, MATLAB, Adobe Photoshop. При разработке программного обеспечения был использован язык программирования Python.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Конструкция экспериментальной установки для исследования теплозащитных свойств нетканых материалов.

2. Методика получения и обработки инфракрасных изображений нетканых материалов, полученных с тепловизионных приборов, при прохождении теплового потока через исследуемые образцы.

3. Целесообразность использования дополнительных к традиционным показателей теплозащитных свойств нетканых материалов.

Апробация работы

Основные результаты научных исследований докладывались и обсуждались на Международной научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности»

(ИНТЕКС-2021), Москва; 74-ой внутривузовской научной студенческой конференции «молодые ученые – инновационному развитию общества» (МИР-2022), Москва; Международной научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2022), г. Москва.

Апробация диссертационной работы проведена в условиях действующего предприятия по выпуску нетканого материала ООО «Термопол».

Личное участие автора состоит в обосновании темы, постановке цели и задач исследования, анализе и обобщении полученных результатов, формулировании теоретических положений и выводов диссертации, разработке экспериментальной установки, проведении экспериментальных исследований и промышленной апробации.

Публикации

По материалам диссертационного исследования опубликовано 8 работ из них: 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также получено Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов по работе, списка литературы и приложений. Работа представлена на 170 страницах машинописного текста, содержит 36 таблиц, 52 рисунка. Список литературы состоит из 139 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и основные задачи исследований. Дана общая характеристика работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, апробация результатов, структура диссертационной работы.

В первой главе проведен анализ теплозащитных свойств текстильных материалов. Рассмотрены основные показатели теплозащитных свойств текстильных материалов, такие как теплопроводность и суммарное тепловое сопротивление. Приведены основные приборы и методы, используемые для исследования теплозащитных свойств текстильных материалов. Показана недостаточность информации по использованию тепловизионного оборудования в вопросах исследования теплозащитных свойств нетканых материалов в области текстильной и легкой промышленности. Выявлена необходимость в специализированных бюджетных системах экспресс-контроля теплозащитных свойств нетканых материалов.

Вторая глава посвящена разработке экспериментальной установки для исследования теплозащитных свойств нетканых материалов.

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1. Где 1 – корпус установки, 2 - испытуемый образец, 3 - источник теплового излучения, 4 - приемник теплового излучения.

Проведено исследование материала для изготовления корпуса установки. Наиболее оптимальным вариантом стал экструдированный пенополистирол. Проведено исследование источников теплового излучения и холода: инфракрасная лампа направленного действия, нагревательный кабель, аккумулятор холода (хладоэлемент), светодиодная лампа и приемников теплового излучения: цифровой фотоаппарат, инфракрасная камера, тепловизионные приборы разных модификаций. Выбраны наиболее оптимальные сочетания и комбинации источников и приемников теплового потока.

