

На правах рукописи



ПАВЛОВ МАКСИМ АНДРЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ОДЕЖДЫ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Специальность 05.19.01

Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва — 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» в г. Москва

Научный руководитель: **Кирсанова Елена Александровна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и товарная экспертиза» ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (г. Москва)

Официальные оппоненты: **Фукина Ольга Витальевна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Товароведения и товарной экспертизы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (г. Москва)
Тюменев Юрий Якубович, кандидат технических наук, научный консультант ЗАО Международная Московская компания «МОСИНТРАСТ» (г. Москва)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет» ФГБОУ ВО «КГУ» (г. Кострома).

Защита состоится «20» сентября 2018 года в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.06, на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д.33, стр.1 ауд. 156

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» и на сайте университета <https://kosygin-rgu.ru/>

Автореферат разослан «_____» _____ 2018 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
д.т.н., проф.

Кирсанова Елена Александровна

Общая характеристика работы

Актуальность работы

Анализ тенденций в развитии изделий легкой промышленности показывает, что изменение ассортимента изделий в основном связано с тем, что потребителю предлагается более широкий выбор изделий, существенно отличающихся по набору функциональных свойств. Проектирование одежды для эксплуатации в экстремальных климатических условиях является актуальной задачей. В зависимости от условий эксплуатации специальной одежды и особенностей конкретных групп потребителей указанные границы параметров сравнительно быстро изменяются, следовательно, и границы адекватного уровня качества также оказываются изменчивыми. Заметное влияние на уровень требований оказывают новые технологии. В настоящее время комплексные текстильные материалы находят все более широкое применение для различных целей, однако недостаточно исследован вопрос, связанный с проектированием таких материалов и пакетов одежды, особенно с использованием цифровых технологий «Индустрии 4.0».

В связи с этим, появляется необходимость в информатизации процессов проектирования, разработки и исследования комплексных текстильных материалов, обеспечивающих высокое качество изделий при эксплуатации в экстремальных условиях.

Цели и задачи исследования

Целью диссертационной работы является усовершенствование методов проектирования свойств комплексных материалов и пакетов одежды на основе оценки характеристик, отвечающих потребителю требованиям, за счет применения информационных технологий.

Достижение поставленной цели обеспечивается путем решения следующих задач:

- разработка теоретических основ подбора комплексных материалов и пакетов за счет целенаправленного использования структуры и свойств компонентов, входящих в систему;

- анализ характеристик компонентов системы комплексных материалов, обеспечивающих заданные параметры потребительских свойств, а также методов их достижения;

- анализ современных методов исследования потребительских свойств материалов и пакетов одежды;

- разработка логической структуры взаимосвязей параметров комплексных материалов и пакетов одежды для экстремальных условий, обеспечивающих заданные потребительские свойства и характеристики;

- разработка программного обеспечения по предложенной методологии с целью экспериментального подтверждения концептуальной модели проектирования комплексного материала или пакета одежды.

Объектом исследования являются характеристики комплексных материалов и пакетов одежды для одежды, эксплуатируемой в экстремальных условиях.

Методы исследования. В работе использованы современные достижения в области материаловедения производств текстильной и легкой промышленности,

методы математического, компьютерного моделирования, системного подхода и теории множеств, современные методы компьютерной обработки информации, методы разработки баз данных и экспертных систем, основы теории САПР, теория алгоритмизации и программирования, метод системно-структурного анализа, метод функционального моделирования, современные компьютерные технологии и объектно-ориентированное программирование.

Научная новизна работы

Впервые разработаны теоретические основы, раскрывающие сущность и закономерности формирования комплексных материалов и пакетов одежды, эксплуатируемых в экстремальных условиях, за счет целенаправленного использования структуры и свойств компонентов, входящих в систему. В том числе:

сформирована логическая структура взаимосвязей параметров компонентов комплексных материалов, обеспечивающих потребительские свойства полотен и их характеристики, на основе которой осуществляется прогнозирование или выбор комплексного материала и (или) пакета одежды по заданным требованиям.

предложена модель проектирования комплексного материала, отвечающего заданным конструктивно-технологическим и потребительским свойствам;

предложена фасетная классификация компонентов материалов, включающая в себя информацию по теоретическим и практическим методам направленного действия, обеспечивающим достижение требуемых потребительских свойств;

реализован метод применения типовых эвристических приемов при проектировании комплексных материалов и пакетов одежды с заданными потребительскими характеристиками;

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что экспериментально доказана теория усовершенствования методов проектирования текстильных материалов и пакетов одежды, за счет применения информационных, цифровых технологий. В том числе:

реализовано программное обеспечение, доказывающее полноценную работу математического аппарата на основе исследования изготовленного, по предложенной методологии, комплексного материала и пакета одежды отвечающим заданным потребительским требованиям;

разработан способ, позволяющий на стадии проектирования учитывать свойства исходных материалов и определять оптимальные параметры элементов изделий для экстремальных условий;

внедрено в практику разработанное устройство и новая методика для исследования свойств комфортности материалов и пакетов одежды при оценке кинетики температуры и влажности в пододежном слое;

получена конструкция теплозащитного пакета материалов с регулируемой толщиной, содержащая между внешним и внутренним слоем материала утеплитель, созданный по предложенной методике;

сформирована база данных материалов и алгоритмы работы программного обеспечения.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертации и результаты работы доложены на заседаниях кафедры материаловедения и товарной экспертизы Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство); Международной научно-технической конференции, посвященной Году науки, Витебск, 2018 г.; II Международной научно-практической конференции «Инновационные внедрения в области технических наук», Москва, 2017 г.; Российско-американской научной школы-конференции «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем РАШХИ-2016», Казань, 2016 г.; II Международной научно-практической конференции «Модели инновационного развития текстильной и легкой промышленности на базе интеграции университетской науки и индустрии образование–наука–производство», Казань, 2016 г.; VII Международной научно-практической конференции «Академическая наука – проблемы и достижения», США, 2015 г.; 48 Международной научно-практической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета, Витебск, 2015 г.

Результаты работы апробированы и внедрены на:

ООО «Изобилие стиля», (акт промышленной апробации пакетов материалов для деталей утепленной одежды от 16 сентября 2015 г.);

ООО «Аутсорсинг трейд», (акт о внедрении программного обеспечения «Программный комплекс по проектированию и выбору пакетов и материалов легкой промышленности» от 11 декабря 2017 г.).

Публикации

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 15 печатных работах, 5 из которых – в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, основной части из четырех глав и заключения, изложенных на 164 страницах основного текста, в том числе содержит: 25 таблиц, 59 рисунков, списка литературных источников из 124 наименований и приложений.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и основные задачи исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первой главе проведен анализ развития и совершенствования методов придания функциональных свойств материалам для одежды, на основе которого установлено, что такие материалы и одежда за последнее десятилетие приобрели новые свойства, что существенно расширило область использования как текстильных, так и швейных изделий. Показано, что производство современных материалов с новыми функциями, увеличение технического уровня всех этапов текстильного производства, появление перспективных информационных техноло-

гий открывает новые потенциалы в тенденции развития текстильной промышленности, в результате появляются новые решения в производстве одежды и адаптация ее к организму человека.

Определены основные методы регулирования показателей свойств материалов, а именно: оптимизированное управление влажностью, улучшенный контроль теплового потока, улучшенная теплоизоляция, регулируемая воздухопроницаемость, обеспечение комфортности пододежного пространства в экстремальных условиях работы, эстетическая привлекательность, повышенная износостойкость, медицинский контроль за состоянием человека, контроль за телом, лёгкий уход за изделием, высокая/низкая видимость одежды, экологичность по всем этапам жизненного цикла.

Однако, в настоящее время отсутствуют комплексные систематические исследования обсуждаемой проблемы применительно к одежде для экстремальных условий. Анализ позволил выдвинуть гипотезу, согласно которой, необходимо и целесообразно производить проектирование комплексных материалов и пакетов одежды, используя их элементы и системы, параметры которых, определены на основе системного подхода и законов термодинамики, механики и теории упругости. Логическое развитие этой гипотезы позволяет разработать научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие возможность прогнозировать заданные параметры материалов изделия на основе комплексной оценки структуры и свойств материалов и их систем (пакетов).

Во второй главе теоретически обоснован процесс проектирования характеристик комплексных материалов, проявляющихся при воздействии эксплуатационных факторов.

На первом этапе формируется обобщенная модель многокомпонентного комплексного материала (МКМ), которая содержит: элементы, связи между ними, причем полученная структура имеет иерархический вид. Вслед за иерархией элементов выстраивается иерархия функций, а затем иерархия идеального конечного результата и соответствующие им модельные противоречия.

Анализ разных видов и способов получения МКМ позволяет описать их системными характеристиками:

$$F_c = (F_1 + F_2 + \dots + F_n), \quad (1)$$

где F_c – функции системы, где F_i – функции элементов;

$$Z_s = f(Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n), \quad (2)$$

где Z_s – свойства системы, Z_i – свойства элементов.

Рассматриваем группы материалов, как множества (A, B, C, D) объединенные по функциональному признаку, причем в одном материале (a_i) возможно совмещение нескольких функций и, как следствие, изменение связей в системе МКМ: $a_i \in A$; $a_i \in B$; $a_i \in C$; $a_i \in D$.

Для создания системы, обладающей заданными свойствами, определяем значимые параметры исходных материалов на основе алгоритма оценки и сравнения одежды, эксплуатируемой в экстремальных условиях по частным параметрам (Рисунок 1).

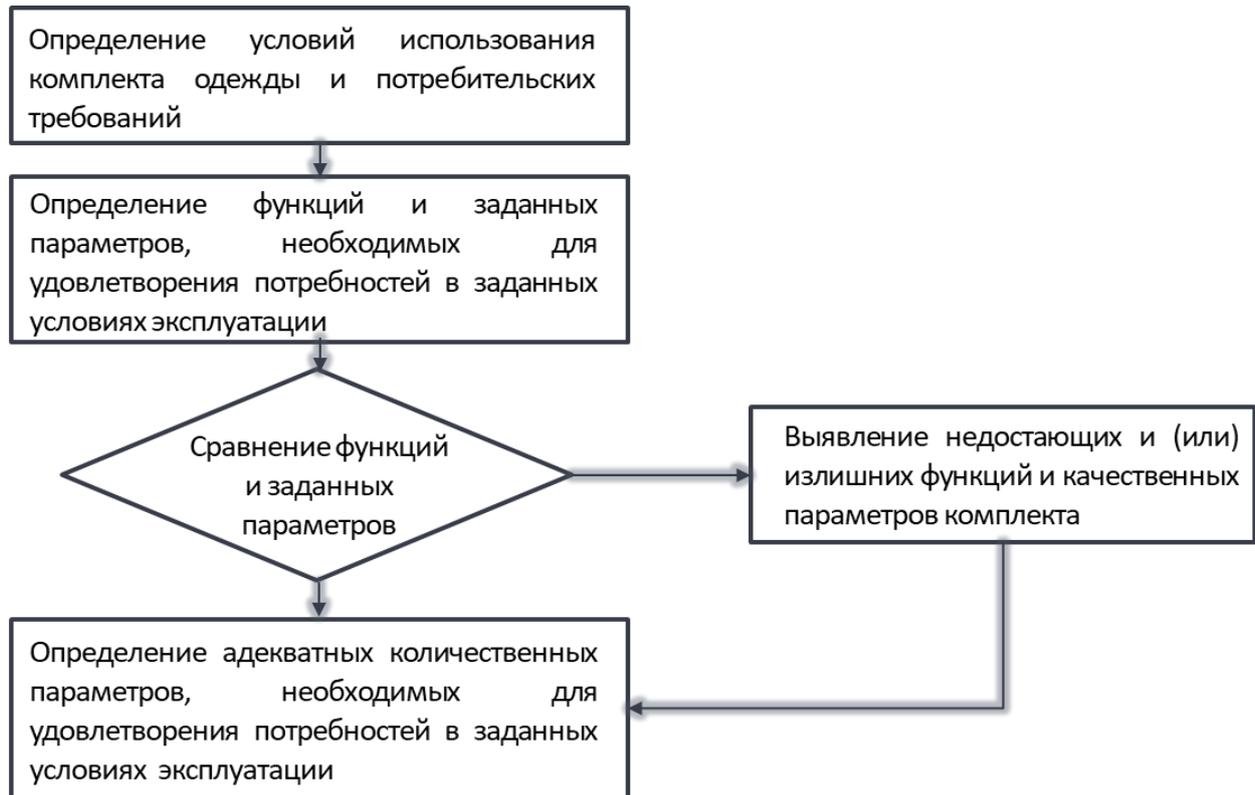


Рисунок 1 – Алгоритм оценки одежды для экстремальных условий

В результате сравнительной оценки свойств остаются только те их них, которые удовлетворяют требованиям потребителя с учетом нормативно-технической документации (НТД).

Построив корректную модель системы и проанализировав порядок действий по ее преобразованию, получаем линии развития наиболее адекватно описывающие преобразования технической системы МКМ и ее элементов.

Анализ теоретического описания пакетов материалов для эксплуатации в экстремальных условиях показал, что преобразование системы для достижения требуемых показателей свойств следует производить по разработанному принципу системного подхода на основе набора стандартных решений изобретательских задач.

По предложенной методике разработан пакет материалов одежды (рисунок 2) с возможностью регулирования его размеров, непосредственно при выполнении разного вида работ, при этом, за счет изменения толщины материала изменяется термическое сопротивление одежды и обеспечивается комфортность изделия.

Эта задача описана при помощи, разработанной фасетной системы классификации. Каждый фасет (F) содержит совокупность однородных значений классификационного признака:

утеплитель:

$$\text{МКМ1} = F_{m33} + F_{m4} + F_{m33} = F_{m705}; \quad (3)$$

пакет материалов с утеплителем:

$$\text{МКМ2} = (F_{m18} + F_{m705} + F_{m18}) + F_{a25}; \quad (4)$$

или общий вид:

$$\text{МКМ} = (F_{m18} + (F_{m33} + F_{m4} + F_{m33}) + F_{m18}) + F_{a25}. \quad (5)$$

где F_{ai} – элемент фасеты множества действий, F_{mi} – элемент фасеты множества материалов. На рисунке 2 схематически представлено поперечное сечение теплозащитного пакета, состоящее из покровного полотна -1, утеплителя (комплексный материал, состоящий из волокнистых слоев -2,3 закрепленных на каркасном полотне -4) и подкладки - 5.

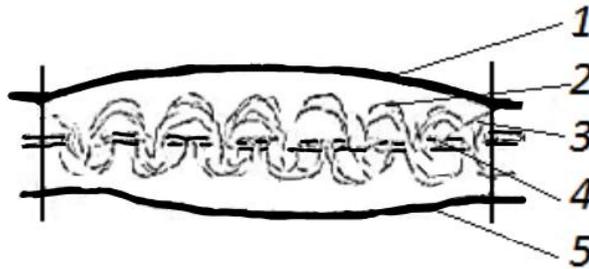


Рисунок 2 – Структура разработанного по формуле (5) пакета материалов

За счет того, что утеплитель (F_{m705}) расположенный между внешним и внутренним слоем, (F_{m18}) выполнен из растяжимого эластомерного материала (F_{m4}), на котором в два этапа нанесен волокнистый холст (F_{m33}) при разном растяжении эластомерного материала, а скрепление (F_{a25}) всех слоев пакета, осуществляется при растяжении внутреннего теплозащитного материала на величину прибавки определяемой видом выполняемой работы получены устойчивые утепляющие пакеты заданной толщины для суровых климатических условий..

Фактическая степень растяжимости пакета зависит от его размера и вида выполняемой работы.

$$n = (L_p - L_c) / L_c, \quad (6)$$

где L_p –длина пакета в рабочем состоянии; L_c –длина пакета в состоянии покоя.

На основании известных математических зависимостей, определяем, как изменится толщина пакета при растяжении.

где h_c -толщина пакета материалов, обеспечивающая необходимое тепловое сопротивление для человека, в спокойном состоянии, h_p –при выполнении работы.

Степень растяжимости пакета, %:

$$n = [\sqrt{(h_c^2 - h_p^2 + L_c^2)} / L_c - 1] 100 \quad (7)$$

Теоретически определены основные данные для конструкций пакета, при выполнении работы разной интенсивности (таблица 1).

Для целей проектирования утеплителя, необходимо учитывать изменение его толщины при растяжении каркасного материала. Толщина (H) комплексного утеплителя для пакета должна быть равна h_c , за исключением толщины материалов верха и подкладки (рисунок 3).

Длина участка утеплителя в нерастянутом виде: $l_c = 2b + c$; в растянутом виде: $l_p = 2H + c$. Степень растяжения эластомерного материала таким образом:

$$n_3 = (l_p - l_c) / l_c = 2(H - b) / (2b + c) \quad (8)$$

Таблица 1 – Параметры готового пакета материалов

Длина пакета, мм	Толщина, мм		Степень растяжимости пакета, %
	для спокойного состояния человека	При выполнении тяжелой работы	
100	14,69	8,4	0,72
50	14,69	8,4	2,86
40	14,69	8,4	4,44
100	27,2	11,75	3,29
50	27,2	11,75	12,59
40	27,2	11,75	19,09
100	32,2	13,4	4,72
50	32,2	13,4	17,75
40	32,2	13,4	26,65

Соединение волокнистого слоя и каркасного эластомерного материала осуществляется по линиям путем иглопробивания материалов, после чего эластомерный материал высвобождают от растягивающих усилий, и дают ему сократиться.

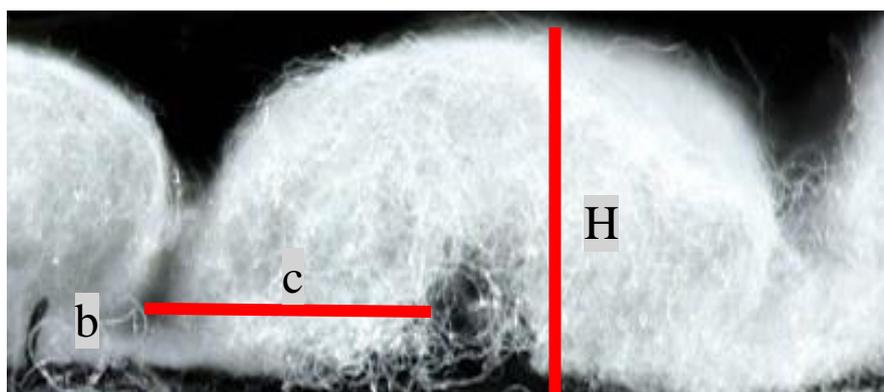


Рисунок 3 – Конструкция утепляющей прокладки (с - ширина строчки, b-толщина волокнистого слоя)

Определены основные расчетные характеристики утепляющей прокладки для разных сочетаний (таблица 2).

Таблица 2 – Основные расчётные характеристики утепляющей прокладки

Толщина волокнистого холста, мм	Ширина строчки, мм	Толщина пакета, необходимая для спокойной работы, мм	Степень растяжимости сетки	Длин образца, мм	Поверхностная плотность комплексного полотна, г/м ²
5	4	14,69	1,869	1632	114,24
4	4	14,69	2,336	1836	128,52
4	3	14,69	2,211	2098	146,86
3	3	14,69	2,948	2448	171,36
3	4	14,69	3,115	2098	146,86
3	2	14,69	2,782	2938	205,66

На основе расчетных данных установлены необходимые параметры для получения утеплителя с заданными характеристиками толщины и поверхностной плотности.

В третьей главе экспериментально обоснована методика получения параметров систем (пакетов) материалов одежды.

Для подтверждения соответствия разработанного теплоизолирующего пакета выявлен состав входящих в него материалов, требования, предъявляемые к этим материалам и перечень показателей, характеризующих удовлетворенность потребителя.

Испытания проводили по известным и стандартным методикам. Физико-механические, физико-химические и эксплуатационные свойства определяли в соответствии со стандартами определения гигроскопичности, определения толщины и поверхностной плотности.

Для экспериментальной проверки разработанной концепции создания комплексного материала были использованы комплексные утепляющие материалы: 1. Холлофайбер, 150 г/м²; 2. Сетка «Бифлекс multicolor»; Проектируемый комплекс материалов: №1 (сетка «Бифлекс» + холлофайбер 50 г/м²); №2 (холлофайбер 50 г/м²+ сетка «Бифлекс» + холлофайбер 50 г/м²).

Верхняя часть пакетов материалов представляет собой плащевое полотно саржевого переплетения, состоящее из 100% полиэфирного волокна, нижняя часть пакетов материалов – подкладочная ткань полотняного переплетения из 100% полиамидного волокна.

Проведенные сравнительные испытания стандартных и проектируемых комплексных материалов (пакетов) показали, что полученные результаты проектируемых комплексов №1 и №2 соответствуют допустимой норме утепляющих материалов по: поверхностной плотности (216 г/м² и 244 г/м²), влажности (5,16 % и 16,32 %), воздухопроницаемости (760 дм³/(м²с) и 717 дм³/(м²с)).

При вычислении теплопроводности образцов проектируемых комплексов №1 и №2, теплопроводность у обоих составила: 0,05 Вт/(мК), что соответствует показателям теплозащитных материалов (0,045 – 0,055 Вт/(мК)).

В качестве объекта исследования кинетики температуры и влажности в пододежном слое теплозащитной одежде был использован нетканый термоскрепленный материал Холлофайбер из 100% полиэфирного волокна с поверхностной плотностью 150 г/м² (рисунок 4), а также пакеты материалов с разной линейной плотностью наполнителя, например, проектируемый пакет №2 (рисунок 5).

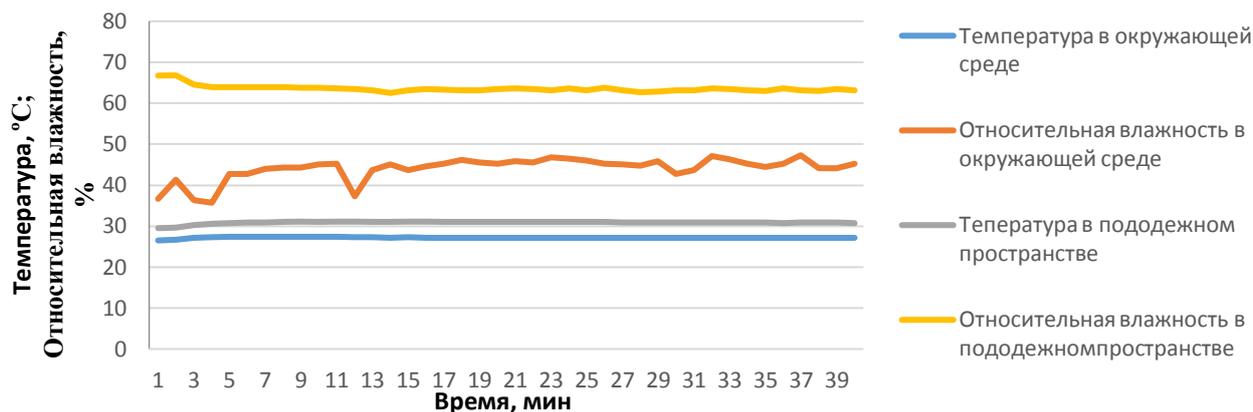


Рисунок 4 – Кинетика температуры и влажности в пододежном слое с использованием «Холлофайбер 150 г/м²»

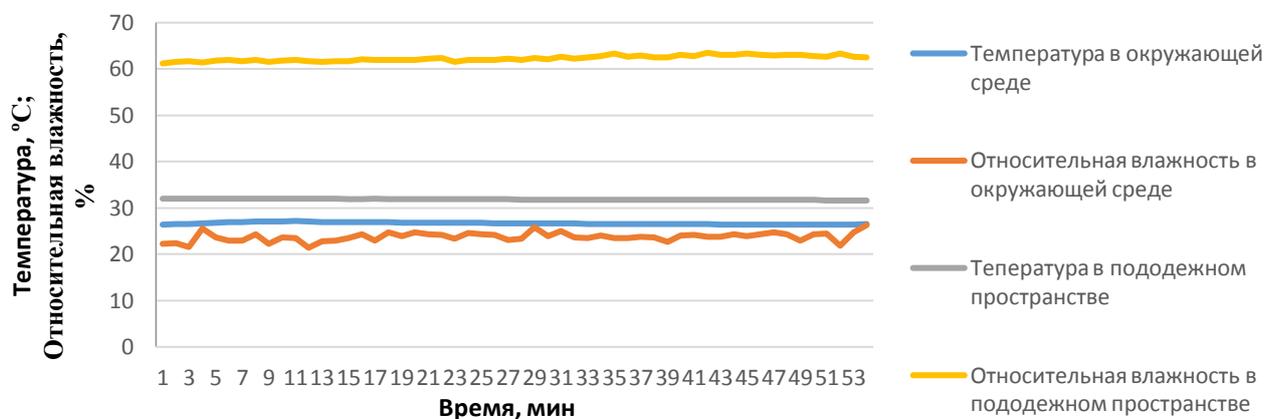


Рисунок 5 – Кинетика температуры и влажности в пододежном слое с использованием проектируемого пакета № 2

По графикам кинетики температуры и влажности в пододежном слое (рис. 4,5) можно сделать вывод, что опытный образец соответствует требованиям для теплозащитных материалов, кроме того, он имеет лучший результат за счет показателя влажности в пододежном слое.

Исследование деформации испытуемых образцов при многоцикловой нагрузке показало, что упругая деформация проектируемых пакетов материалов №1 и №2 достаточно высокая. Показатели упругости сохранились проектируемых пакетов материалов, что соответствует требованиям для теплозащитных материалов.

Для изделий, с запроектированными возможностями трансформациями и эксплуатируемых в экстремальных условиях, дополнительно установлены линейные зависимости изменения их объема от площади пакетов материалов:

двухслойных:

$$y_1 = 0,92x + 3 \quad (9)$$

$$y_2 = 0,12x + 3,5 \quad (10)$$

трёхслойных:

$$y_3 = 0,125x + 0,8 \quad (11)$$

$$y_4 = 0,15x + 3 \quad (12)$$

При расчёте объёма упаковываемого элемента, по первому уравнению, изделия складывают по определенным линиям перегиба.

Проведение предварительного расчёта позволяет определить расход материала и оптимальное решение конструкции для комплектов теплозащитной одежды.

В четвертой главе предложена интенсификация процесса проектирования пакетов швейных изделий с заданными свойствами при использовании информационных технологий.

Используемые классификационные признаки в полной мере отражают технологию производства, структуру, назначение и ассортимент многослойных текстильных материалов. Классификация по фасетному принципу предоставляет возможность для создания новых материалов и выявления его новых свойств.

Особенностью, является то, что в классификации заложены не только конкретные характеристики материалов, но и универсальные параметры, описывающие системы.

Разработанная фасетная навигация позволяет пользователям осуществлять подбор информации различными способами. При выборе пакета материала первым запросом является, например, волокнистый состав слоев, а для второго запроса – его способ производства. Таким образом, фасеты составляют множества возможных значений (рисунок 6).

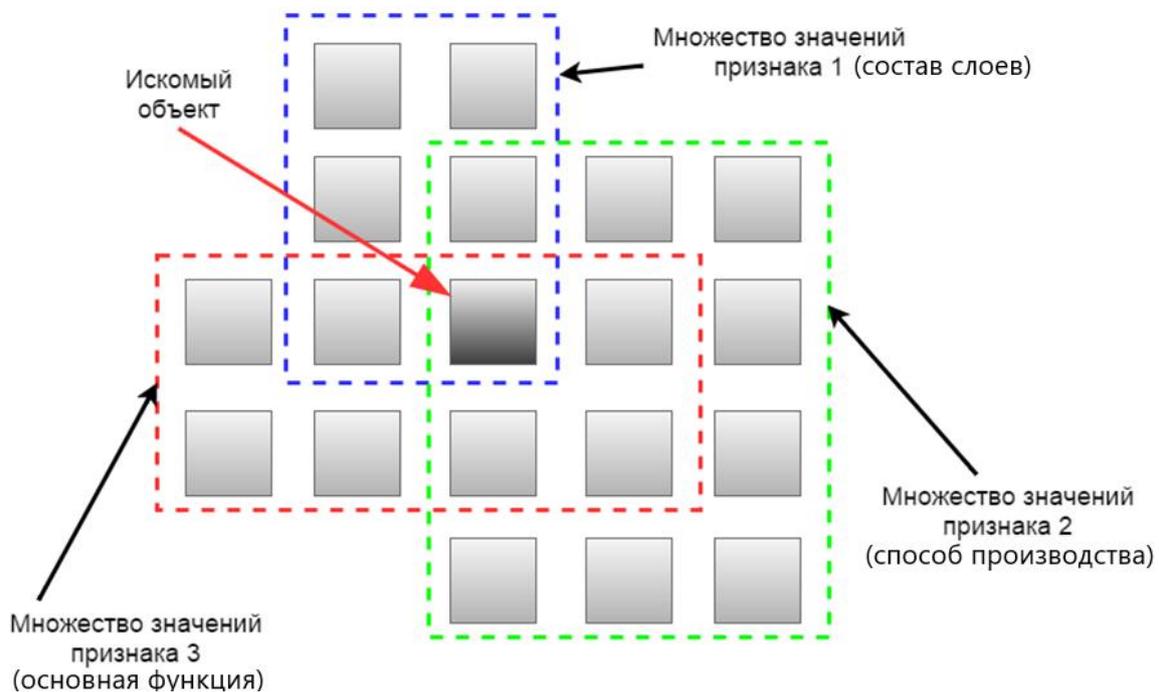


Рисунок 6 — Фасетная классификация по множеству признаков материалов и пакетов материалов

Пересечение множеств дает однозначную идентификацию объекта и тем самым получаем фасетную формулу первого уровня:

$$M_1 = F_1, F_2, F_3; \quad (13)$$

где M – комплексный материал, F_i – множество значений признаков фасетной классификации.

Для устранения технических противоречий, используются заложенные в систему приемы разрешения, каждый из которых достаточно универсален и отражает наиболее эффективные принципы преобразования объекта (рисунок 6).

В предоставленной работе, в качестве многокомпонентной системы материалов (МСМ), показана возможность хранения данных для объектов с большим числом параметров.

Рассматриваемый объект является классом сложных систем в виде многопараметрической модели (рисунок 7). Элементы системы — это различные материалы:

$$x = \{x_1, \dots, x_k, \dots, x_n\}; \quad (14)$$

которые имеют разнообразные качественные и количественные характеристики:

$$p(k) = \{p_1(k), \dots, p_m(k)\}; \quad (15)$$

где $p_i(k)$ — i -я характеристика k -го элемента системы, $k = 1, n$.

Информация управления:

$$b = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}; \quad (16)$$

хранится в разных источниках нормативно-технической документации. Инструментами системы являются данные о применяемости изготавливаемых изделий, условия эксплуатации:

$$c = \{c_1, c_2, \dots, c_f\}; \quad (17)$$

порядок работы технологического оборудования:

$$d = \{d_1, d_2, \dots, d_r\}; \quad (18)$$

выходные параметры:

$$y = \{y_1, y_2, \dots, y_q\} \text{ — МСМ.} \quad (19)$$



Рисунок 7 – Модель объекта исследования

Ключевыми объектами исследуемой предметной области определены следующие материалы: основные, скрепляющие, подкладочные, прокладочные и т.д. Ассортимент применяемых образцов для изготовления материала в лёгкой промышленности можно охарактеризовать: по способу производства, виду отделки, структуре и т.д.

Созданная модель дает возможность собирать и хранить информацию о тканях и комбинациях соединений, используемую в производстве материалов лёгкой промышленности. Разработанное программное позволило сократить время на оборотку данных за счет их систематизации, повысить производительность труда, сократить потери доходов за счет повышения оперативности и точности контроля.

Использование разработанных материалов снизило материалоемкость, что позволило выпустить более легкие изделия, не снижая их теплозащитных характеристик.

Основные результаты и выводы по работе

1. Анализ структурных и физико-механических характеристик современных комплексных материалов и пакетов одежды, показал, что традиционные методы разработки не в полной мере обеспечивают функционально-качественные показатели материала.

2. Установлено, что предварительный расчёт параметров компонентов комплексных материалов, а также их автоматизированный подбор ускоряет проектирование современных материалов и пакетов одежды для заданных условий эксплуатации одежды.

3. Определены основные потребительские свойства современного ассортимента комплексных текстильных материалов, а именно: управление влажностью, улучшенная теплоизоляция, регулируемая воздухопроницаемость, особенно, в экстремальных условиях работы.

4. Теоретически обоснован процесс проектирования пакета материалов для одежды, эксплуатируемой в экстремальных условиях на основе математической модели комплексного материала с изменяемой толщиной при учете теплофизических свойств каждого элемента и энергозатрат во время выполняемой работы.

5. Разработана конструкция нового теплозащитного пакета с регулируемой толщиной, на основе принципиально нового комплексного утеплителя, отличительной особенностью которого является сохранение теплозащитных свойств во время эксплуатации в экстремальных условиях.

6. Разработан принципиально новый метод оценки комфортности состояния человека при эксплуатации одежды на основе оценки комфортности в пододежном слое по кинетике температуры и влажности, позволяющий проследить состояние человека при эксплуатации одежды.

7. Выполнена сравнительная оценка показателей традиционных и изготовленных по разработанной методике пакетов материалов по теплозащитным, характеристикам, массе и толщине, и установлено, что проектируемые пакеты отвечают заданным требованиям, таким образом, подтверждена перспективность данного подхода разработки комплексных материалов пакета одежды для экстремальных условий эксплуатации.

8. Разработана универсальная методика и логическая структура взаимосвязей параметров компонентов комплексных материалов, позволяющие моделировать пакеты с различными теплозащитными и потребительскими свойствами.

9. Даны рекомендации по расчёту размеров и формы деталей на основе полученных аналитических зависимостей при использовании элементов трансформации и многослойного комплекта одежды.

10. Сформирована база данных алгоритмов, позволяющая разрабатывать техническое задание на проектирование новых комплексных материалов и осуществлять обоснованный выбор материалов для одежды в заданных условиях эксплуатации.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации:

Статьи в рецензируемых журналах, входящих в «Перечень ВАК РФ»:

1. Кирсанова Е.А., Павлов М.А., Демская А.А. Идентификация элементов баз данных и производственных задач конфекционирования материалов для женских жакетов // *Дизайн и технологии*. — 2017. — № 55 (97). С. 46-51.

2. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Трещалин Ю.М. Теоретическое исследование волокнистых материалов с целью расчета и прогнозирования теплофизических свойств // *Дизайн и технологии*. — 2017. — № 57 (99). С. 86-91.

3. Вершинина А.В., Кирсанова Е.А., Павлов М.А. Оценка кинетики температуры и влажности в пододежном пространстве многослойной детской одежды // *Дизайн и технологии*. — 2018. — № 62 (104). С. 67-74.

4. Павлов М.А., Гусаров А.В. Разработка автоматизированной системы определения инерционных характеристик деталей, применяемых в лёгкой промышленности // *Дизайн и технологии*. 2014. № 43 (85). С. 56-66.

5. Павлов М.А., Муртазина А.Р., Миронов В.П. Восстановление изображения при помощи нейронной сети // *Дизайн и технологии*. 2014. № 41 (83). С. 79-86.

Другие публикации:

1. Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Вершинина А.В. Программный комплекс по проектированию и выбору пакетов и материалов легкой промышленности // *Theoretical & Applied Science*. 2018. № 1 (57). С. 186-190.

2. Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Мишаков В.Ю. Разработка базы данных материалов одежды для экстремальных условий // *Инновационное развитие легкой промышленности Том 2. Сборник статей – Казань.: КНИТУ, 2017. – С. 69-72.*

3. Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Ионова М.Х., Вершинина А.В. Исследование свойств функциональных материалов для одежды разного назначения // *Инновационные внедрения в области технических наук сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Федеральный центр науки и образования «Эвенсис»*. 2017. С. 48-50.

4. Кирсанова Е.А., Вершинина А.В., Павлов М.А. Проблемы выбора материалов для трансформируемой и видоизменяемой одежды для людей с ограничением по здоровью // *Сборник научных трудов: Технологии, дизайн, наука, образовании в контексте инклюзии*. 2018. Часть 2. С 23-27.

5. Мишаков В.Ю., Советников Д.А., Павлов М.А., Кирсанова Е.А. Разработка метода анализа и расчета эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала // Theoretical & Applied Science. 2017. № 7 (51). С. 21-27.

6. Кирсанова Е.А., Чаленко Е.А., Павлов М.А. Проектирование новых многокомпонентных материалов с использованием математического моделирования // Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем: сборник статей; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – С. 98-102.

7. Кирсанова Е. А., Чаленко Е. А., Павлов М. А. Конфекционирование высокотехнологичных материалов для изделий легкой промышленности // II Международная научно-практическая конференция «Модели инновационного развития текстильной и легкой промышленности на базе интеграции университетской науки и индустрии. Образование–наука–производство»: сборник статей. 23-25 марта 2016 г.; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. С 132-135.

8. Павлов М. А., Кирсанова Е. А. Разработка фасетной классификации материалов // Материалы докладов 48 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов – Том 2. Витебск, 2015. – С. 341-342.

9. Павлов М.А., Вершинина А.В., Кирсанова Е.А. Определение параметров конструктивно-декоративных деталей трансформируемой одежды с учётом свойств материалов // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 3. С. 72-75.

10. Ионова М.Х., Павлов М.А., Кирсанова Е.А. Исследование кинетики температуры и влажности в теплозащитной одежде. // Сборник: Академическая наука - проблемы и достижения Материалы VII международной научно-практической конференции. North Charleston, SC, USA, 2015. С. 192-194.

ПАВЛОВ МАКСИМ АНДРЕЕВИЧ
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ
КОМПЛЕКСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ,
ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
Специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

Бумага офсетная. Печать цифровая

Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ № 1338 Н

Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина

117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1

отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина