

На правах рукописи



ГОНЧАРОВА МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА**

Научная специальность 2.6.16.

Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Шахты – 2023

Работа выполнена в Институте сферы обслуживания и предпринимательства (филиале) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты) на кафедре «Конструирование, технологии и дизайн».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование, технологии и дизайн», Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области
Бринк Иван Юрьевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Конструирование и технологии изделий лёгкой промышленности» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск)
Чижик Маргарита Анатольевна

кандидат технических наук, доцент кафедры дизайна и индустрии моды ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск)
Добровольская Татьяна Александровна

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Защита состоится «27» сентября 2023 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.368.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, дом 1, зал заседаний ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и на официальном сайте университета <https://kosygin-rgu.ru/>. Автореферат разослан «___» _____ 2023 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.368.02

Мезенцева Т.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы. В последние десятилетия широкое распространение получила профессия «промышленный альпинист». Методы промышленного альпинизма позволяют эффективно решать вопросы ремонта и обслуживания высотных сооружений без монтажа строительных лесов. Промышленный альпинист длительное время может находиться в безопасном пространстве, зависая в страховочной системе. Ремни страховочной системы затрудняют кровоснабжение нижних конечностей человека и локально сжимают пакет одежды, тем самым утоняя её. Происходит снижение тепловой защиты поясничной и тазовой зоны. Оба этих фактора приводят к замерзанию ног в условиях пониженных температур. Для одежды, применяемой в альпинизме и, в частности, в промышленном альпинизме, традиционно применяется пух водоплавающей птицы. Применение пуха обусловлено тем, что, взбив продавленные участки одежды, можно восстановить их первоначальную толщину. Холстообразные утеплители после длительной эксплуатации теряют свою толщину в сжимаемых местах. Пух при всех своих положительных характеристиках имеет и высокую стоимость. Поэтому актуально создание материалов, представляющих смесь пуха со штапелями различных волокон или хлопьевидными элементами, назовем их несвязные композиционные утеплители (НКУ). Таким образом, проектирование рациональной теплозащитной одежды для промышленных альпинистов с применением несвязных утеплителей является актуальной задачей и требует учёта специфики профессиональной деятельности.

Работа реализована с учётом основных направлений области исследований по научной специальности: 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и лёгкой промышленности, а именно: 2. Проектирование структуры и прогнозирование показателей свойств и качества волокон, нитей, материалов и ИТЛП; 10. Развитие теоретических основ проектирования и технологий переработки волокон, производства нитей, материалов и ИТЛП; 13. Разработка оптимальных структур, конструкций, материалов и ИТЛП для снижения затрат на организацию их производства, повышения качества продукции и оптимизации процесса работы технологического оборудования.

Степень научной разработанности темы исследования.

Исследования, которые можно соотнести с деятельностью промышленных альпинистов, их тепловой защите и сохранению здоровья, нашли отражение в работах Чижик М.А., Афанасьевой Р.Ф., Сурженко Е.Я., Ступакова А.А., Герасименко М.С., Сопельниковой Н.Г., Урванцевой М.Л., Москаленко Н.Г., Добровольской Т.А., Мезенцевой Е.В., Советникова Д.А.,

Дерябиной А.И., Лопатченко Т.П., Рукавишниковой А.С, а также в работах, выполненных под руководством Бринк И.Ю.

Анализ нормативно – правовой базы, регламентирующей промышленный альпинизм, имеющихся научных исследований деятельности промышленных альпинистов, их условий работы и профессиональных заболеваний, специфики работы в холодный период года в безопасном пространстве в страховочной системе, возможности уменьшения воздействия холода на рабочего и продление времени рабочей смены, в том числе за счёт специальной теплозащитной одежды требует дальнейшей проработки, поэтому проблема совершенствования теплозащитной одежды для промышленных альпинистов с несвязным композиционным утеплителем является актуальной.

Целью диссертационной работы является разработка научно обоснованных подходов к конструированию одежды для защиты от холода работников промышленного альпинизма, отвечающей требованиям эксплуатационного, гигиенического и экономического характера.

Задачи работы в рамках поставленной цели:

- проведение анализа нормативно – правовой базы, регламентирующей деятельность в сфере промышленного альпинизма;
- проведение исследований свойств несвязных композиционных утеплителей для прогнозирования их физико – механических характеристик;
- математическое моделирование тепловых потерь системы «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда»;
- экспериментальные исследования теплофизического состояния человека в безопасном пространстве в условиях пониженных температур;
- разработка конструкции, изготовление и испытание в натуральных условиях шорт – «самосбросов», позволяющих обеспечить оптимальную тепловую защиту человека при выполнении трудовых функций.

Научные исследования проведены в период с 2016 по 2022 гг. на кафедре «Конструирование, технологии и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) Донского государственного технического университета в г. Шахты в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект № 5-18. ФТТ (2021 – 2022 гг.) на тему: «Развитие технологий и моделей мягких оболочек и объектов для текстильной и лёгкой промышленности на основе концепций инноватики»; по заданию ООО «БАСК», договор от 01.10.2018 г. № Н/0/18 на тему: «Разработка новых несвязных композиционных утеплителей для высокотехнологичной сверхтёплой одежды и новой технологии их производства»; по заданию ООО «БВН инжиниринг», договор от 30.11.2020 г. № 40ГРСОПР-С7-15/63648 на

тему: «Разработка нового типа смесового утеплителя на основе натурального пуха с добавлением волокнистых материалов, а также конструирование универсального теплозащитного костюма со смесовым утеплителем для использования в условиях пониженных температур».

Объект исследования: система «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда», теплозащитная одежда, несвязные композиционные утеплители, процессы теплового обмена человека.

Предмет исследования: конструкции теплозащитной одежды для промышленного альпинизма, свойства несвязных композиционных утеплителей, процессы тепловых потерь человека при зависании в страховочной системе при пониженных температурах окружающей среды.

Методы и методология исследования.

В процессе написания работы использованы:

– общенаучные теоретические методы исследования: изучение и обобщение литературных источников, научных журналов, трудов учёных, патентный анализ, комплексный анализ и системный подход в изучении проблематики работы, метод идеализации, метод математического моделирования и математической статистики – метод линейной аппроксимации, метод Стьюдента для расчёта доверительного интервала в программной среде Excel;

– экспериментальные методы: наблюдение и сравнение, эксперимент, метод моделирования, статистические методы обработки результатов по данным эксперимента, логический анализ.

Применялись программные продукты: Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Adobe Photoshop 2020, Picasa 3, Math type, Paint 3D, САПР Juvili.

Научная новизна состоит в том, что в результате выполнения научного исследования впервые:

– разработаны научно обоснованные методы проектирования одежды для защиты от холода работников промышленного альпинизма, отвечающей эксплуатационным, гигиеническим и экономическим требованиям;

– определены физико – механические свойства композиционных утеплителей на основе перопуховой смеси и синтетических материалов, позволившие обосновать формулу прогнозирования наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей в зависимости от свойств исходных компонент;

– разработана математическая модель «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда», которая позволила оценить потери тепла с поверхности тела человека, находящегося в безопорном пространстве;

– разработана концепция проведения натуральных исследований теплового состояния человека в теплозащитной одежде, находящегося в безопорном пространстве.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что при разработке математической модели теплообмена системы «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда» применён метод прямого и обратного расчёта.

Практическая значимость заключается в том, что:

– разработана и внедрена «Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей»;

– экспериментально обоснованы и сформулированы рекомендации по созданию несвязного композиционного утеплителя, на основе пухоперового сырья с добавлением синтетической компоненты, где в качестве второй рекомендовано использовать чипсы, полученные из нетканого синтетического полотна методом нарезки, в виде прямоугольных параллелепипедов с основанием 15×15 мм² с дальнейшей аэрацией в соотношении компонент пух/полиэстер от 90/10 до 70/30 в зависимости от условий эксплуатации;

– на основе экспериментальной проверки разработана конструкция шорт – «самосбросов» с несвязным композиционным утеплителем, обеспечивающая тепловую защиту в тазобедренной области человеку в страховочной системе во время нахождения в безопорном пространстве, подтвержденная патентом РФ на полезную модель № 192649.

Результаты работы, выносимые автором на защиту:

– программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей;

– результаты экспериментального обоснования формулы для прогнозирования наполняющей способности композиционных утеплителей;

– математическая модель теплообмена в системе «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда»;

– результаты экспериментальных исследований температуры кожи на участках тела человека, находящегося в безопорном пространстве в условиях пониженных температур.

Автор отвечает за **подлинность и достоверность** предоставленных данных, валидность и полноценность проведённых исследований и их результатов, которые подтверждаются методами сбора и обработки данных, выборками исследований, полученных эмпирическим путём с применением современного программного обеспечения для обработки полученных результатов, соответствием отдельных результатов экспериментальных исследований теоретическим расчётам, апробацией натуральных испытаний в

открытой среде, внедрением отдельных положений диссертации в образовательный процесс, а также актами о проведении совместных исследований с ООО «БВН инжиниринг», ФБУ «Ростовский ЦСМ».

Апробация работы и реализация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на: научно-практической всероссийской конференции «Проблема безопасности человека в современном мире», г. Шахты, 11 апреля 2017 года; I Международном научно-практическом форуме молодых учёных «Природа, общество, техника и мышление: тенденции и приоритеты», г. Москва, 31 марта 2017 года; X Международном междисциплинарном форуме молодых учёных «Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития», Калининград, 10 сентября 2017 года; всероссийской научно-практической конференции «Наука – эффективный инструмент познания мира. Основные тенденции развития науки в XXI веке», г. Самара-Нижний Новгород, 02–09 апреля 2019 года; международной научно-практической конференции «Наука сегодня: вызовы и решения», г. Вологда, 30 января 2019 года; IV национальной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Научная весна-2019» на тему: Разработка методов формирования и исследование несвязных утеплителей, г. Шахты, 17 мая, 2019 г; XIX Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь. Наука. Творчество», г. Омск, ноябрь 2021 г, Международной научно-практической конференции: Лёгкая промышленность: проблемы и перспективы, Омск, декабрь 2022 г.

Разработанные шорты – «самосбросы» для промышленных альпинистов внедрены в производство на ООО «БВН инжиниринг». Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей, разработанные совместно с ФБУ «Ростовский ЦСМ», используются на ООО «БВН инжиниринг» (г. Новочеркасск). Проведена опытная носка при выполнении высотных работ экспериментальной модели теплозащитных шорт – «самосбросов» на предприятиях ООО «СтройАрсенал» (г. Москва) и ООО «ФлексКом» (г. Москва).

Личный вклад автора. Соискателем сформулированы цель и основные задачи исследования, проведена систематизация литературных данных по тематике исследований, выбраны методы теоретических и экспериментальных исследований, разработаны методики и программы испытаний, выполнены основные лабораторные исследования и натурные испытания.

Публикации.

По результатам научного исследования опубликовано 20 печатных работ, в том числе: в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК – 3,

в изданиях, входящих в международную базу данных Web of Science – 1, в изданиях, входящих в Scopus – 1, также издана 1 монография и получен патент Российской Федерации на полезную модель № 192649.

Структура и объём работы. По своей структуре диссертация состоит из введения, 5-ти глав, выводов по главам и работе в целом, списка литературы и приложений. Научная работа изложена на 198 страницах основного текста, содержит 104 рисунка, 30 таблиц, список литературы из 154 наименований, 19 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы и сформулированы цель и задачи исследования, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены использованные методы исследований и апробация результатов.

В первой главе представлен комплексный анализ выбранного направления исследований. Установлено, что нормативно – правовая база, регламентирующая сферу деятельности промышленного альпинизма, требует дальнейшего совершенствования. Изучены и обобщены специфика трудовой деятельности и профессиональные заболевания промышленных альпинистов. Определено, что вопросы охраны труда не регламентируют гигиенических правил и требований к теплозащитной одежде, которые бы снизили риск возникновения профессиональных заболеваний. Внимание акцентировано на исследовании разработки конструктивно – технологических мер защиты промышленных альпинистов в части создания комфортных условий труда, направленных на уменьшение и профилактику профессиональных заболеваний в процессе работ в условиях безопорного пространства и пониженных температур. По результатам проведённых аналитических исследований сформулированы основные задачи – исследование свойств несвязных композиционных утеплителей и создание теплозащитной одежды, отвечающей условиям эксплуатации.

Во второй главе выполнены исследования несвязных композиционных утеплителей (НКУ), создаваемых смешиванием пухо – перовой смеси и синтетической компоненты, полученной из нетканого материала методом нарезки на «чипсы» размером $15 \times 15 \text{ мм}^2$. Для проведения большего количества экспериментов разработана «Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» – «Мини FP» по аналогу EN12130:1998E, позволяющая использовать уменьшенные размеры испытательного оборудования и меньшую массу образцов (таблица 1).

Таблица 1 – Отличие параметров оборудования, применяемого в методике EN 12130: 1998E и Мини FP

Наименование характеристики, единица измерения	По методикам	
	EN 12130: 1998E	Мини FP
Диаметр цилиндрического стакана, мм	289 (±5)	140 (±5)
Площадь основания стакана, см ²	624	153,86
Высота цилиндрического стакана, мм	500	250
Масса плунжера, г	93,6	22,35
Диаметр плунжера, мм	282 (±3)	133 (±3)
Масса испытуемого образца, г	28,35	2

В среднем, результаты измерения по этим методикам имеют регулярное отличие в пределах 8 – 10 %. Критерии подобия разрабатываемой методики подбирались расчётным путём при пропорциональном изменении параметров измерительного прибора и варьирования навески исследуемого материала.

На основании проведённых экспериментальных исследований обосновано применение формулы для прогнозирования наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей (НКУ):

$$F.P._{HKY} = \frac{F.P._{пух}}{100} \times X + \frac{F.P._{пол.}}{100} \times (100 - X) \quad (1)$$

где: $F.P._{HKY}$ – наполняющая способность НКУ;

$F.P._{пух}$ – наполняющая способность пуха;

$F.P._{пол.}$ – наполняющая способность нетканого полотна;

X – процентное соотношение пуха к «чипсам» из нетканого полотна в НКУ.

Среднее отклонение экспериментальных и расчётных данных наполняющей способности для исследованных смесей представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Среднее отклонение расчётных и экспериментальных данных наполняющей способности исследованных утеплителей

№	Наименование НКУ	Среднее FP	Среднее отклонение, %
1	Пух/Shelter Optimum 200	730	9,7
2	Пух/Shelter sport 100	800	3,8
3	Пух/Shelter X-Static	730	6,3
4	Пух/Shelter Tour 200	740	8
Среднее отклонение по всем НКУ			7 (±3)

Сопоставление полученных данных, указывает на то, что с достаточной уверенностью для расчёта результирующей наполняющей способности несвязного композиционного утеплителя можно использовать формулу (1), при этом средняя погрешность для различных утеплителей с доверительной вероятностью 95 % составит 7 (±3) %. Построение доверительного интервала осуществлено методом Стьюдента в программной среде Excel.

Разработанные и апробированные методика испытаний и формула теоретического расчёта позволили проводить испытания смесей в различных процентных соотношениях компонент в большем количестве экспериментов, существенно сократив время подбора смеси и экономические затраты на проведение экспериментов.

В третьей главе разработана математическая модель тепловых потерь с поверхности тела человека в страховочной системе «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда», решающая задачи:

1. На сколько увеличивается поток тепла с тела человека под сдавленным страховочной системой участком пакета по сравнению с аналогичным несдавленным.
2. На сколько снижают тепловую защиту конструктивные элементы - поясной ремень или эластичная тесьма, сдавливающие пакет в области талии.
3. На сколько увеличиваются общие тепловые потери человека в комбинезоне, сдавленном страховочной системой по сравнению с комбинезоном, не сдавленным.

Принцип решения поставленных задач основывается на прямом и обратном расчёте теплового состояния человека.

Прямая задача решается по ГОСТ Р 12.4.303-2016 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические условия», в соответствии с которым рассчитывается средняя толщина пакета одежды.

Прямая задача. Расчёт распределения средней толщины одежды по телу человека для заданной отрицательной температуры окружающей среды T_b и кожи человека T_k , при известной теплопродукции Q рассчитывается для не сжатой страховочной системой одежды по участкам модели тела человека – δ , рис. 1В.

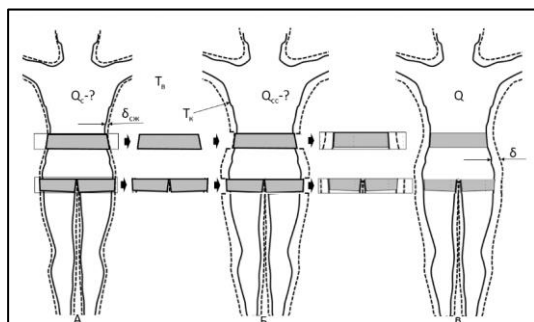


Рис. 1 – Фронтальное сечение тела человека в одежде: А – в одежде, имеющей толщину сдавленного страховочной системой участка; Б – сдавленной страховочной системой; В – в несдавленной одежде

T_b – температура окружающей среды, °С;
 T_k – средневзвешенная температура кожи, °С;
 δ – вычисленная толщина пакета одежды, м;
 $\delta_{сж}$ – толщина пакета, равная толщине пакета на сжатом участке, м;
 Q – заданная теплопродукция человека, Вт;
 $Q_{сж}$ – определённая теплопродукция человека в одежде со страховочной системой, Вт;
 Q_c – расчётный поток тепла с поверхности тела человека для толщины пакета, равной толщине сжатого пакета, Вт.

При решении обратной задачи средняя толщина пакета одежды принимается равной толщине пакета сжатого страховочной системой в области талии и бедра $\delta_{сж}$ (для упрощения расчёта приняты одинаковыми) и при соответствующих прямому расчёту температурах окружающей среды T_v и кожи T_k , определяем необходимую теплопродукцию человека – Q_c , которая бы обеспечила ему эти значения температуры кожи, модель рис. 1А.

Величину потока тепла с модели тела человека, полученного комбинацией участков, расположенных под страховочной системой на модели рис. 1А и участков тела человека (за вычетом участков на талии и на бедрах) модели рис. 1В, мы определяем по модели рис. 1Б.

Решение обратной задачи позволяет оценить изменение тепловых потерь и ответить на вопросы, поставленные в начале:

1. На сколько поток тепла с тела человека увеличивается под сдавленным страховочной системой участком пакета по сравнению с аналогичным несдавленным определяется по формуле 2 и позволяет определить тепловые потери в страховочной системе, а также возможный их диапазон, включая ширину ремней:

$$\Delta Q_3 = Q_{ссз} - Q_{нсз} = (S_T + 2 \times S_6) \times Q_{сс} \div S_{Тч} - (S_T + 2 \times S_6) \times Q \div S_{Тч} = (D_T \times L_T + 2 \times D_6 \times L_6) \times Q_{сс} \div S_{Тч} - (D_T \times L_T + 2 \times D_6 \times L_6) \times Q \div S_{Тч}. \quad (2)$$

2. Расчёт, отвечающий на второй вопрос, является частным, прототипом которого может выступать формула (2) для определения интенсивности тепловых потерь в зоне талии в несжатом и сжатом состояниях. Для этого из формулы (2) следует удалить параметры, связанные с зонами бедра:

$$\Delta Q_3 = \frac{(D_T \times L_T \times Q_{сс} - D_T \times L_T \times Q)}{S_{Тч}}. \quad (3)$$

3. Расчёт общих теплотерь человека в комбине зоне, сдавленном страховочной системой по сравнению с комбинезоном, не сдавленным поясняет рис. 1 и реализуется формулой (4), результат расчетов по которой выражается в %:

$$Q_{отн} = \frac{Q_{сс}}{Q} = \left(1 - \frac{Q - Q_{нсз} + Q_{ссз}}{Q}\right) \times 100, \% \quad (4)$$

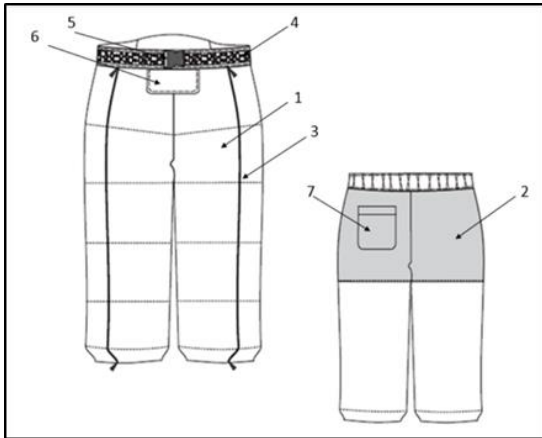


Рис. 2 – Внешний вид шорт-самосбросов, где 1 – передняя половинка; 2 – задняя половинка; 3 – молния; 4 – резиновая тесьма; 5 – поясной ремень с пряжкой; 6 – планка с застежкой «Велкро»; 7 – карман

С помощью математического моделирования доказано, что наличие на человеке страховочной системы, надетой поверх теплозащитной одежды, увеличивает тепловые потери. Следовательно, встает вопрос создания конструктивных решений одежды, которые позволяют, не снижая функциональности человека в страховочной системе, повысить его тепловую защиту. В четвёртой главе представлена разработанная конструкция теплозащитной одежды в виде шорт – «самосбросов», которая обеспечивает дополнительную защиту тела и

функционально согласовывается с надетой на человека страховочной системой. Теплозащитные шорты, имея припуск на облегание, покрывают область сжатия одежды страховочной системой, могут надеваться поверх страховочной системы и не нарушают эргономичность действий человека в безопорном пространстве, рис.2. Предложенная конструкция теплозащитных шорт – «самосбросов» позволяет нивелировать снижение тепловой защиты человека в безопорном пространстве обусловленное сдавливанием пакета страховочной системой, тем самым увеличивая время на выполнения работ, не нарушив при этом эргономичности общего комплекта одежды.

В пятой главе проведены сравнительные натурные исследования в безопорной среде, в различных комбинациях тёплой и дополнительной одежды и страховочной системы, таблица 3.

Таблица 3 – Сочетания надетых брюк, страховочной системы и тепловой защиты человека в пяти испытаниях

№ п/п	Трикотажные брюки	Пуховые брюки	Страховочная система		Пуховые шорты-«самосбросы»	Ветро-защитные шорты	Обозначение, на рис. 5
			ширина лямок 4,3 см	ширина лямок 7 см			
	Последовательность надевания брюк, страховочной системы и тепловой защиты						
	1	1	2	2	3	3	
1	*		*				—————
2		*	*				- - - - -
3		*		*			- . - . - .
4	*		*		*		—————
5		*	*			*	—————

Для проведения каждого эксперимента определены временные границы: 20 минут на один эксперимент и 30 минут на восстановление испытателя в теплое помещение до нормальных физиологических показателей. Данные прямых измерений температурными датчиками отображались на цифровом табло термометра и записывались в протокол испытаний каждые 2 минуты в течение 20 минут для каждого эксперимента. На рис. 3 представлена схема одного из экспериментов, на рис. 4 – фото с тепловизора.

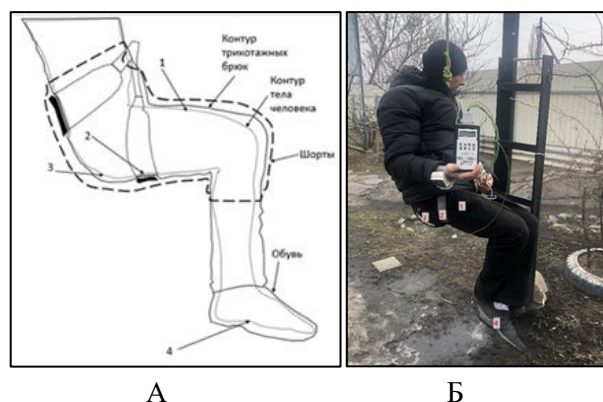


Рис. 3 – Условия эксперимента: А – места закрепления температурных датчиков № 1 на поверхности кожи бедра, № 2 на коже бедра под ремнем страх. системы, № 3 на коже в области ягодицы, № 4 на коже стопы) в обуви, Б – испытуемый в процессе эксперимента

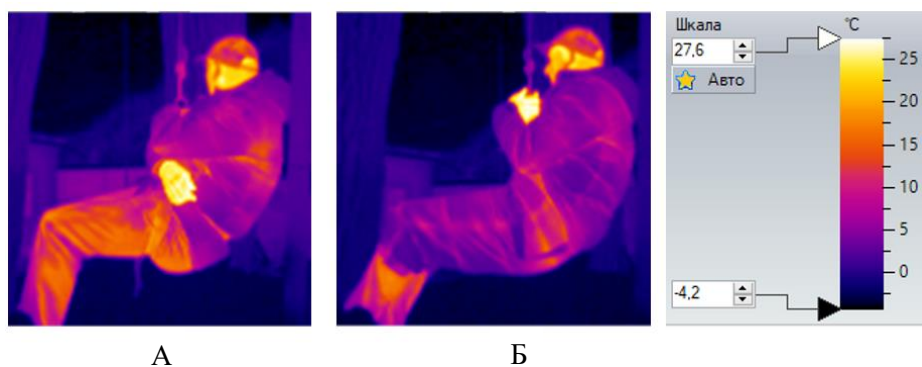


Рис. 4 – Снимки тепловизором при зависании, А – испытуемый в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе; Б – испытуемый в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе с надетыми поверх пуховыми шортами – «самосбросами»

Фото с тепловизора показывают, что тепловые потери с тела человека увеличены в районе ремней страховочной системы, бёдер и ягодиц, рис. 4А. При надевании утепленных шорт – «самосбросов» поверх страховочной системы, тепловые потери уменьшаются, рис. 4Б.

Данные с температурных датчиков по пяти экспериментов в различных комбинациях одежды и страховочных системах с разной толщиной лямок сформированы в сводные графики.

На рис. 5 А, Б представлены графики изменения температуры на датчиках 1, 2 в экспериментах 1 – 5 (таблица 3) при различных комбинациях, надетых на человека страховочной системы и утепленных брюк, и шорт.

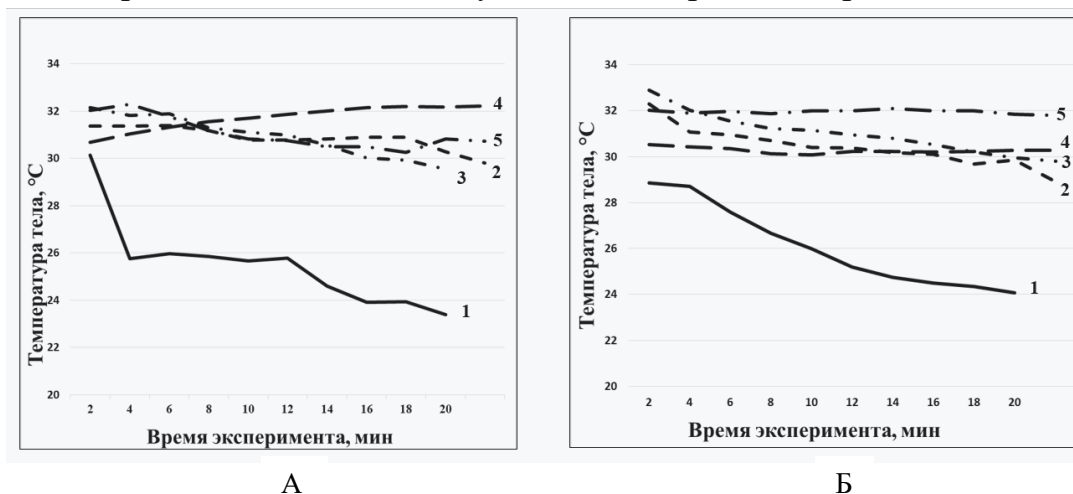


Рис. 5 – Графики изменения температуры от времени в пяти экспериментах, А – графики измерения температуры на бедре (датчик 1), Б – графики измерения температуры под лямкой страховочной системы (датчик 2). Нумерация зависимостей в соответствии с табл.3

Результаты проведённых натуральных исследований подтверждают эффективность надевания теплозащитной одежды, шорт – «самосбросов», поверх страховочной системы. Также стабилизируют тепловое состояние человека тонкие ветрозащитные шорты, которые скрывают места сжатия пакетов одежды. Установлено, что чем шире лямка страховочной системы, тем больше тепловые потери.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Анализ нормативно – законодательной базы в части создания комфортных условий труда промышленным альпинистам показал необходимость конструктивно – технологических решений, позволяющих компенсировать потери тепла человеком, обусловленных сдавливанием пакетов одежды страховочным снаряжением в безопорном пространстве.

2. На основе исследований наполняющей способности пуха и несвязных композиционных материалов установлена возможность использования в экспериментах меньшего количества утеплителя. Сравнение результатов измерения наполняющей способности пуха и несвязных композиционных утеплителей, на основе разработанных «Программы и методики испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» с результатами измерения по стандарту EN12130:1998E подтвердило адекватность предлагаемой методики.

3. Для снижения материалоемкости проектируемой теплозащитной одежды разработаны различные несвязные композиционные утеплители, состоящие из смеси пуха с нарезанными и аэрированными из нетканого полотна «чипсами». Установлено и рекомендовано для смешивания применять чипсы размером 15×15 мм² и смеси в процентном соотношении пух/полиэстер от 90/10 до 70/30 в зависимости от условий эксплуатации.

4. Экспериментально подтверждена теоретическая формула для прогнозирования наполняющей способности НКУ, в зависимости от наполняющей способности отдельных компонент.

5. На основе расчёта на математической модели теплообмена системы «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда» установлено, что тепловые потери человека существенно увеличиваются при сжатии пакета одежды лямками страховочной системы.

6. Математическое моделирование процессов теплообмена позволило обосновать конструкцию теплозащитных шорт – «самосбросов», которая дала возможность снизить тепловые потери человека в безпорном пространстве.

7. На основе проведённых натурных экспериментов качественно подтверждены теоретические расчёты относительных тепловых потерь и эффективность разработанного технического решения, на которое получен патент 192649 Российская Федерация МПК51 А41D 1/08 (2006.01). Теплозащитные шорты-самосбросы.

8. Отдельные положения диссертации прошли апробацию на ООО «БВН инжиниринг» (г. Новочеркасск). Экспериментальная модель теплозащитных шорт – «самосбросов» прошла опытную носку на предприятиях ООО «СтройАрсенал» (г. Москва) и ООО «ФлексКом» (г. Москва).

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Результаты работы рекомендуется использовать в учебном процессе ВУЗов, осуществляющих подготовку бакалавров и магистров по направлениям «Конструирование изделий лёгкой промышленности» и «Технология изделий лёгкой промышленности», на предприятиях, выпускающих одежду, в том числе специальную, включая медицинскую, в модернизации программного обеспечения САПР и институтах дополнительного образования для развития новых компетенций, ориентированных на цифровизацию экономики.

2. Предлагаемые теоретические подходы и результаты экспериментальных исследований могут быть использованы для разработки

различных теплозащитных конструкций специальных изделий в зависимости от параметров системы «человек – одежда – окружающая среда».

ПУБЛИКАЦИИ, ОТРАЖАЮЩИЕ ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, индексируемых в базе Scopus:

1. Колесник С.А. Исследование влияния поясного ремня на тепловую защиту человека в пуховой одежде / С.А. Колесник, М.А. Гончарова, И.Ю. Бринк // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 1. – С. 224–230.

Статьи в журналах, индексируемых в базе Web of Science:

2. Goncharova M. A. Influence made by industrial climbing safety equipment on the cardiovascular system performance and thermophysical parameters of limbs in an industrial climber at low ambient temperatures (Влияние страховочной системы на деятельность сердечно-сосудистой системы и теплофизические параметры конечностей при отрицательных температурах окружающей среды) / М. А. Goncharova, I. Y. Brink // *Cardiometry*, ISBN/ISSN 2304–7232, Issue 20, November 2021, p. 167–174, doi: 10.18137/cardiometry.2021.20.167174.

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень» ВАК при Минобрнауки России:

3. Гончарова М.А. Исследование реологических характеристик несвязных материалов, полученных измельчением нетканого полотна / М.А. Гончарова, С.А. Колесник, И.Ю. Бринк, В.Ф. Богданов, В.В. Горчаков // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2019. – Т. 45. – № 3. – С. 65–69.

4. Гончарова М.А. Исследование изменения наполняющей способности смесей пуха гуся и казарки в зависимости от температуры / М.А. Гончарова, Е.Е. Ширшов, С.А. Колесник, В.Ф. Богданов, И.Ю. Бринк // Дизайн и технологии. – Москва: РГУ им. А.Н. Косыгина. – 2021. – № 77 (119). – С. 57–61.

5. Гончарова М.А. Исследование пакетов с несвязным композиционным утеплителем при отрицательных температурах / М.А. Гончарова, Е.Е. Ширшов, С.А. Колесник, В.Ф. Богданов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2021. – № 3. – С. 30–35.

Статьи в прочих журналах:

6. Гончарова М.А. Нормативно-законодательная база, применимая к высотным работам методом промышленного альпинизма/ М.А. Гончарова, И.Ю. Бринк / Журнал «Молодой ученый». – Казань. – 2016. – № 2. – С. 466–471.

7. Бринк И.Ю. Аналитический расчёт наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей / И.Ю. Бринк, С.А. Колесник, В.Ф. Богданов, М.А. Гончарова, Е.Е. Ширшов // Школа науки. – 2019 – № 8. – С. 1–3.
8. Гончарова М.А. Исследование реологических характеристик синтетических утеплителей / М.А. Гончарова, В.Ф. Богданов // Евразийское научное объединение. – 2019. – № 6 (52). – С. 78–80.
9. Гончарова М.А. Разработка методики исследования качества несвязного композиционного утеплителя / М.А. Гончарова, Е.Е. Ширшов, И.Ю. Бринк, С.А. Колесник // Евразийское научное объединение. – 2019. – № 11 (57). – С. 105–108.

Материалы научно-технических конференций различных уровней:

10. Гончарова М.А. Обеспечение безопасности труда промышленного альпиниста при выполнении высотных работ / М.А. Гончарова, И.Ю. Бринк // В сборнике: «Проблема безопасности человека в современном мире»: сборник материалов по итогам всероссийской научно-практической конференции 11 апреля 2017 г. / под ред. А.М. Руденко [и др.] / Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты. – Новочеркасск: Лик. – 2017. – С.3–5.
11. Гончарова М.А. Исследование теплового состояния поверхности кожи в зоне страховочной системы у промышленного альпиниста, находящегося в подвешенном состоянии / М.А. Гончарова, И.Ю. Бринк // Молодежь. Наука. Творчество: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Омск: ОмГТУ – 2021 – С. 189–192.
12. Гончарова М.А. Восстановление тепловой защиты альпиниста и промышленного альпиниста посредством дополнительного слоя одежды / М.А. Гончарова // Лёгкая промышленность: проблемы и перспективы: материалы международной научно-практической конференции. – Омск. – 2022 г. – С. 27–32.

Патенты

Пат. 192649 Российская Федерация МПК51 А41D 1/08 (2006.01). Теплозащитные шорты-самосбросы / Бринк И.Ю. Гончарова М.А. заявитель и патентообладатель Бринк И.Ю. Гончарова М.А., № 2019114744, заявл. 13.05.2019, опубл. 26.09.2019. Бюл. № 27.

Монографии

Несвязные утеплители: монография / И.Ю. Бринк, М.А. Гончарова, В.Ф. Богданов, В.И. Романенко, Е.Е. Ширшов, С.А. Колесник. – Новочеркасск: Лик, 2019. – 82 с.: ил.

ГОНЧАРОВА МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Подписано в печать _____ г. Формат бумаги 60×90/16.
Усл. печ. л. 1,5. Тираж 110 экз. Заказ № 300.

Издательский центр ИСОиП (филиала) ДГТУ в г. Шахты
346500, г. Шахты, Ростовская обл., ул. Шевченко, 147