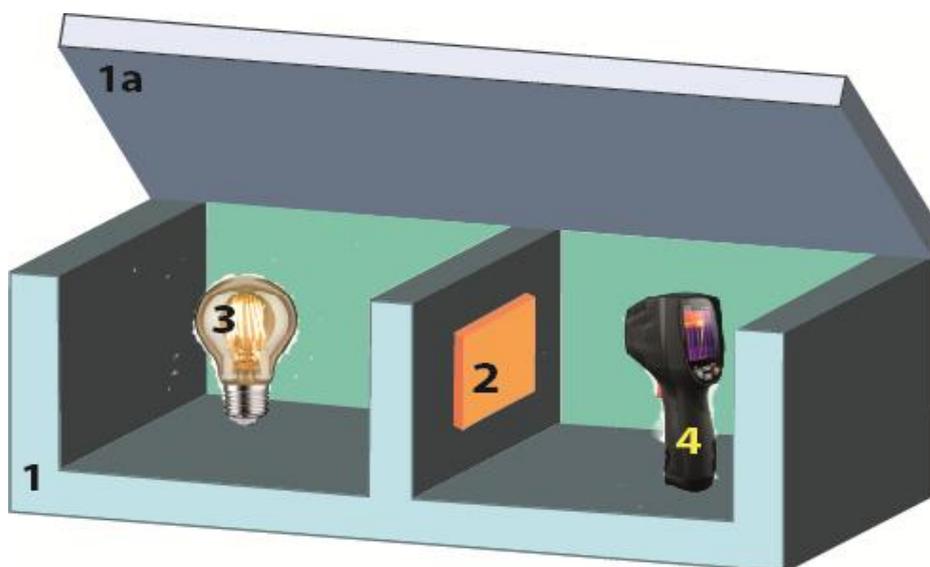


Рисунок 1 Схема экспериментальной установки

Выявлено, что для нетканых материалов, обладающих поверхностной плотностью менее 150 г/м^2 оптимально использование в качестве источника теплового излучения нагревательный кабель, как обеспечивающий более равномерный нагрев в камере экспериментальной установки; для нетканых материалов поверхностной плотностью более 150 г/м^2 оптимально использование в качестве источника нагрева инфракрасной лампы, как дающей направленный тепловой поток и практически во всех случаях целесообразно в качестве приемника использовать тепловизор. Тепловизионные приборы дают возможность получения и визуализации распределения тепловых полей на поверхности исследуемого образца нетканого материала и исследование неравномерности этих полей.

При выборе тепловизора для экспериментальной установки необходимо руководствоваться следующими критериями: диапазон рабочих температур тепловизора должен соответствовать температуре при нагреве в камере экспериментальной установки, необходимая точность проводимых измерений, собственное программное обеспечение, позволяющее сократить

сроки обработки полученных инфракрасных изображений, наличие ручных настроек (температурный режим для установки необходимого температурного диапазона и фокусировка для оптимальной съемки исследуемого образца нетканого материала).

Исследование проводилось с использованием трех модификаций тепловизионных приборов, в разных ценовых категориях, при этом все показали высокую эффективность проводимых исследований.

В третьей главе были исследованы различные цветовые модели применительно к анализу теплозащитных свойств нетканых материалов. Наиболее оптимальным выбрано использование цветовых моделей *RGB* и *HSB* (рисунок 2).

В цветовой модели *HSB* (рисунок 2) составляющая *H* - это цветовой тон, который изменяется от 0 до 360°. Конкретный цвет задается в градусах, что определяет расположение этого цвета на цветовом круге.

В цветовой модели *RGB* (рисунок 2) каждый цвет кодируется значениями базовых цветов: *Red* (красный), *Green* (зелёный) и *Blue* (голубой). Все цвета в данной модели получаются путем сложения этих трех основных составляющих. Каждый канал - *R*, *G* или *B* указывает на количество соответствующей цветовой компоненты в итоговом цвете и может меняться от 0 до 255

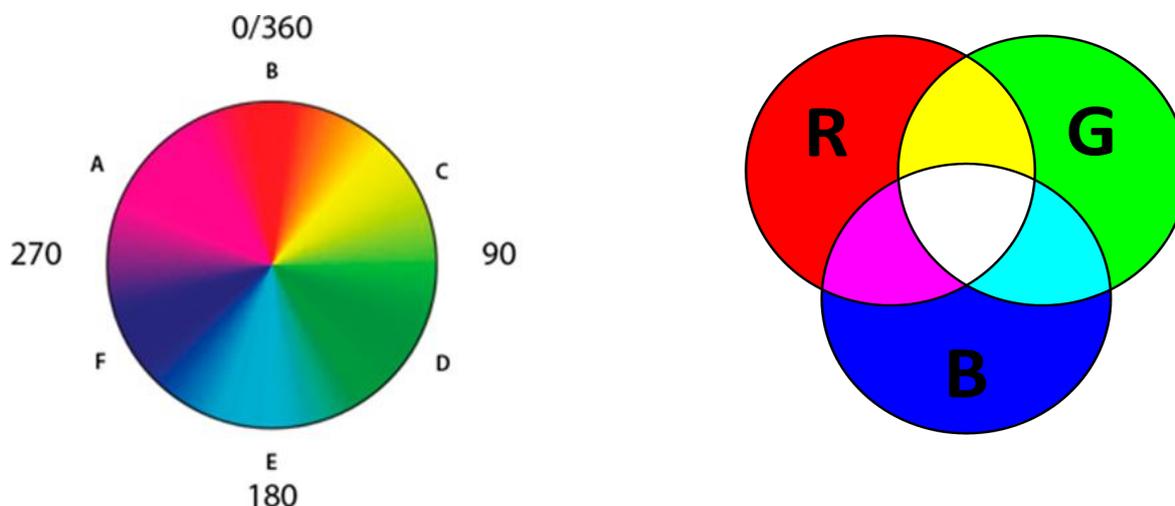


Рисунок 2 Цветовые модели HSB и RGB

Предложено в качестве дополнительной к традиционным показателям теплозащитных свойств материалов использовать величину *H*. Для получения данного показателя необходимо усреднить изображение по цвету и перевести используемую цветовую модель в цветовую модель *HSB*, используя онлайн-конвертеры или формулы перевода.

Второй величиной, предложенной в качестве дополнительного показателя теплозащитных свойств нетканых материалов, является величина яркости изображения, вычисляемая с использованием разных весовых

коэффициентов. Это величина оптимальна при сравнении близких по теплозащитным свойствам образцов нетканых материалов.

Представлен обобщенный алгоритм получения и обработки изображений с помощью тепловизора:

— Получение изображения в динамическом режиме (применяется, если в используемой модели тепловизора не предусмотрен ручной режим фиксации температурного диапазона);

— Перевод изображения в вариант, полученный в статическом режиме (обычно используется программное обеспечение, поставляемое с конкретной моделью тепловизора);

— Усреднение изображения по цвету в цветовой модели *RGB*;

— Вычисление яркости каждого пикселя изображения для визуализации его в черно-белом варианте (применяется, если тепловизор не позволяет использовать черно-белую цветовую модель) и расчет средней яркости всего изображения;

— Вычисление составляющей *H* цветовой модели *HSB*;

— Вычисление всех параметров, которые могут быть использованы наряду с традиционными характеристиками теплозащитных свойств исследуемых нетканых материалов;

— При необходимости дальнейшего подробного анализа рассчитываются статистические параметры яркости изображения по всем пикселям (уравнения регрессии, коэффициенты корреляции, асимметрия и эксцесс, гистограмма распределения);

— Выбор оптимального для конкретного случая параметра, характеризующего теплозащитные свойства исследуемых образцов нетканых материалов;

— Сравнительный анализ исследуемых образцов с точки зрения их теплозащитных свойств.

Представленный математический аппарат обработки инфракрасных изображений, получаемых с тепловизора адаптирован для решения конкретной задачи исследования теплозащитных свойств нетканых материалов.

В четвертой главе приведено исследование режимов работы тепловизионных приборов. Приборы работают в двух основных режимах съемки: динамический режим (автоматическое подбор температурного диапазона для каждого исследуемого объекта) и статический режим работы (температурный диапазон выставляется в ручном режиме). Выявлено, что при исследовании теплозащитных свойств нетканых материалов оптимально использовать статический режим работы тепловизионных приборов, с единым температурным диапазоном для всех исследуемых образцов, так как динамический режим работы делает инфракрасные изображения практически неразличимыми по цветовому восприятию. На рисунке 3 приведены инфракрасные изображения нетканых материалов в динамическом (а) и статическом (б) режимах работы тепловизионных приборов. Перевести

инфракрасное изображение в статический режим также возможно с использованием программного обеспечения прибора.

Представлено исследование цветных инфракрасных изображений, полученных с тепловизионных приборов, и изображений, переведенных в оттенки серого.

При исследовании инфракрасных изображений используется алгоритм усреднения изображения по цвету и переход к модели *HSB*. В нашем случае красные оттенки соответствуют более образцам с небольшой поверхностной плотностью, пропускающим тепловые потоки наиболее интенсивно, зеленые и синие оттенки соответствуют образцами образцами, имеющими большую поверхностную плотность.

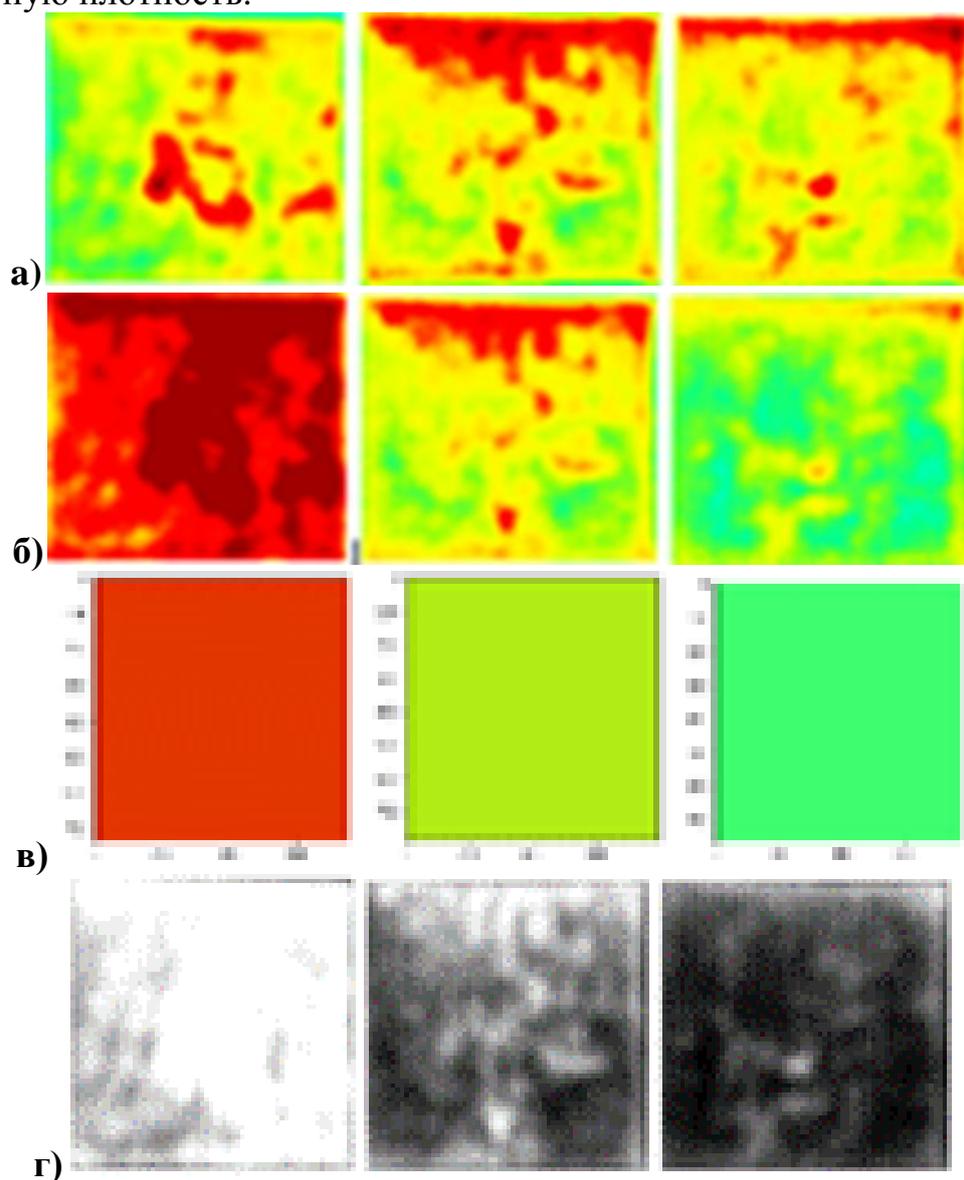


Рисунок 3 Инфракрасные изображения нетканых материалов артикула СОФТ поверхностной плотностью 100, 125 и 150 г/м² соответственно снятых в динамическом режиме работы тепловизора (а), в статическом режиме работы тепловизора (б), усредненные по цвету (в), в цветовой модели оттенки серого (г).

Было исследовано, как меняется доля красного и синего цвета в изображениях после усреднения в модели *RGB* по мере увеличения поверхностной плотности материала: красная составляющая снижается, синяя увеличивается (таблица 1).

Таблица 1 Теплозащитные свойства исследуемых образцов нетканых материалов артикула СОФТ и их расчетные характеристики

№ п/п	Артикул	Суммарное тепл. сопротивление, $m^{2} \cdot ^\circ C / Вт$	Составляющая R модели RGB	Составляющая G модели RGB	Составляющая B модели RGB	H из цветовой модели HSB	Средняя яркость изображения Y	Средняя яркость изображения Y1	Средняя яркость изображения Y2	Мода для яркости Y1
1	СОФТ 70 г/м ²	0,320	188	38	2	12	76	79	93	41
2	СОФТ 100 г/м ²	0,349	212	151	9	42	124	153	101	214
3	СОФТ 150 г/м ²	0,495	32	253	161	155	149	176	-64	167
4	СОФТ 200 г/м ²	0,688	2	222	235	183	153	158	-116	164
5	СОФТ 250 г/м ²	0,720	15	121	237	211	124	103	-111	66

Кривые смешения цветов цветовой модели *RGB* носят нелинейный характер, и их дальнейшая обработка требует довольно сложной процедуры линеаризации. Поэтому осуществляется переход к монохромному изображению, когда каждый пиксель переводится в оттенки серого. Тепловизор оценивает и отображает распределение тепловой энергии на поверхности исследуемого объекта. Наиболее холодному участку объекта ставится в соответствие черный цвет, наиболее теплomu – белый.

При исследовании изображений в оттенках серого осуществляется переход к яркости всего изображения, вычисляемой по формулам (1) и (2)

$$Y = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N (0,333R_p + 0,333G_p + 0,333B_p) \quad (1)$$

$$Y1 = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N (0,299R_p + 0,587G_p + 0,114B_p) \quad (2)$$

При этом в формулах (1) и (2) используются различные весовые коэффициенты при составляющих *R, G, B*.

Представлено обоснование выбора дополнительных показателей теплозащитных свойств нетканых материалов. В таблице 1 представлены теплозащитные свойства исследуемых образцов нетканых материалов и расчетные характеристики, вычисленные с использованием программного обеспечения.

При анализе таблицы 1 прослеживается корреляция показателя суммарного теплового сопротивления нетканого материала и средней

яркости изображения Y , вычисленной по формуле 1 и соответственно составляющей H из цветовой модели HSB .

Графически корреляция показателя H представлена на рисунках 4 и 5.

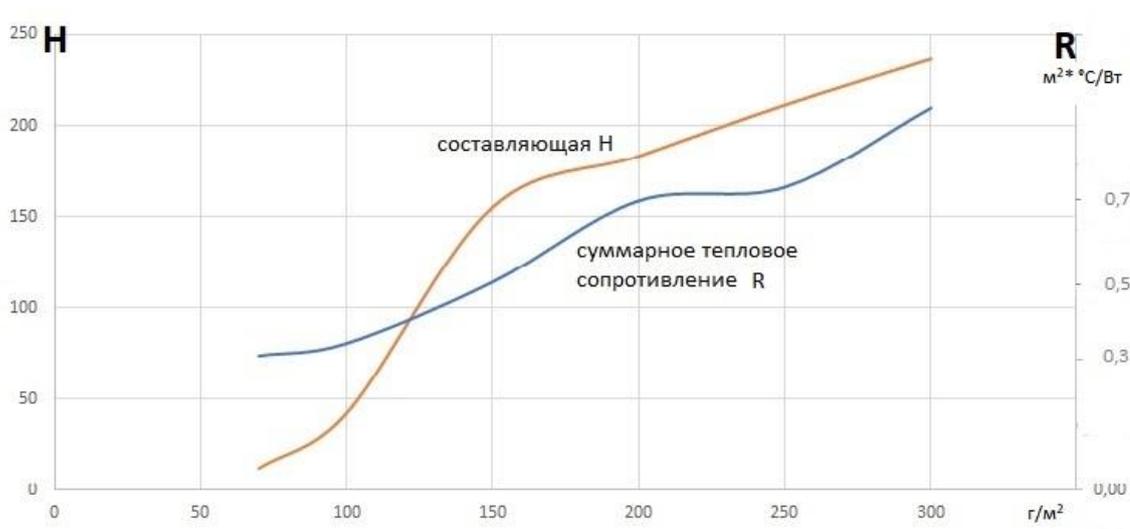


Рисунок 4 Зависимость значения составляющей H изображения и суммарного теплового сопротивления от поверхностной плотности нетканого материала

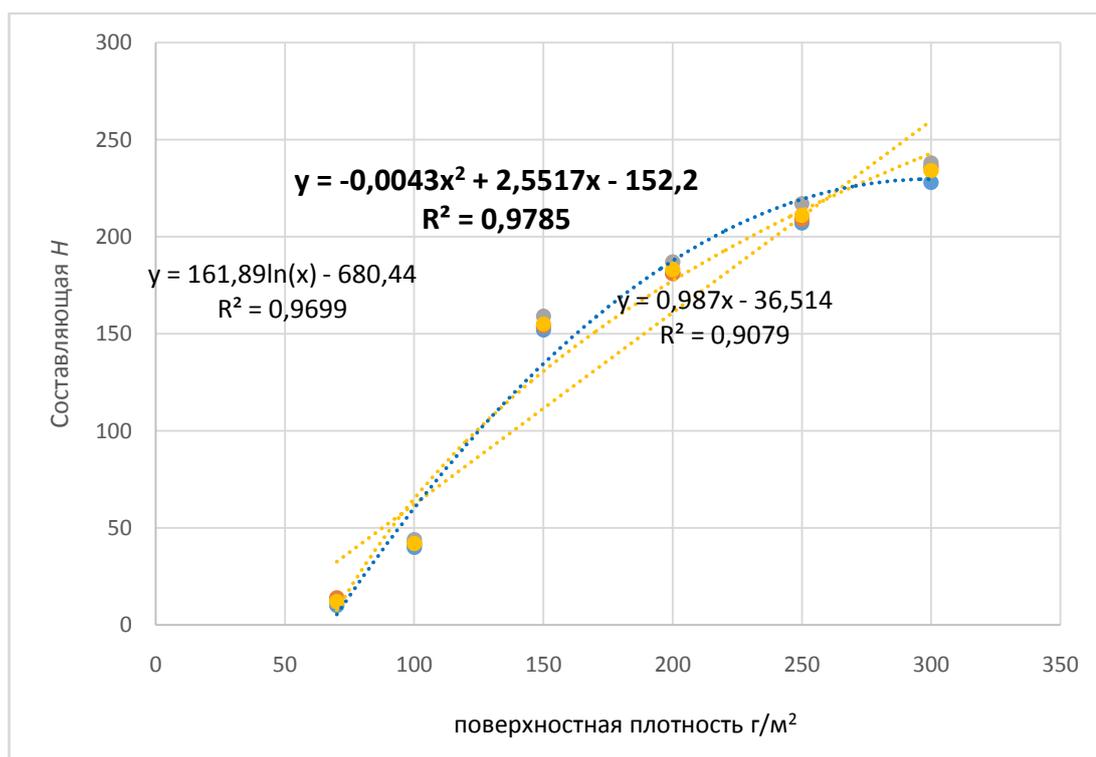
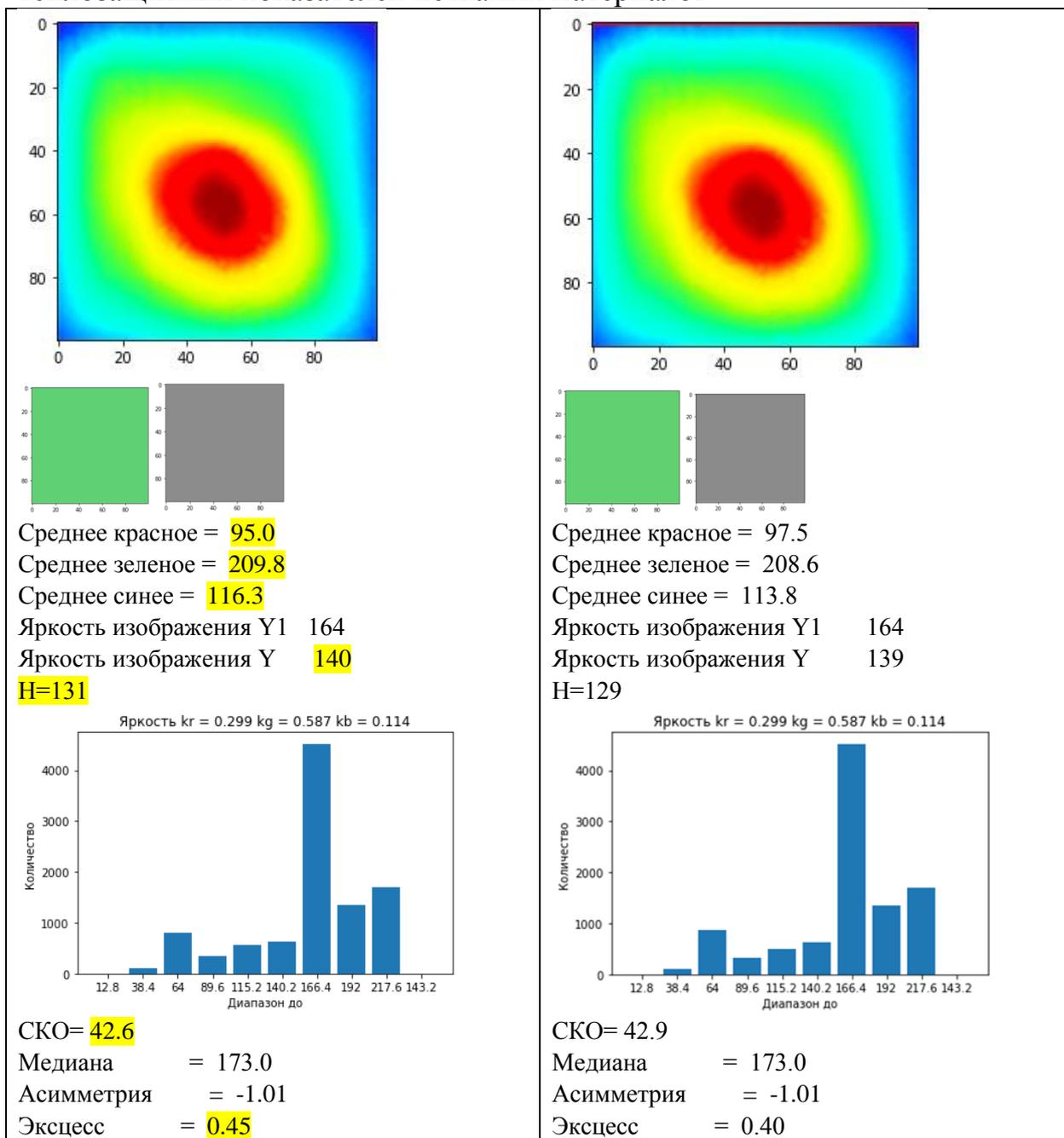


Рисунок 5 – Линейная зависимость, логарифмическая аппроксимация, полиномиальное сглаживание второй степени (зависимость составляющей H изображения от поверхностной плотности нетканого материала)

Чувствительность метода наглядно отражена в таблице 2, где показано, что при изменении цвета 1% синих пикселей на красные пиксели (визуально нельзя отследить внесенные изменения) основные предлагаемые альтернативные показатели теплозащитных свойств также изменились от 1%

до 3% - все составляющие цветовых моделей и средние яркости изображений.

Таблица 2 Исследование чувствительности алгоритма расчета теплозащитных показателей нетканых материалов



Подобные результаты (таблица 1) были получены практически по всем исследуемым артикулам холлофайбера.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что предлагаемые расчетные величины (составляющая N модели HSB и яркость изображения Y) могут быть использованы в качестве дополнительных к традиционным показателям теплозащитных свойств нетканых материалов.

Многочисленные эксперименты и методы математического моделирования показали, что для подробного сравнительного анализа различных образцов нетканых материалов значение показателя яркости изображения Y оптимально, поскольку этот параметр более чувствителен к малейшему изменению цвета на инфракрасном изображении (таблица 2).

Анализ инфракрасного изображения нетканого материала в оттенках серого также дает возможность подробного исследования неравномерности тепловых полей, на поверхности исследуемых образцов нетканых материалов. По этим изображениям можно построить гистограмму, оценить закон распределения, его асимметрию, эксцесс, что можно использовать при оценке неравномерности нетканого полотна.

Выводы по работе

1. Предложен экспресс-метод исследования теплозащитных свойств различных видов нетканых материалов, позволяющий значительно сократить время обработки полученных результатов.
2. Разработана экспериментальная установка по экспресс-анализу теплозащитных свойств нетканых материалов, представляющая собой 2-х камерную установку, включающую в себя источник теплового потока, объект исследования и приемник теплового потока.
3. В качестве дополнительных теплозащитных характеристик выбраны как наиболее коррелирующие со стандартными показателями:
 - цветовой тон (составляющая H) цветовой модели HSB ;
 - яркость изображения, посчитанная с учетом весовых коэффициентов.
4. Проведены исследования предполагаемых дополнительных показателей теплозащитных свойств нетканых материалов с различными источниками и приемниками теплового потока.
5. Экспериментально установлено, что при поверхностной плотности нетканых материалов от 50 до 150 г/м² целесообразно использовать в качестве источника теплового потока нагревательный кабель. В том случае, если поверхностная плотность исследуемого материала превышает 150 г/м² в качестве источника нагрева рекомендуется применять инфракрасную лампу направленного действия, которая создает мощный тепловой поток. Средняя продолжительность эксперимента составляет от 20 до 60 секунд в зависимости от поверхностной плотности нетканого материала.
6. Анализ инфракрасного изображения, создаваемого тепловым потоком, позволяет оценить теплозащитные свойства нетканых материалов различной поверхностной плотности и структурных характеристик.
7. Предложенный экспресс-метод позволяет визуализировать и исследовать неравномерность теплового потока на поверхности исследуемого образца, зависящую от неравномерности нетканого материала.
8. Разработаны алгоритм и программное обеспечение, позволяющее осуществить обработку полученных с тепловизионных приборов

инфракрасных изображений, что подтверждено свидетельством о гос. регистрации программ для ЭВМ №2021660192.

9. Проведена и подтверждена производственная и эксплуатационная проверки предложенной экспериментальной установки для исследования теплозащитных свойств нетканых материалов.

Публикации, отображающие основное содержание диссертации:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. **Грибова Е.В.**, Шустов Ю.С., Иванов В.В. Использование тепловизора для контроля теплоизоляционных свойств нетканых материалов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 5 (395). С. 30-34.
2. **Грибова Е.В.**, Новиков А.Н., Фирсов А.В., Иванов В.В. Разработка лабораторного комплекса для оперативного контроля теплоизоляционных свойств текстильных материалов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 5 (395). С. 39-43.
3. **Грибова Е.В.**, Новиков А.Н., Иванов В.В. Алгоритмы обработки инфракрасных изображений для оперативного контроля теплофизических свойств нетканых материалов // Костюмология, 2021, №4 (октябрь-декабрь) Том 6.
4. **Грибова Е.В.** Обработка термограмм при анализе качества нетканых материалов. // Дизайн и технологии, 2021 №81 (123) - 122-126 с.

Публикации в других изданиях:

1. **Грибова Е.В.**, Новиков А.Н., Волкова П.Д. Лабораторная установка по исследованию теплоизоляционных свойств текстильных материалов // В сборнике: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности. Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием. Москва, 2021. С. 38-40.
2. **Грибова Е.В.**, Треболина Ю.Н. Исследование тепловых свойств нетканых материалов // В сборнике: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, 2021. – 40-43 с.
3. **Грибова Е.В.**, Иванов В.В., Новикова П.А. Компьютерная обработка инфракрасных изображений в задачах исследования свойств текстильных материалов // В сборнике: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием 2021. – 100-102 с.
4. Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ №2021660192. Экспресс-анализ теплоизоляционных свойств текстильных материалов. **Грибова Е.В.**, Фирсов А.В., Иванов В.В., Новиков А.Н. - Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ г. Москва, 23 июня 2021 г.

ГРИБОВА ЕВГЕНИЯ ВЛАДИМИРОВНА
РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ №___ Редакционно-издательский отдел
ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 117997, г. Москва,
ул. Садовническая, 33, стр. 1.

Отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина