

**Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Донской государственный технический университет
в г. Шахты Ростовской области»
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)**

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

ДИССЕРТЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук, профессор
Бринк И.Ю.

Шахты – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ.....	15
ГЛАВА 1 ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР.....	17
1.1 Законодательная база организации трудовой деятельности промышленных альпинистов.....	19
1.2 Анализ трудовой деятельности и профессиональных заболеваний промышленного альпиниста в условиях пониженных температур.....	26
1.3 Требования к проектированию теплозащитной одежды для промышленного альпинизма.....	36
1.4 Анализ средств защиты альпинистов и промышленных альпинистов от низких температур.....	38
1.5 Анализ дополнительных средств защиты альпинистов и промышленных альпинистов от низких температур.....	44
1.6 Анализ используемых в швейной промышленности типов утеплителей, применяемых при производстве теплозащитной одежды.....	46
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1.....	55
1.7 Постановка целей и задач диссертационного исследования.....	56
ГЛАВА 2 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕСВЯЗНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ.....	59
2.1 Разработка «Программы и методики испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» (Мини FP).....	59
2.2 Перечень волокнистых компонент, используемых при разработке НКУ.....	65
2.2.1 Анализ объёмных плотностей компонент.....	66
2.2.2 Анализ размера компонент.....	67

2.3 Определение синтетического материала для смешивания на основе его геометрических (формообразующих) данных.....	68
2.3.1 Микроскопическое изучение структуры и волокон несвязных утеплителей различных видов и фирм производителей.....	69
2.4 Изучение реологических характеристик синтетических компонент в регулярной структуре.....	73
2.5 Изучение реологических характеристик несвязного утеплителя.....	79
2.5.1 Исследование реологических характеристик различных синтетических утеплителей.....	81
2.5.2 Расчёт наполняющей способности НКУ по данным исходных материалов.....	86
2.5.3 Исследование наполняющей способности смесей пуха гуся и пуха казарки.....	89
2.6 Определение способа получения синтетической компоненты для оптимального смешивания с перопуховой смесью.....	91
2.7 Исследование пакетов с несвязным утеплителем при отрицательных температурах.....	97
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2.....	99
ГЛАВА 3 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ С ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В СТРАХОВОЧНОЙ СИСТЕМЕ.....	101
3.1 Обсуждение подхода к математическому моделированию теплопотерь с поверхности тела человека в страховочной системе.....	101
3.2 Разработка математической модели расчёта теплопотерь системы «Человек – одежда – страховочная система – окружающая среда».....	108
3.2.1 Решение прямой задачи – расчёт толщины одежды по участкам тела.....	108
3.2.2 Определение влияния кольцевого сжатия пакета одежды на тепловые потери.....	109

3.3 Разработка математической модели для программы в программной среде Excel.....	112
3.4 Исследование расчётов на модели.....	115
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.....	120
ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ АЛЬПИНИЗМА И ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА.....	122
4.1 Разработка конструкции теплозащитной одежды.....	122
4.1.1 Выборные характеристики названия теплозащитной одежды для промышленного альпинизма.....	122
4.2 Методика конструирования теплозащитного изделия для промышленного альпинизма.....	125
4.3 Анализ существующих эмпирических практик и инженерный расчёт заполнения изделия пухом.....	133
4.4 Разработка конструкции шорт – «самосбросов».....	137
4.5 Техничко-экономический расчёт производства несвязного композиционного утеплителя.....	142
4.6 Экономическое обоснование использования в качестве утеплителя несвязного композиционного материала.....	146
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4	148
ГЛАВА 5 НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ОДЕЖДЫ.....	150
5.1 Испытания конструкции теплозащитной одежды в натуральных условиях отрытой среды.....	150
5.1.1 Методика проведения натуральных испытаний.....	152
5.1.2 Сравнительные натурные эксперименты, направленные на изучение температурных зависимостей на участках тела человека при зависании в лёгких трикотажных брюках, страховочной системе, а также пуховых шортах, надетых сверху.....	155

5.1.3 Сравнительные натурные эксперименты, направленные на изучение температуры на участках тела человека при зависании в пуховых брюках и страховочной системе в зависимости от ширины их лямок.....	161
5.1.4 Сравнительные натурные эксперименты, направленные на изучение тепловых потерь с тела человека при зависании в пуховых брюках, страховочной системе и лёгких хлопчатобумажных шортах, надетых сверху.....	166
5.2 Обобщение экспериментальных данных.....	170
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5.....	174
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ.....	176
РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	178
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	179
Приложение А (обязательное) Образцы теплозащитной одежды, применимой для альпинистов и промышленных альпинистов.....	199
Приложение Б (обязательное) «Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» (Мини FP).....	208
Приложение В (обязательное) Данные, полученные в результате измерения наполняющей способности НКУ (утиный пух/ПЭ), (гусиный пух/ПЭ) и расхождение результатов в относительных и абсолютных величинах.....	221
Приложение Г (обязательное) Данные по измеренным волокнам четырёх образцов параллелепипедной формы с длинной стороны 10×10 мм ² и 20×20 мм ²	223
Приложение Д (обязательное) Числовые данные по лабораторным исследованиям наполняющей способности и реологических характеристик различных видов утеплителей.....	225

Приложение Е (обязательное) Патент Российской Федерации на полезную модель.....	239
Приложение Ж (обязательное) Современные материалы, применяемые в качестве поверхностных и подкладочных материалов теплозащитной одежды.....	240
Приложение З (обязательное) Выдержки из технического описания конструкторской документации на теплозащитные шорты – «самосбросы».....	243
Приложение И (обязательное) АКТ о совместном проведении натурных испытаний в открытой среде при пониженной температуре воздуха на территории ФБУ «Ростовский ЦСМ» совместно с ООО «БВН Инжиниринг»	250
Приложение К (рекомендуемое) Бланк заполнения данных при проведении натурных испытаний (Пример).....	252
Приложение Л (рекомендуемое) Средства измерений, используемые для измерения данных при проведении натурных испытаний.....	253
Приложение М (обязательное) Измеренные данные окружающей среды во время проведения пяти экспериментов.....	254
Приложение Н (обязательное) Фотографии серии натурных испытаний, проводимых на базе ФБУ «Ростовский ЦСМ»	255
Приложение О (обязательное) Данные температурных датчиков, расположенных на коже испытуемого, при проведении серии натурных испытаний.....	256
Приложение П (обязательное) Результирующие данные по каждому датчику в пяти экспериментах.....	259
Приложение Р (обязательное) АКТ о внедрении «Программы и методики испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» на предприятии ООО «БВН Инжиниринг»	263

Приложение С (обязательное) АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма» .	264
Приложение Т (обязательное) АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма» .	265
Приложение У (обязательное) АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма».	266

ВВЕДЕНИЕ

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 безопорном 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: 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 Афанасьевой Р.Ф., Сурженко Е.Я., Ступакова А.А., Герасименко М.С., Сопельниковой Н.Г., Урванцевой М.Л., Москаленко Н.Г., 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 безопорном 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 безопорном пространстве в условиях пониженных температур;

– разработка конструкции, изготовление и испытание в натурных 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 натурных 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 натурных 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.

.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

В диссертационной работе использовались термины и сокращения.

Промышленный альпинизм – специальная технология выполнения высотных работ на промышленных и других объектах, при которых рабочее место достигается с помощью подъёма или спуска по верёвке или с использованием других альпинистских методов передвижения и страховки [22].

Промальпинист – промышленный альпинист [22].

Профессиональные заболевания – это заболевания, возникающие в результате воздействия на организм профессиональных вредностей [151].

Пониженная температура (холодная среда) – окружающая среда, вызывающая охлаждение работающего, характеризуемая комбинацией физических факторов (температура воздуха, влажность воздуха, скорость ветра), защита от воздействия которой требует применения средств индивидуальной защиты, в том числе спецодежды [29].

Реологические характеристики – характеристики течения и деформации реальных сплошных сред, связанные с необратимыми остаточными деформациями: релаксацией напряжений, упругими последствиями [152].

Наполняющая способность (термин Fill Power, или FP) – это способность пуха занимать максимально возможный объём. Чем выше этот показатель, тем лучше пух заполняет возможное пространство и удерживает тепло [118].

Связный утеплитель (СУ) – волокнистый холст или полотно из синтетических или искусственных волокон, которые отличаются по длине, толщине, физико-механическим и гигроскопическим свойствам в зависимости от производителя [49].

Несвязный утеплитель (НУ) – однотипный утеплитель, состоящий из отдельных не связанных друг с другом элементов не подверженных сваливанию [49,98].

Несвязный композиционный утеплитель (НКУ) – утеплитель, состоящий из смеси однотипных несвязных утеплителей [48].

Испытуемый образец (ИО) – навеска несвязного утеплителя заданной массы.

Чипсы – компонент утеплителя заданного размера, полученный методом нарезки.

Кластеры – компонент утеплителя заданного размера, полученный методом отрыва от основной части нетканого полотна утеплителя.

Шарики – компонент утеплителя заданного размера, в виде спиралей, закрученных в шарики.

Мини Fill Power, Мини FP – наполняющая способность, измеренная с использованием уменьшенной массы несвязного утеплителя [119].

ПЭ – полиэфирное волокно [135].

ПП – полипропиленовое волокно [135].

Регулярная структура – плоская система нетканого материала дискообразной формы, выполненная из большого числа однотипных относительно небольших элементов, унифицированных по форме и размерам [153].

ГЛАВА 1 ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Освоение новых территорий, рост высотного строительства в городах и необходимость его обслуживания, интенсивный рост промышленности в регионах с холодными природно-климатическими условиями требует обратить внимание на экипировку промышленных альпинистов, которые могут выполнять высотные работы в безопорном пространстве. Человек вынужден при выполнении работ, в том числе методом промышленного альпинизма, длительное время находиться в неблагоприятных условиях окружающей среды [1].

Промышленный альпинизм вырос из альпинизма и спелеологии, и позволил оперативно решать различные задачи на высотных объектах, используя альпинистскую технику. Определить количество альпинистов в нашей стране на сегодняшний день достаточно сложно. Последние статистические исследования по определению их количества проводились незадолго до того, как в стране произошли глобальные изменения – в 1989 году. Тогда Управление альпинизма при Спорткомитете СССР опубликовало данные в газете «Советский спорт», по которым в СССР насчитывалось 36000 человек, занимающимся этим видом спорта [2]. В Федерации альпинизма России насчитывается 20542 члена [3]. Однако такое количество не отражает реальной статистики, поскольку альпинизм как спорт сильно видоизменился: он стал более прикладным – появился промышленный альпинизм.

В последние десятилетия промышленный альпинизм занял заметное место в сфере обслуживания, появился в перечне профессий, [4]. Производственный процесс заключается в выполнении рабочих задний промышленными альпинистами с применением определённых альпинистских технологий в пространстве без использования опоры (в состоянии вися). В таком положении выполняются строительные, монтажные, ремонтные работы на высокоэтажных

домах, сооружениях со сложной архитектурой, башнях, опорах, трубах, вышках и др.

Реальные масштабы распространения профессии можно определить, используя программу статистики ключевых слов на сервисе Яндекс – wordstat.yandex.ru [5].

Статистика wordstat.yandex.ru по частоте обращений «промышленный альпинизм» позволяет приблизительно оценить интенсивность обращений в холодный период времени с ноября по март в сравнении с годовым. Этот показатель будет коррелировать с соотношением объёмов работ, выполняемых промышленными альпинистами в зимний период, как правило связанный с выполнением работ при отрицательных температурах, в сравнении с годовым, рисунок 1.1 [4].

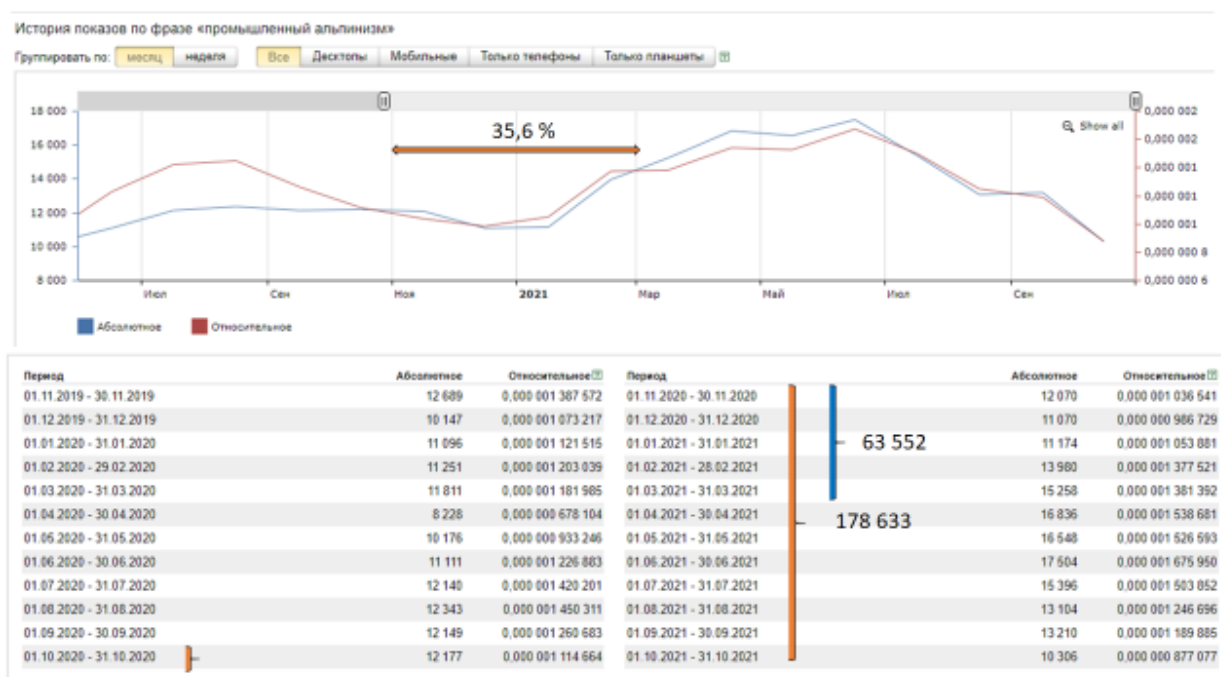


Рисунок 1.1 – Статистика частоты обращений в Яндекс с поисковым запросом «промышленный альпинизм» за год с 01.10.2020 по 01.10.2021

По данным рисунка 1.1 видно, что в период с 01.10.2020 г. по 01.10.2021 г. количество запросов равнялось 178 633 раз. За 5 месяцев холодного периода с 01.11.2020 по 31.03.2021 г. количество запросов равно 63 552 раза. Следовательно,

если принять данные периода за год за 100 %, то в указанные 5 месяцев процент от общего количества обращений за год составляет 35,6 %. Можно говорить о том, что в зимний период времени интенсивность работ промышленных альпинистов не снижается и исследования особенностей тепловой защиты работников этой профессии в зимних условиях является актуальной задачей.

Выполнение высотных работ при низких температурах уменьшает общую работоспособность промышленного альпиниста. Доказано, что в результате воздействия холода на организм человека нарушается углеводный и белковый обмен [1,6]. Замедляются окислительные процессы в организме, снижается температура тела, что приводит к появлению сонливости, слабости, замедлению дыхания [7,8,9]. Нарушается координация движений, человек быстро утомляется, что ведёт к травматизму, развитию профессиональных заболеваний и в общем снижает производительность труда работника.

Неподвижность во время работы и погодные факторы окружающей среды создают в статике определенный фон профессиональных болезней. Поэтому необходимо создать максимально комфортные условия для работы при низких температурах, в том числе промышленных альпинистов, продлить возможность их работы в открытой среде и сохранить здоровье.

Необходима разработка, исследование и создание лёгкой, функциональной теплозащитной одежды с большим термофизиологическим диапазоном применения и возможностью интеграции со страховочной системой для увеличения теплозащитных свойств спецодежды с использованием в регионах с холодными природно-климатическими условиями.

1.1 Законодательная база организации трудовой деятельности промышленных альпинистов

Урбанизация и централизация городов, увеличение роста промышленного и жилищного строительства преимущественно в высоту, усложнение рабочих операций по их обслуживанию ввиду нестандартной архитектуры и

труднодоступности к некоторым элементам, их текущий ремонт, а также монтаж и демонтаж объёмных конструкций и другие операции на высоте являются основанием рассмотрения профессии промышленный альпинист, как актуальной [10].

Изучение законов, нормативных и правовых документов, регламентирующих высотную деятельность и возможность их применения конкретно для промышленного альпинизма представляет собой содержательный анализ на раннем этапе научной деятельности для определения перспективных направлений исследования [11].

Функционирование рабочего процесса промышленного альпинизма в правовом поле на территории Российской Федерации практически не регламентировано из-за отсутствия Федерального закона и иных нормативно-правовых актов, подходящих к этой сфере деятельности, несмотря на то, что статус рабочей профессии внесён в ЕТКС, под номером 277а «Промышленный альпинист 5,6 и 7 разрядов» и утверждён Министерством труда Российской Федерации Постановлением № 41 в 2001 году [12]. Детальное изучение причин получения травм и несчастных случаев при осуществлении рабочего процесса на высоте имеет важное значение для создания комплекса с целью обеспечения безопасности труда, профилактики и минимизации получения травм на производстве [13].

Промышленный альпинизм (промальп) – технология выполнения работ на высоте при помощи подъёма до места работы и спуска с места выполнения производственных заданий с использованием системы верёвок или иных методов передвижения и страховки [14]. Существенные различия данного метода от других высотных работ заключаются в отсутствии опоры при выполнении работ в подвешенном состоянии за счёт верёвок. Особенность и своеобразие промышленного альпинизма состоит в использовании альпинистского снаряжения не только для движения к месту работы и защиты от падения, но и для возможности реализации рабочего процесса [15,16].

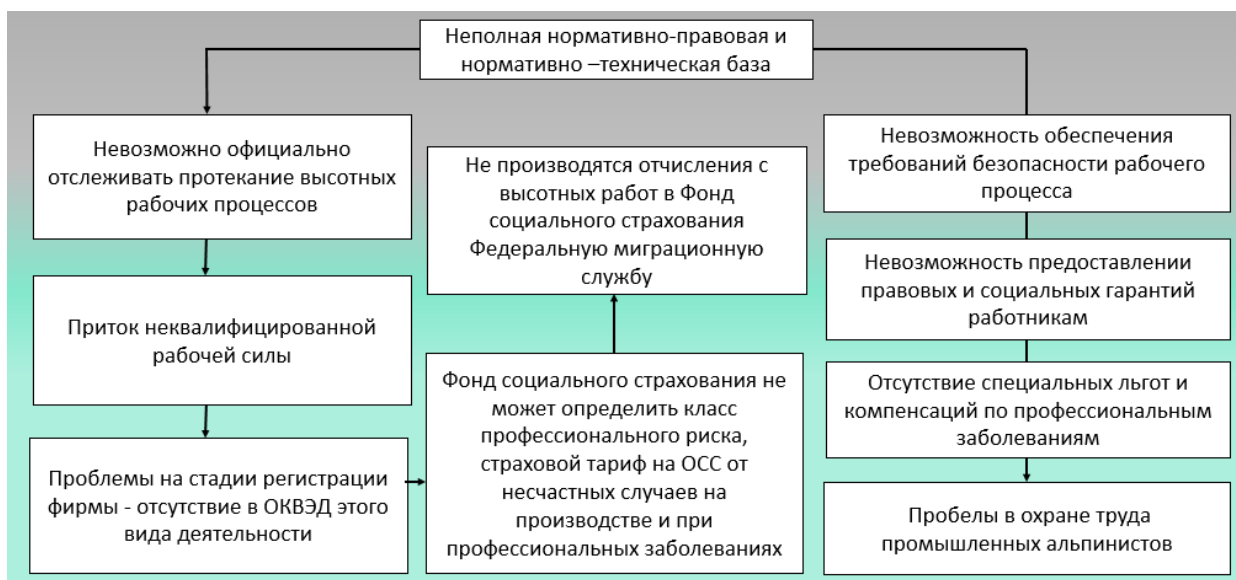


Рисунок 1.2 – Законодательная основа промышленного альпинизма в России

Из-за существующих недостатков в законодательном поле регулирования деятельности промышленного альпинизма на территории РФ, возникают правовые проблемы (сложности обеспечения социальных, правовых гарантий, компенсаций и льгот), трудность в поддержке безопасности и защищенности, охране труда рабочих. Исследование проблем деятельности промышленных альпинистов при выполнении высотных работ показано на рисунке 1.2 [17].

Тем не менее, при осуществлении своей деятельности работники рассматриваемой отрасли ссылаются на документы, косвенно регулирующие их деятельность, показанные в таблице 1.1. Рассматриваемые законодательно-правовые документы могут быть обязательными и рекомендованными к применению, таблица 1.2 [11]. Необходимо отметить, что реестр государственных стандартов и правовых документов больше, чем показан в таблице, но отмечены лишь те, которые по сути и содержанию максимально близки для пользования ими при выполнении работ методом промышленного альпинизма.

Таблица 1.1 – Документы, применимые в сфере промышленного альпинизма, со статусом обязательных к исполнению

Нормативные документы, обязательные к исполнению, применимые к работам, выполняемых на высоте методом промышленного альпинизма	
1	<u>МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ ПРАВИЛА</u>
	• Правила по охране труда при работе на высоте, утвержденные приказом от 16 ноября 2020 года N 782н; • Правил по охране труда при работе в ограниченных и замкнутых пространствах, утвержденный приказом от 15 декабря 2020 года №902н.
2	<u>ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА</u>
	• ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».
3	<u>ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ</u>
	• ГОСТ Р 58208-2018/EN 363:2008 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты». Системы индивидуальной защиты от падения с высоты. Общие технические требования»; • ГОСТ Р ЕН 355-2008 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Амортизаторы»; • ГОСТ Р ЕН 353-2-2007 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты ползункового типа на гибкой анкерной линии. Часть 2»; • ГОСТ Р ЕН 358-2008 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Привязи и стропы для удержания и позиционирования»; • ГОСТ Р ЕН 362-2008 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Соединительные элементы»; • ГОСТ Р 58193-2018/EN 353-1:2014 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. средства защиты от падения с высоты ползункового типа на анкерной линии. Часть 1. Средства защиты от падения с высоты ползункового типа на жесткой анкерной линии. Общие технические требования. методы испытаний»; • ГОСТ Р ЕН 361-2008 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Страховочные привязи»; • ГОСТ Р 12 4.206-99 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Методы испытаний».

Таблица 1.2 – Документы, применимые в сфере промышленного альпинизма, со статусом рекомендованных к исполнению

Нормативные документы, рекомендованные к исполнению , применимые к работам, выполняемых на высоте методом промышленного альпинизма	
Инструкция ИОТ Q001.0012-2020 «Инструкция по охране труда при работе на высоте»	СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Постановление от 23 июля 2001 года N 80.
Временные правила безопасности в промышленном альпинизме. Утверждены на заседании Межведомственной комиссии по аттестации аварийно-спасательных формирований, спасателей и образовательных учреждений по их подготовке. Протокол № 2 от 09.06. 2001г.	СНИП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. Постановление от 17 сентября 2002 года № 123.
НПАОП 0.00-5.40-89 «Инструкция по охране труда при проведении верхолазных работ канатным способом» (Украина)	Материалы и технологии производства работ по очистке фасадов зданий и инженерных сооружений ТР 118-01 . Дата введения 2001-07-01.
Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 27.12.2007 N 184 «Межотраслевые правила по охране труда при выполнении работ с использованием методов промышленного альпинизма»	Организация работ по очистке кровель жилых и общественных зданий от снега и наледи, утвержден и введен в действие Постановлением Правительства Москвы от 15.11.2005 n 892-пп.

В 2017 году утверждены три государственных стандарта, связанных с безопасностью строительных высотных работ, входящих в систему стандартов безопасности труда, ССБТ, при работе на высоте, а именно ГОСТ Р 12.3.049–2017, ГОСТ Р 12.3.050-2017 и ГОСТ Р 12.3.051–2017. Но если в уже имеющихся ранее нормативных документах не прописывалось использование их в промышленном альпинизме, но и не запрещалось, то в новых ГОСТах указано, что они не распространяются на работы, выполняемые методом промышленного альпинизма с привлечением альпинистов, соответственно не могут применяться промышленными альпинистами в своей деятельности.

Промышленные альпинисты при выполнении работ на высоте до 2021 года использовали Межотраслевые правила ПОТ РМ–012–2000 [18] и Правила по охране труда при работе на высоте, утверждённые приказом № 155 Н от 28.03.2014 г [19]. С 1 января 2021 г действуют новые Правила по охране труда при работе на высоте от 16 ноября 2020 года № 782 Н, утверждённые приказом Минтруда и социальной защиты Российской Федерации [20].

Следует отметить, что в новых Правилах появились изменения, касающиеся технической составляющей обеспечения безопасности при высотных работах, а именно создание риск – ориентированного подхода, формирования СУОТ и оценки профессиональных рисков, но они не несут непосредственной защиты интересов самого исполнителя (работника). Вопросы охраны труда, касаются в основном обеспечения безопасности работ, и не устанавливают гигиенических правил и требований к теплозащитной одежде, которые бы снизили риск возникновения профессиональных заболеваний.

Согласно [20], показаны базовые условия по проведению работ на высоте. Критерии, соответствующие для промышленного альпинизма, выделены цветом, рисунок 1.3.

Из сведений рисунка 1.3 и данных [21,22] можно сделать вывод, что выполнение высотных работ методом промышленного альпинизма происходит без средств подмащивания, в гибком подвесе, с применением страховочной системы и достижения места рабочего процесса с помощью системы верёвок. Известно, что при остановке и фиксации в одном положении для выполнения работы в состоянии виса, происходит онемение нижних конечностей, ввиду передавливания их ремнями страховки, что отрицательно сказывается не только на времени проведения рабочих операций, но и негативно отражается на общем состоянии здоровья работающего [23].

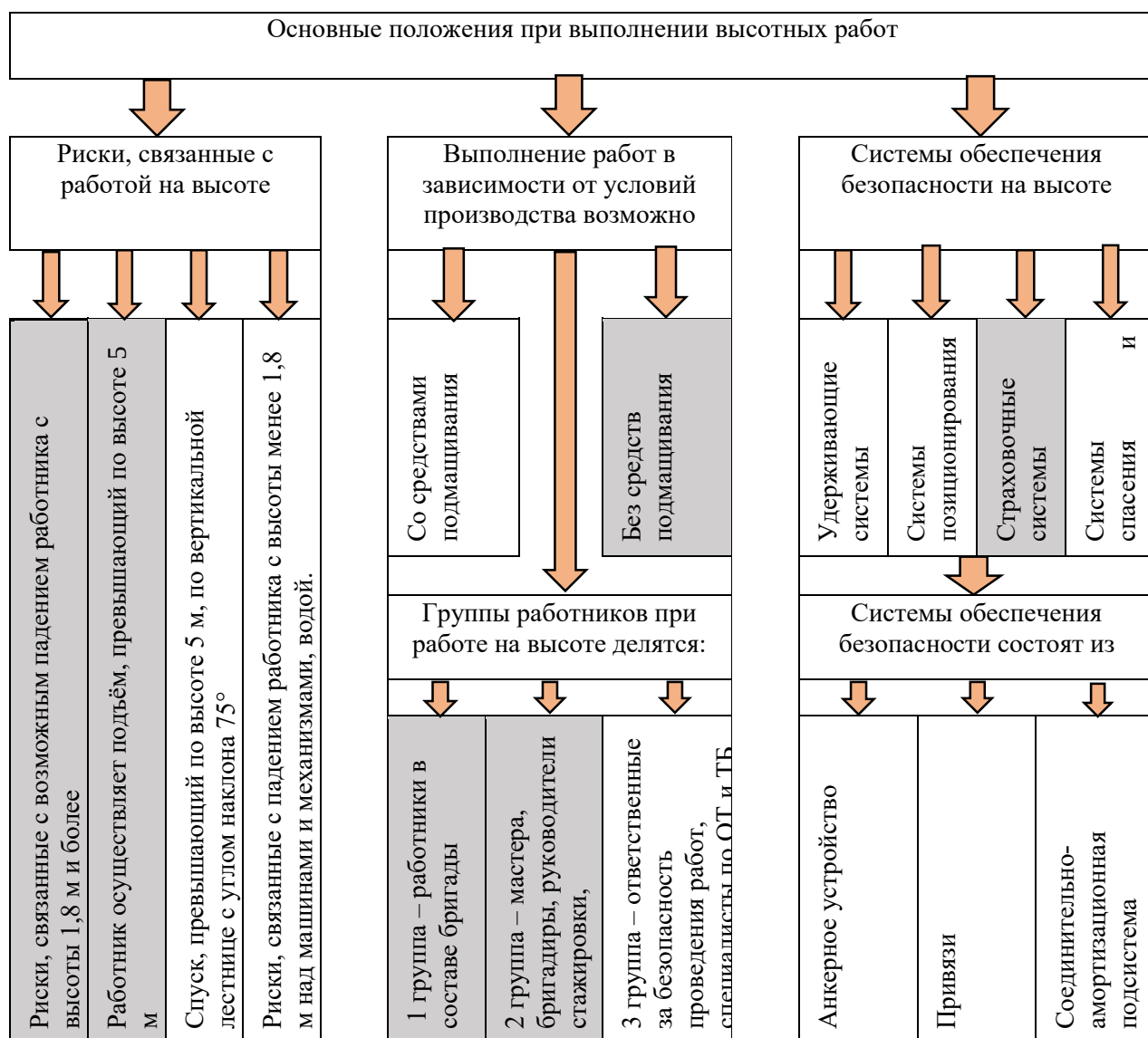


Рисунок 1.3 – Базовые условия при выполнении работ на высоте, согласно [20]

Анализируя данные, приведённые выше, можно констатировать, что в правовом поле промышленный альпинист как отдельный субъект не представлен.

Для последующего прогресса и развития сферы промышленного альпинизма, важно заложить основы фундамента для создания и принятия государственных законов, норм и правил, регламентирующих:

- выделение безопорного пространства, как базисной особенности выполнения высотных работ методом промышленного альпинизма;
- решение социально – правовых вопросов работающих (медицинское страхование, льготы, компенсации) исходя из степени вредности и тяжести работ;

- проведение обучения и аттестации работников квалифицированными кадрами в учебных центрах с лицензией и в условиях, приближенным к реальным рабочим объектам с использованием независимой страховки и гарантией мер безопасности;

- выделение в обособленную группу специальной защитной одежды, а именно, с защитой от пониженных температур, применимой именно для промышленного альпинизма;

- уменьшение и/или предотвращение развития заболеваний, возникающих в результате воздействия спектра вредных производственных факторов.

Дальнейшее развитие нормативно – правовой документации, регламентирующей деятельность промышленного альпинизма, сделает работу отрасли более законной, прозрачной и безопасной, решит обширные цели и задачи, стоящие перед ней. Но в настоящее время эта отрасль слабо ассоциирована и поэтому направление развития промышленного альпинизма существует в весьма скромных финансовых условиях. Создавать нормативно-правовые документы дело достаточно долгое и дорогостоящее. В настоящей работе акцентируется внимание на исследовании разработки конструктивно – технологических мер защиты промышленных альпинистов в части создания комфортных условий труда, направленных на минимизацию и профилактику профессиональных заболеваний в процессе работ в условиях безопорного пространства и пониженных температур.

1.2 Анализ трудовой деятельности и профессиональных заболеваний промышленного альпиниста в условиях пониженных температур

Базовой основой выполнения различных высотных работ, в том числе и методом промышленного альпинизма, является обеспечение безопасности этих работ с соблюдением охраны труда на объекте. Рассмотрев [24,25,26,27], а также данные работы Сопельниковой Н.Г [23] видно, что третья часть несчастных случаев, полученных на производстве, от общего количества всех, в том числе со

смертельным исходом, приходится именно на высотные работы [28]. Большой процент получения травм при высотных работах, пробелы в нормативно-правовой базе безопасного обеспечения выполнения работ методом промышленного альпинизма делают проблему проведения и сопровождения безопасности работ актуальной. Также важным становится вопрос создания максимально комфортных условий труда при выполнении высотных работ в части создания и использования специальной одежды, в том числе, теплозащитной для холодного периода.

При детальном рассмотрении принципа работы промышленного альпиниста в холодное время года в страховочной системе, рисунок 1.4, можно выделить наиболее уязвимые места охлаждения, так называемые «точки холода», обозначенные на рисунке цифрами 1 и 2.



Рисунок 1.4 – Промышленный альпинист во время работы,

1 – набедренные ремни, 2 – поясной ремень

При работе в гибком подвесе в условиях пониженных температур, когда на рабочий зимний костюм промышленный альпинист надевает страховочную систему, возникают места сдавливания теплозащитного пакета одежды, что помимо сдавливания вен и артерий сосудистой системы тазобедренной зоны ведёт к увеличению тепловых потерь [29,30,31].

Несмотря на то, что работник при выполнении работ находится в постоянном движении с большим количеством тепловыделений, они приходится в основном на плечевой пояс, так как работает промышленный альпинист исключительно руками – чистит стекла, убирает снег, сбивает сосульки, красит и др., в то время как нижние конечности обездвижены, а бедра и ягодицы дополнительно сдавлены ремнями страховочной системы. Поэтому даже при увеличении физических нагрузок и энергозатрат, при возрастании температуры тела, температура кожи снижается [32], а в случае промышленных альпинистов еще усугубляется повышением тепловых потерь в зоне сжатия пакета одежды ремнями страховочной системы. В МУК 4.3.1895–04 указаны критерии предельно допустимого теплового состояния человека, её нижняя граница [32], таблица 1.3.

Таблица 1.3 – Критерии допустимого теплового состояния человека (нижняя граница) [32]

№	Показатели теплового состояния человека	Энергозатраты, Вт/м ²				
		69	87	113	145	177
1	Температура тела ректальная, Т _р , °С	37,0	37,2	37,3	37,5	37,7
2	Средневзвешенная температура кожи, Т _к , °С	32,0	31,5	31,1	30,0	29,0
3	Увеличение частоты сердечных сокращений, Δ ЧСС, уд/мин	5	6	10	15	25

Следует отметить, что согласно таблице 1.3, при повышении энергозатрат температура кожи понижается, а частота сердечных сокращений увеличивается, что является существенным увеличением нормы и может привести к снижению показателя координации движений до 10 % [32].

Таблица 1.4 – Критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница) для продолжительности не более трёх часов за рабочую смену [32]

№	Показатели теплового состояния человека	Энергозатраты, Вт/м ²				
		69	87	113	145	177
1	Температура тела ректальная, Т _р , °С	36,9	37,1	37,2	37,5	37,7
2	Средневзвешенная температура кожи, Т _к , °С	31,0	30,5	29,5	28,5	27,5
3	Увеличение частоты сердечных сокращений, Δ ЧСС, уд/мин	4	5	8	12	22

В таблицах 1.4 и 1.5 указаны критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница) для продолжительности не более трёх часов за рабочую смену и критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница) для продолжительности не более одного часа за рабочую смену [32].

Таблица 1.5 – Критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница) для продолжительности не более одного часа за рабочую смену [32]

№	Показатели теплового состояния человека	Энергозатраты, Вт/м ²				
		69	87	113	145	177
1	Температура тела ректальная, Т _р , °С	36,8	37,0	37,1	37,4	37,6
2	Средневзвешенная температура кожи, Т _к , °С	30,5	30,0	29,0	28,0	27,0
3	Увеличение частоты сердечных сокращений, Δ ЧСС, уд/мин	3	4	7	10	18

Из данных, приведённых в таблицах 1.4 и 1.5 видно, что при увеличении энергозатрат ректальная температура тела увеличивается, в то время как средневзвешенная температура кожи снижается на 3,5 °С, а частота сердечных сокращений увеличивается в 6 раз. Следует отметить, что при таких данных возможно снижение показателя координации движений до 20 % [32].

Так, рассматривая вопрос безопасности труда промышленных альпинистов, необходимо обратить внимание на опасные зоны на объектах при выполнении высотных работ. Их можно подвергнуть следующей градации: верхняя зона, зона спуска и нижняя зона [32], таблица 1.6 [33].

Таблица 1.6 – Опасные зоны на объектах, где работы ведутся методом промышленного альпинизма

№	Наименование зоны	Характеристика зоны	Риски, возможные в этой зоне
1	Верхняя зона	Выполнение работ на верхней части объекта	Опасности срыва; ненадежных поверхностей, сбрасывания вниз предметов
2	Зона спуска	Зона выполнения работ	Опасности неправильного применения технических средств, недостаточно надежные точки закрепления и прочие средства, острые перегибы; падающие сверху предметы; нестабильная температура и метеоусловия, плохие условия гигиены труда, повышенные физическая и психическая нагрузка
3	Нижняя зона	Выполнение работ на нижней части объекта	Опасность падения предметов сверху, ненадежные поверхности - если это промежуточная площадка

При выполнении рабочего процесса на высоте, работник подвергается влиянию совокупности вредных для него производственных факторов, ухудшающих общее состояние здоровья. В условиях труда на производстве низкая температура окружающей среды в рабочей зоне (ниже 0 °С) в соответствии с классификацией [34,35] относятся к физически опасным и вредным факторам. На рисунке 1.5 показаны основные факторы производственной среды.

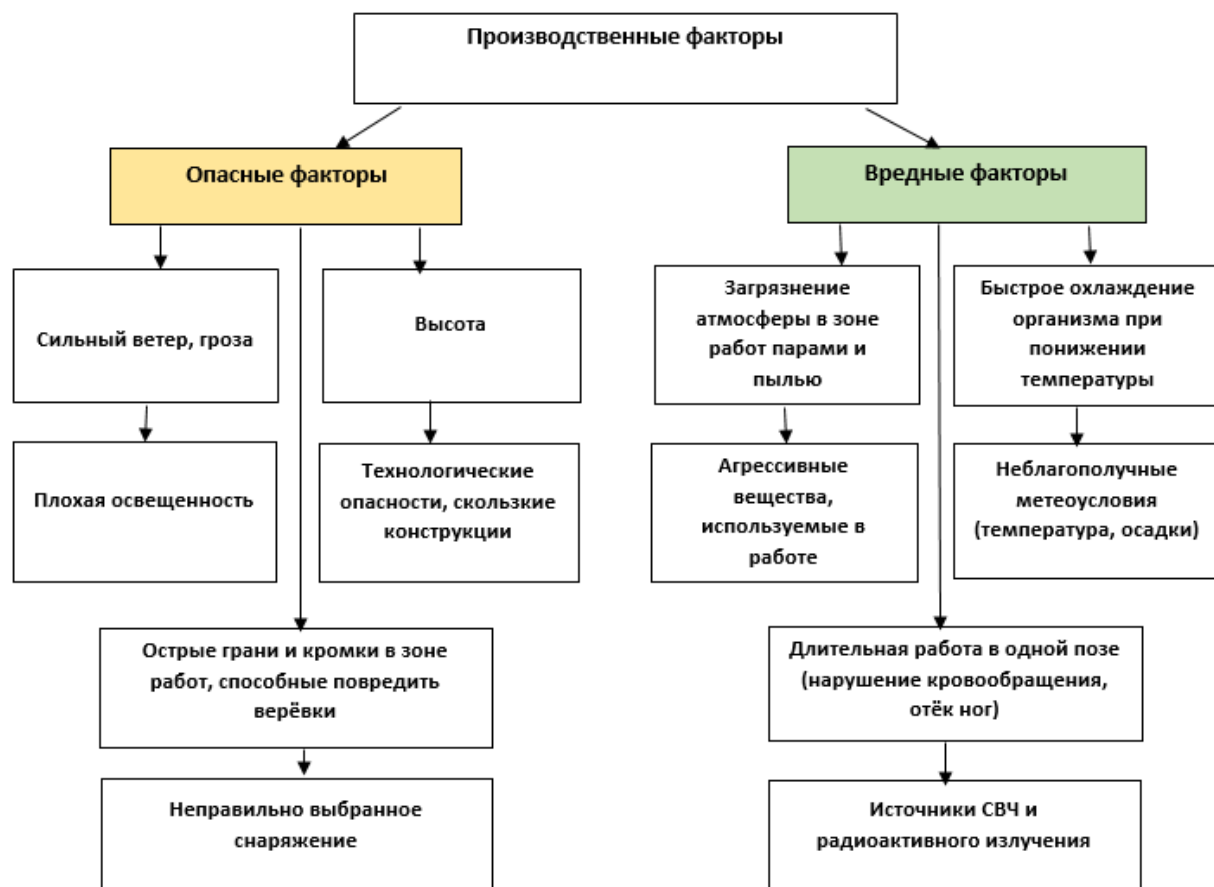


Рисунок 1.5 — Опасные и вредные производственные факторы

Вредные факторы, рассмотренные на рисунке 1.5: неблагоприятные метеоусловия, охлаждение организма при пониженных температурах, и длительная работа в одной позе, затруднённое кровообращение в конечностях в положении виса, способствуют физическому перенапряжению и микротравматизации тканей и стимулирует появление профессиональных заболеваний.

Возникновение профессиональных заболеваний органов таза и опорно-двигательного аппарата является следствием выполнения работы в ограниченном и безопорном пространстве, которое требует от рабочего длительного нахождения в подвешенном, отчасти неподвижном, положении. Неблагоприятную роль при этом играют: вызванное необходимостью неподвижное положение тела во время выполнения работы; однообразие производственного процесса и его непостоянный ритм; выполнение монотонных движений и операций; перенапряжение единичных мышц и их групп; нерациональные с точки зрения физиологии приёмы работы;

оказания трения и сдавливающего эффекта инструментами о части тела человека; передавливание сосудов лямками страховочной системы.

В [6] изучена и представлена закономерность возникновения у работающих стрессовых ситуаций и соответствующих ей процессов при выполнении работ на высоте. Установлено, что снижается возбуждённость коры головного мозга, расстраивается эмоциональная саморегуляция, увеличивается количество ударов сердца в минуту и частота дыхания, повышается давление, которое кровь оказывает на стенки кровеносных сосудов, и т.д. [9,23]. Нарушается координация движений, человек быстро утомляется, что ведёт к травматизму, развитию профессиональных заболеваний и в общем снижает производительность труда работников. Из этого следует, что работник достаточно быстро может потерять работоспособность и возможность полноценно выполнять свои должностные обязанности.

Кровеносные сосуды испытывают отрицательное влияние ввиду сдавливания их лямками страховочной системы [35]. В работе Сопельниковой Н.Г. [23] было проведено исследование индивидуальных ощущений промышленных альпинистов, находящихся при выполнении работ в страховочной системе в состоянии виса. Оно подтвердило факт того, что одним из более значимых факторов, ограничивающих время выполнения заданий и работ на высоте, при зависании на верёвке, выступает онемение нижних конечностей тела человека, дискомфорт в паховой области [36,37]. Указанные процессы могут стать причиной большого спектра осложнений, начальными признаками которых могут стать уменьшение скорости капиллярного кровоснабжения, накопление крови, временно не участвующей в циркуляции, в удалённых отделах нижних конечностей тела человека, и как результат – ухудшение центрального кровообращения, с допустимыми проблемами сердечно-сосудистой системы по части тахикардии и аритмии, ухудшение общего текущего функционального состояния [9].

Характерность и своеобразие клинических проявлений профессиональных болезней всегда фрагментарна, лишь некоторые из них характеризуются особым комплексом симптомов, вызванным свойственными этим болезням рентгенологическими, функциональными, гематологическими, биохимическими и

иммунологическими изменениями. Поэтому в значительной мере важны сведения об условиях труда работника, потому что, довольно часто, только они позволяют установить принадлежность выявленных изменений в состоянии здоровья к категории профессиональных поражений. Профессиональные болезни можно подвергнуть градации по пяти группам, указанных в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Группы профессиональных заболеваний

№ п/п	Номер группы профессиональных заболеваний	Общая характеристика заболевания
1	I группа	Заболевания, вызываемые влиянием химических факторов
2	II группа	Заболевания, связанные с воздействием пылевого фактора
3	III группа	Заболевания, вызываемые воздействием физических факторов
4	IV группа	Заболевания, возникающие в результате перенапряжения
5	V группа	Заболевания, вызываемые действием биологических факторов

Как видно из таблицы 1.7, профессиональные заболевания промышленных альпинистов с большей долей вероятности можно отнести к III и IV группам, но не исключены и другие группы, так как приобретение профессиональных заболеваний носит личностный характер и зависит от индивидуальных особенностей организма, а также условий труда.

Опираясь на официальные статистические данные Минздрава России [38], наблюдается уровень заболеваемости населения по классам болезней, которые с высокой степенью вероятности можно применить к профзаболеваниям промышленных альпинистов. В таблице 1.8 приведён расчёт Росстата за 2000-2015 года. Рассматриваются статистические данные с временным интервалом в пять лет.

Таблица 1.8 – Заболеваемости населения по основным классам болезней за период 2000-2015 гг.

№ п/п	Наименование болезни	2000 г, тыс.чел	2005 г, тыс.чел	2010 г, тыс.чел	2015 г, тыс.чел
1	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	1234	1361	1461	1953
2	Болезни системы кровообращения	2483	3278	3734	4563
3	Болезни органов дыхания	2483	3278	3734	4563
4	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	4452	4746	4789	4410
5	Травмы и другие внешние причины	12544	12808	13096	13235

Из приведённых Росстатом данных видно, что уровень заболеваемости по основным болезням в период с 2000 по 2015 года вырос по всем позициям, кроме болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани. По остальным позициям просматривается тенденция к увеличению заболеваемости, особенно болезней систем кровообращения, дыхания и травм.

По данным [38] среди специалистов, работающих на высоте и альпинистов наиболее часто встречаются такие отклонения здоровья, как: ожоги и отморожения; переломы, растяжения, разрывы, вывихи и иное; болезни органов дыхания (ларингиты, гаймориты, фронтиты, бронхиты, пневмонии); острые респираторные заболевания, в том числе вирусные; горная (высотная) болезнь, возникающая в результате недостатка кислорода во вдыхаемом воздухе при подъёме на высоту; изменения в сердечно-сосудистой системе (гипоксия миокарда, гипертония, тахикардия, аритмия); болезни, связанные с перепадами атмосферного давления, в том числе носовое, желудочное и легочное кровотечение.

Изучив и проанализировав имеющиеся официальные статистические данные можно свидетельствовать о том, что спектр опасных и вредных факторов, оказываемых воздействием на промышленного альпиниста при проведении высотных работ велик, и количество возможных заболеваний, перечисленных

выше, в том числе в статусе профессиональных, насчитывает более десяти позиций. Из анализа заболеваемости промышленных альпинистов видно, что для минимизации отрицательных воздействий на организм рабочего и не доведения заболеваний до статуса профессионального, необходимым является повышение тепловой защиты человека, учитывая, что при способе надевания страховочной системы поверх рабочего костюма/комбинезона снижается фактическая тепловая защита снаряжения.

Так как важным фактором для минимизации профзаболевания и увеличения времени рабочей смены для выполнения высотных работ является сохранение тепла работающего в страховочной системе человека, очевидно, что необходимо создание теплозащитной одежды для дополнительной тепловой защиты работника в «точках холода», локально создаваемых при сдавливании пакета одежды лямками страховочной системы. Резервом по увеличению теплозащиты может являться уменьшение тепловых потерь, возникающих в местах обжима страховочной системой пакета одежды.

Теплозащитная одежда, разрабатываемая для промышленных альпинистов, должна отвечать ряду специфических особенностей, а именно:

- быть мобильной, легко одеваемой/снимаемой;
- соответствовать всем требованиям, предъявляемым к материалам верхней одежды (водо- и воздухопроницаемость);
- в качестве утеплителя должен применяться тот, который обеспечит эргономичность, лёгкость и достаточную теплоту с возможностью использовать в климатических условиях широкого диапазона;
- быть экономически привлекательной, доступной по цене широкому кругу потребителей.

С помощью разрабатываемой теплозащитной одежды решаются следующие проблемы промышленных альпинистов:

- увеличивается рабочее время пребывания в открытой среде для выполнения высотных работ при низких температурах;

– обеспечивается дополнительная тепловая защита в местах, наиболее уязвимых к быстрому замерзанию, где страховочная система сжимает пакет верхней одежды;

– уменьшаются теплопотери в местах, наиболее уязвимых для холода;

– возможно сокращение ряда заболеваний промышленных альпинистов и не доведение их до статуса профессиональных;

– происходит улучшение эргономики проведения высотных работ и сохранение здоровья работника.

Для решения этих проблем необходимо разработать экономически привлекательную теплозащитную одежду с широким диапазоном климатического использования (влажность, температура окружающей среды, скорость ветра) для потребителей товаров аутдор индустрии, а также промышленных альпинистов, обеспечивающую рациональное совмещение со страховочной системой и отвечающую эргономическим особенностям трудовой деятельности работника в положении виса в безопорном пространстве.

1.3 Требования к проектированию теплозащитной одежды для промышленного альпинизма

Известно, что теплозащитная одежда входит в классификацию СИЗ [39,40], а в соответствии с принятым [41] предусматривается градация её по уровню защиты от пониженных температур до минус 20 °С, до минус 30 °С, до минус 40 °С. Основной принцип формирования тепловой защиты человека состоит в достижении требуемого теплового сопротивления конкретных участков и общей теплоизоляции всего комплекта одежды [29]. Средства индивидуальной защиты, а именно теплозащитная одежда, используются для профилактики или минимизации оказания на работника опасных и вредных производственных и климатических факторов. Использование специальной одежды в России, требования к материалам для её изготовления при проектировании, постановке на производство и

подтверждения соответствия регламентируется законодательство, государственными и корпоративными стандартами, и иной нормативной и технической документацией [42].

В настоящее время при расчёте необходимой тепловой защиты одежды от холода в России используют [43] и [44]. Эти нормативно-технические документы предусматривают требования гигиены к комплекту средств индивидуальной защиты от холода. Кроме того, фундаментальной основой являются труды Афанасьевой Р.Ф. [7,45], где заложен учёт особенностей температурной характеристики поверхности кожи.

Согласно [46] спецодежду изготавливают на типовые фигуры мужчин. Размер специальной одежды должен соотноситься с размерами тела человека. Контрольными измерениями для установления размера являются признаки: для спецодежды – рост, обхват груди и при необходимости для мужчин обхват талии. Для проектирования теплозащитной одежды для промышленных альпинистов важными размерными параметрами являются талия и бедра.

При разработке специальной одежды должны соблюдаться эргономические требования по [47], обеспечивающие: удобство пользования изделием и отдельными его элементами; функциональное расположение деталей и узлов; возможность регулирования теплообмена с окружающей средой при изменении метеорологических условий или уровня физической активности; возможность регулирования локального прилегания изделия (деталей, узлов) к поверхности тела; соразмерность изделий спецодежды и ее частей; снижение утолщений в области шаговых швов. Важным критерием эргономики для такой одежды является большой припуск на свободное облегание, позволяющий совершать различные движения без стеснения.

Для теплозащитной одежды промышленных альпинистов для холодной среды может применяться пух водоплавающей птицы или иные хлопьевидные синтетические утеплители. Пакеты с такими утеплителями могут периодически взбиваться, что обеспечивает восстановление пакета после сжатия и обеспечивает достижение очень большой толщины изделия, при этом, не снижая

эргономичности, что важно для активной работы промальпиниста. Пух и другие хлопьевидные утеплители называются несвязными утеплителями [48]. Применение несвязных утеплителей требует особого формирования конструкций пакетов одежды сохраняющих основные теплозащитные и функциональные характеристики теплозащитной одежды для альпинизма [49].

Установленные данные показали, что при дальнейшем проектировании теплозащитной одежды промышленных альпинистов и применении методов математического моделирования необходимо учесть выявленные особенности, свойствами которых требуется обеспечить необходимые функции теплозащитной одежды.

1.4 Анализ средств защиты альпинистов и промышленных альпинистов от низких температур

Наиболее результативную защиту от пониженных температур окружающей среды, включая отрицательные, динамично работающему человеку, альпинисту или промышленному альпинисту, обеспечивает комбинезон. Его толщина рассчитывается с учётом оптимального распределения наполнителя по участкам тела, которое создаёт эффективную защиту [30]. По сравнению с комплектом куртка и брюки в комбинезоне нигде не дублируются пакеты, что позволяет сделать его оптимальным по массе. Кроме того, комбинезон в любых ситуациях закрывает тело человека и не задирается, как это может быть с комплектом куртка/брюки.

В работе [7] Р.Ф. Афанасьева обращает внимание на отрицательное влияние пояса, утягивающего одежду в районе талии, используемой для защиты от холодного влияния окружающей среды. Такой пояс всего лишь снижает величину теплопереноса в под одежным пространстве конвективными потоками воздуха, однако препятствовать конвективному теплопереносу можно и другими

конструктивными решениями, например, широкой застегивающейся кулисой, расположенной на подкладке изделия.

В пуховой одежде всё под одежное пространство заполняется пухом и максимально уменьшается воздушная прослойка между телом человека и пакетом одежды. Поэтому пояс или эластичная тесьма, сдавливающие талию, не влияют на внутренний конвективный теплоперенос, но сокращают термосопротивление пакета одежды на сдавленных участках и при этом несут только конструктивно-декоративную функцию, чтобы поддержать нижнюю часть комбинезона [30]. Для комбинезона с пуховым наполнителем поддержание брюк является весьма актуальной задачей, поскольку пакеты, заполненные пухом, имеют выпуклую поверхность между отдельными отсеками и при сжатии или утонении пакет удлиняется [50], а также под действием собственного веса, рисунок 1.6, и шов среднего среза брюк опускается вниз, затрудняя движения человека. Линия талии на изделии также смещается вниз.

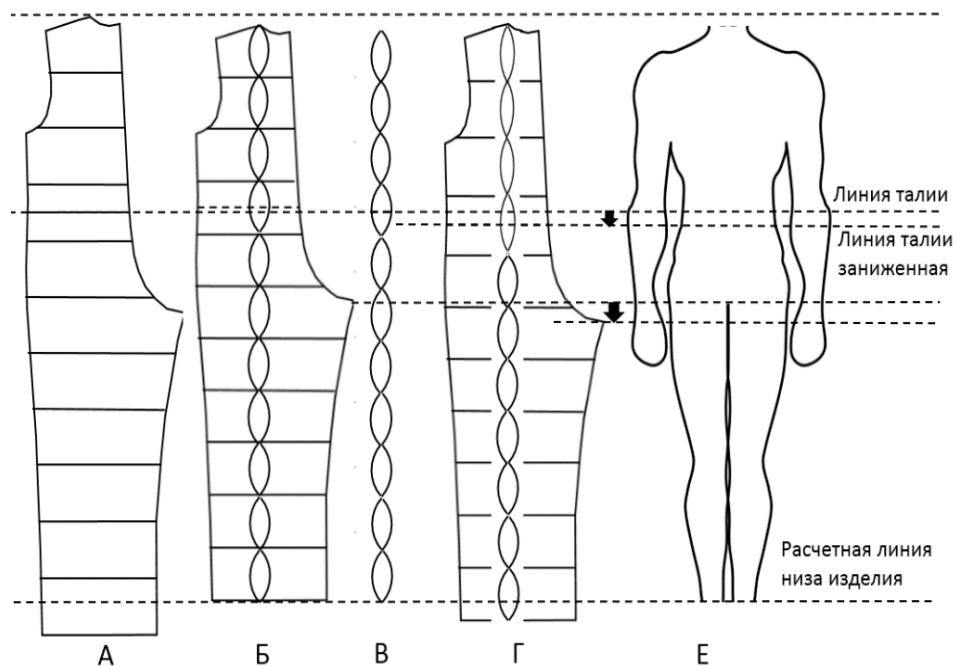


Рисунок 1.6 – Изменение длины спинки комбинезона при изменении толщины пухового пакета (несвязного утеплителя). А – пакет без пуха, фактическая длина лекала спинки, Б – фактическая длина заполненного пухом пакета спинки, при заданной толщине; В – изменение пакета спинки при вытягивании или сдавливании верхней части спинки; Г – контур человека

Однако решить проблему опускания вниз пухового пакета комбинезона можно и без потери тепловой защиты при помощи других конструктивных решений, рисунок 1.7.



Рисунок 1.7 – Внутренний конструктив теплозащитного пухового комбинезона, разработанный фирмой Сивера

Комбинезон в изнаночной части снабжён поясным ремнём с кулисой и бретелями, не позволяющими пакету изделия сползать вниз и подтягивающий брюки вверх.



Рисунок 1.8 – Характерные места на бедрах и на талии, сжимаемых страховочной системой

Снижение тепловой защиты может происходить у человека за счёт сжатия пакета в зонах прилегания страховочной системы, плотно надетой поверх комбинезона. Поскольку для обеспечения безопасности страховочная система должна быть хорошо затянута, толщина пакета одежды может сокращаться в зонах прилегания к телу человека до 80 – 90 %, что, в свою очередь, влияет на общее тепловое состояние человека [30], рисунок 1.8.

Необходимо отметить, что фирмы, выпускающие одежду для низких температур, логически необоснованно допускают уже в конструкции возможное увеличение тепловых потерь, предусматривая поясной ремень или эластичную тесьму в районе талии комбинезона, рисунок 1.9.



Рисунок 1.9 – Конструктивные особенности комбинезонов в районе поясного ремня, увеличивающие тепловые потери

Рынок представлен комбинезонами, примеры указаны на рисунке 1.9, которые имеют конструктивные особенности модели, а именно, стянуты эластичной широкой тесьмой в районе талии, рисунок 1.9 А, Б (места сжатия пакета выделены прямоугольниками), или имеют паты и ремень фиксирующий на талии брюки комбинезона фирмы Bergans Ehpedition Down, рисунок 1.9, В. Эти элементы включены в конструкцию производителями, сжимают пакет одежды в области талии и тем самым ослабляют эффективность тепловой защиты.

В случае длительного зависания в страховочной системе промышленного альпиниста во время проведения высотных работ в результате сильного сжатия бёдер и талии происходит затруднительный кровоток в области таза и конечностей, что приводит к локальному переохлаждению человека, рисунок 1.10.

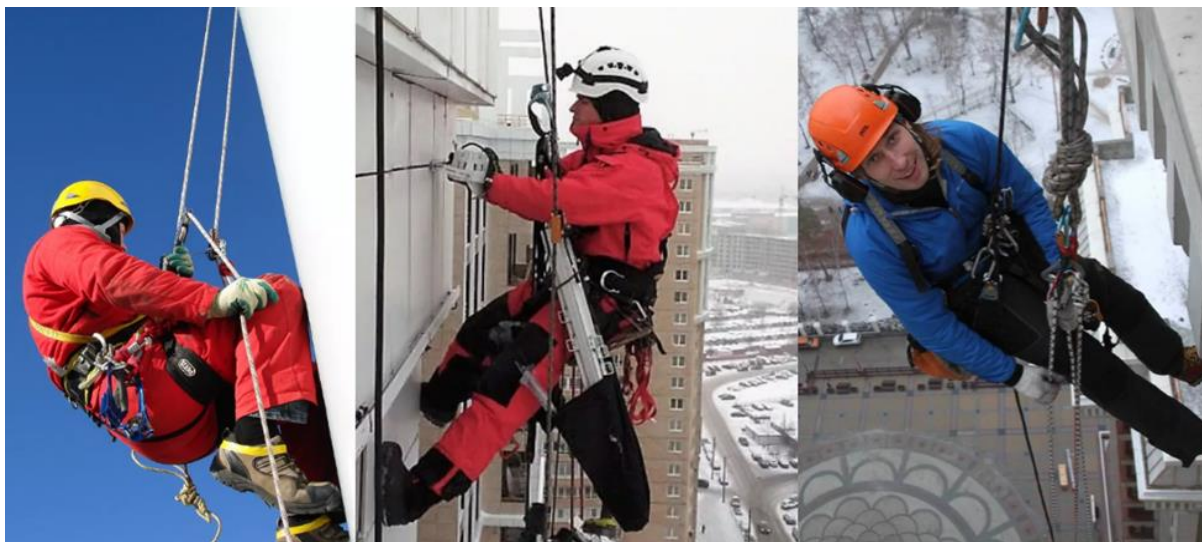


Рисунок 1.10 – Промальпинист во время выполнения высотных работ

Также есть фирмы, создающие для низких температур комбинезоны с несдавленной талией патами или эластичной тесьмой, рисунок 1.11.



Рисунок 1.11 – Конструкции комбинезонов с несдавленной талией

Фирмы, указанные на рисунке 1.11, рекомендуют экспедиционные комбинезоны приемлемой конструкции для высотного альпинизма из мембранной ткани, заполненный гусиным пухом [30]. Однако страховочная система, будучи надетой поверх комбинезона полностью компенсирует преимущества рациональной теплозащитной конструкции, рисунок 1.12.



Рисунок 1.12 – Комбинезоны, сдавленные страховочной системой в области талии и верхней части бедра

Таблица 1.9 – Влияние конструкции комбинезона и наличия страховочной системы, эффективность тепловой защиты

Вид комбинезона	Тепловая защита	Страховочная система	Тепловая защита
С поясным ремнем	Не оптимальна	Одета	Не оптимальна
Без поясного ремня	Оптимальна	Одета	Не оптимальна
С внутренними поддерживающими лямками и кулисой	Оптимальна	Одета	Не оптимальна

В настоящее время на рынке присутствует многообразие комбинезонов для пониженных температур. Их можно разделить на два типа – с поясным ремнем или без поясного ремня. Сжатие пакета вокруг талии приводит к снижению тепловой защиты. Комбинезоны без страховочного ремня оптимальны по тепловой защите. Наличие страховочной системы, надетой поверх комбинезона, сжимает пакет и снижает тепловую защиту в области таза, таблица 1. 9.

В условиях промышленного альпинизма при долгом зависании в страховочной системе снижается кровоснабжение в области таза и нижних конечностей. Таким образом актуальной задачей является создание одежды, которая позволит, не снижая функциональности системы «человек – страховочная система – теплозащитная одежда – окружающая среда» обеспечить тепловой комфорт человека.

1.5 Анализ дополнительных средств защиты альпинистов и промышленных альпинистов от низких температур

Вопросами необходимости создания дополнительных способов защиты и конструкций, обеспечивающих тепловую защиту в тазобедренной области работающего человека при отрицательных температурах занимались многие учёные и конструкторы. С целью сбора информации о теплозащитной одежде, применимой для промышленного альпинизма проведён патентный анализ и поиск реальных продаваемых моделей посредством глобальной сети Интернет.

Известны брюки из водонепроницаемой ткани, имеющие дополнительное утепление в виде вставки, которая вшивается в заднюю часть брюк от линии пояса до колена (патент US 6041437) [51]. Дополнительно утепляется область между серединой бедра и задней частью колена. Вставка состоит из трёх слоёв: внешний слой гидрофобизатора или поролон из неопрена, средний слой синтетический, термическая изоляционная ткань, такая как Outlast и третий слой - мягкий, гибкий материал, такой как флис. Все три слоя сшиты вместе, рисунок А.1 Приложения А.

Известен комбинезон для альпинистов, содержащий в своей конструкции устройство откидной задней части брюк комбинезона (патент RU 2448621) [52]. На рисунке А.2 Приложения А изображена схема предлагаемой откидной задней части брюк комбинезона, где указаны следующие элементы: задняя часть брюк, овальная кокетка, застежка – молния с двумя замками, внешняя двухслойная планка, внутренняя двухслойная планка.

Также известны брюки повышенной комфортности, предназначенные для защиты от неблагоприятных условий окружающей среды в качестве дополнительного слоя поверх основной одежды, конструкция которых предусматривает быстрый съём и надевание брюк (патент RU №183007) [53], рисунок А.3 Приложения А. Брюки выполнены из ветро – водозащитной ткани с утеплителем на подкладке, при этом передние и задние половинки брюк соединены по боковым швам посредством ряда потайных магнитов, позволяющих надевать и снимать брюки без усилий в короткий промежуток времени. Данная конструкция брюк предназначена для эксплуатации при неблагоприятных погодных условиях в городской среде и совсем непригодна в качестве спецодежды. Кроме того, следует учесть, что брюки надеваются на утеплённую одежду и пакеты в районе бёдер будут удваиваться и стеснять движения, поэтому при проведении работ предпочтительнее использовать укороченный вариант брюк – шорты длиной до середины бедра.

Наиболее близкой по оптимальности конструкции являются брюки, описанная в патенте US №5864888 [54], представляющая собой брюки, трансформируемые в шорты с помощью застёжек молний, расположенных по всей длине передней части бедра от пояса до лодыжки, и дополнительно – на сгибе колена. Благодаря этому обе нижние части легко снимаются и в случае необходимости брюки преобразовываются в шорты, рисунок А.4 Приложения А.

Также известны легкосъёмные шорты (патент US 5315716) [55], передние и задние детали которых соединены по боковой наружной поверхности бедра с помощью отдельных отрезков «липучки» VELCRO, распределённых вдоль шва, имеющих большое количество крючков и петель, что обеспечивает надёжное соединение и возможность быстрого снятия, рисунок А.5 Приложения А.

Большинство производителей теплозащитной одежды, в том числе и рассматриваемой в данной работе для промышленного альпинизма, реализуют свою продукцию посредством интернета – магазинов. Представленные аналоги моделей теплозащитной одежды аутдор сегмента, найденные в Интернете, приведены в соответствии с рисунками Приложения А, где А.6 – А.12 –

теплозащитные брюки, А.13 – А.18 – теплозащитные шорты, которые могут применяться в качестве теплозащитной одежды, в том числе, и для промышленного альпинизма. Наименование представляемых моделей одежды остаются оригинальными, в соответствии с заявленными фирмами производителями в интернет – магазинах.

При всей привлекательности рассмотренных выше конструкций и моделей одежды, обеспечивающих, в частности, эргономику и возможность быстрого снятия, в данных конструкциях не предусмотрена их интеграция со страховочной системой, необходимой при выполнении высотных работ в открытой среде для обеспечения безопасных и комфортных условий работы.

Задача, на решение которой направлена настоящая работа, состоит в создании комфортных условий человеку, работающему при низких температурах окружающей среды при выполнении высотных работ в страховочной системе, за счёт рациональной конструкции теплозащитной одежды.

1.6 Анализ используемых в швейной промышленности типов утеплителей, применяемых при производстве теплозащитной одежды

Одежда, защищающая от низких температур в холодный период года должна отвечать теплозащитным и эксплуатационным характеристикам, необходимым для защитной одежды данной группы. Указанные показатели определяются конструкцией, составом пакета и свойствами материалов, входящих в них.

Выделяют пакеты одежды со связным и несвязным утеплителем, рисунок 1.13. В данном исследовании сконцентрируем внимание на пакете одежды с несвязным утеплителем, который включает в себя: основной материал верха, прокладочный материал, утепляющий материал и подкладочный материал, рисунок 1.13 А.

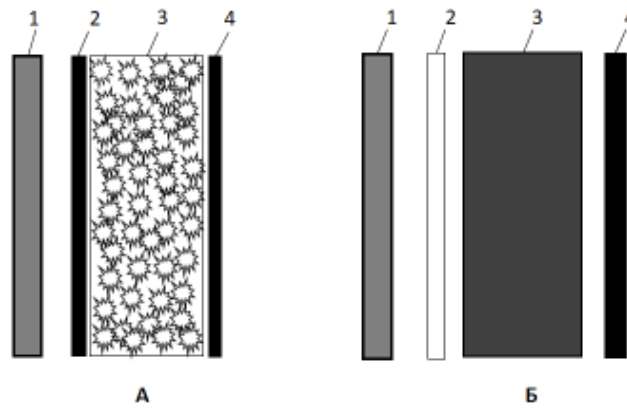


Рисунок 1.13 – Структура пакета теплозащитной одежды:

А) утеплитель – несвязная смесь: 1 – ткань верха, 2 – подкладочный материал, 3 – утеплитель в виде несвязной смеси, 4 – подкладочный материал; Б) утеплитель – нетканое полотно: 1 – ткань верха, 2 – прокладка (ветрозащитная ткань), 3 – утеплитель в виде полотна, 4 – подкладочный материал

Утеплитель – основной слой одежды, защищающий от пониженных температур. Теплозащитные характеристики одежды определяются плотностью, толщиной и видом утеплителя.

Утеплитель, используемый для одежды, применяемой в промышленном альпинизме, должен отвечать эксплуатационным требованиям, а именно: иметь высокую упругость при его сжатии лямками страховочной системы, быть стабильным по толщине в процессе эксплуатации, иметь относительно малый вес и малую теплопроводность.

Необходимо отметить свойства пуха, как несвязного утеплителя для одежды. В местах под поясным ремнем, страховочной системой, лямками рюкзака утеплитель регулярно сдавливается, но после взбивания одежды его толщина в сдавленных местах восстанавливается. Холстообразные же утеплители после длительной эксплуатации теряют свою толщину в сжимаемых местах.

Стоит также учесть, что география альпинистского туризма и выполнение работ методом промышленного альпинизма велика как в нашей стране, так и по всему миру и климатические условия эксплуатации различные. Чтобы расширить диапазон применения теплозащитной одежды в сухом и влажном климате, необходимо чтобы утеплитель удовлетворял климатическим и техническим

требованиям не только локального использования, но и широкого территориального диапазона. Важным является конкурентоспособность проектируемой теплозащитной одежды, с оптимальным соотношением цены и эргономики изделия. Теплозащитная одежда, выполненная с применением инновационных утеплителей должна быть экономически привлекательной и доступной широкому сегменту потребителей.

Чтобы провести конфекционирование утеплителей для одежды, применяемой в промышленном альпинизме и альпинизме в целом, в соответствии с рассмотренными выше эксплуатационными и техническими требованиями, изучим ассортимент современных утеплителей.

Все утеплители для теплозащитной одежды по происхождению можно разделить на натуральные, искусственные, синтетические и комбинированные. При конструировании теплозащитной одежды всё чаще используют синтетические материалы и утеплители, но также активно продолжают использовать пух и перо водоплавающих птиц. По своей структуре утеплители для одежды можно разделить на две основные группы: связные и несвязные, рисунок 1.14 [49].

Первые, связные утеплители, представляют собой волокнистый холст или полотно из синтетических или искусственных волокон, которые отличаются по длине, толщине, физико – механическим и гигроскопическим свойствам в зависимости от производителя. Актуальные утеплители из синтетики выпускаются из волокон, хаотично расположенных в горизонтальной плоскости слоёв [56,57,58] скрепленных между собой термически, без применения клея, что позволяет повысить устойчивость к многократному сжатию [59,60,61].



Рисунок 1.14 – Классификация утеплителей по структуре

Несвязные утеплители натурального происхождения представлены пухоперовой смесью водоплавающих птиц, которую можно отнести к так называемым объёмным несвязным утеплителям, поскольку каждый структурный элемент смеси (пух, полупух, мелкое перо) не связан с другими [62]. Пушины в естественном виде имеют сферическую форму, являясь объёмным образованием, обладают ветвистым строением и не связаны между собой, тем самым образуя большой объём, обеспечивают хорошую теплоизоляцию. Пух состоит из стержня, от которого отходят в стороны бородки, не скреплённые друг с другом, количество которых по данным [63,64,65,66] может достигать 100 штук.

Под композиционным утеплителем будем понимать комбинации двух и более утепляющих волокон в разных пропорциях, различных по составу, структуре и происхождению. В настоящее время возможны две комбинации композиционных утеплителей – связные и несвязные.

Связные композиционные утеплители представлены в основном смесью синтетических волокон (полиэстер) с натуральными (шерсть, хлопок). Возможны варианты комбинаций из нескольких видов утеплителей. Так, утеплители Шерстон, Шерстипон, Шерстикон, Альполюкс и др. имеют в составе шерсть в смеси с полиэфирным волокном в различном процентном соотношении. В состав

утеплителя Вальтерм вместе с полиэстеровыми волокнами входит хлопковое волокно. Такой утеплитель как Шерстин состоит из искусственных волокон целлюлозы в смеси с волокнами шерсти. Отечественный утеплитель Арктик-П может состоять как из 100 % лавсанового волокна, так и иметь в своём составе до 85 % шерсти или до 50 % льна [67].

Несвязные композиционные утеплители можно подвергнуть следующей градации: смесь синтетических и натуральных волокон, смесь искусственных и натуральных волокон и смесь синтетических и искусственных волокон.

На рынке уже существуют несвязные композиционные утеплители. Американская компания PrimaLoft® разработала для армии США и в дальнейшем стала выпускать композиционные утеплители двух серий: в «золотой» линейке ультратонкое синтетическое волокно смешивается с натуральным гусиным пухом в соотношении 30/70; а в «серебряной» – 40/60. В композиционных утеплителях полезные свойства натуральных и синтетических волокон сочетаются таким образом, чтобы конечный результат позволил достичь максимальной эффективности теплоизоляции материала. Кроме того, композиционные утеплители по стоимости значительно дешевле пуховых.

Известно, что утепляющий материал должен соответствовать трём важным критериям [68]: соотношение тепла к весу, сжимаемость и восстановление после сжатия и водонепроницаемость. Именно соответствие этим требованиям выделяет перопуховой утеплитель среди остальных [69,70,71,72]. Преимущества пухоперовой смеси в её малой массе, упругих свойствах, мягкости, натуральности и экологичности, хорошей теплоизоляции [73].

Перопуховой утеплитель обладает одной из основных теплофизических величин, характеризующих теплозащитные свойства – коэффициентом теплопроводности [7,74,75], высокими упругими характеристиками и мягкостью [76,77,78], что даже при увеличенной толщине не ухудшает эргономические свойства одежды [79,80,81]. Вопросы исследования пакетов материалов рассмотрены в работах [58,82,83,84], а их теплофизические свойства в

[59,85,86,87]. Величины средних показателей коэффициентов теплопроводности в сравнении с воздухом представлены в соответствии с таблицей 1.10.

Таблица 1.10 – Величины средних показателей коэффициентов теплопроводности утеплителей в сравнении с воздухом [87]

Вид утеплителя	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/мК
Воздух	0,026
Гагачий пух	0,029
Гусиный пух	0,034
Синтетический утеплитель	0,034-0,050

Самым большим преимуществом пуха является соотношение показателей термосопротивления к поверхностной плотности утеплителя и, если сравнивать с современными синтетическими утеплителями, это свойство остаётся непревзойденным [70,72,88]. Например, пуховик равный по теплозащите синтетической куртке, будет составлять около половины её массы [89]. Перопуховая смесь обладает наиболее высокими теплозащитными свойствами по сравнению с другими натуральными утеплителями [90,91,92,93,94].

При выборе пухо–перовой смеси, следует учитывать виды пуха (гусь, утка, гага и казарка) для того, чтобы добиться наилучших показаний свойств проектируемой одежды. Так, в работе [95] описаны исследования, проводимые с целью определения релаксационной способности различных видов пуха в текстильных ячейках при различных температурах. Выявлено, что с ростом процентного содержания в смеси пуха казарки наполняющая способность смеси снижается.

Изделия с содержанием пухоперовой смеси в виде утеплителя имеют и слабые стороны, а именно: влагопроницаемость и высокую гигроскопичность, миграцию пуха и высокую стоимость изделия для конечного потребителя [48].

Следовательно, возможность применения теплозащитной одежды, где в качестве утеплителя используется перопуховая смесь, в районах с высокой

влажностью ограничена [48,96,97], так как теряет свои первоначальные теплозащитные и релаксационные свойства [98,99,100,101]. При этом среднерыночная стоимость теплозащитной перопуховой одежды на порядок выше альтернативных вариантов. Поэтому на рынок активно внедряются синтетические утеплители с различными свойствами волокон.

Совокупность особенностей синтетических утеплителей, определяющих области применения отдельных составов синтетических волокон, характеризуются не только химическим составом, но и их структурным строением, которое формируется технологическими параметрами производства [101,102, 103,104,105]. В работах [106,107,108] на основе изучения основных структурных факторов синтетических утеплителей, выявлены свойства волокнистых материалов: наличие межволоконных пор и характер их взаимодействия между волокнами.

Современный рынок теплоизолирующих материалов отечественного и зарубежного производства широко представлен как российскими (холлофайбер, шелтер, тинсулейт, файбертек, арктик и др.), так и зарубежными утеплителями (изософт, прималофт, термофинн и др.) [110]. Основные характеристики современных утеплителей [111,112] представлены в соответствии с таблицей 1.11 и 1.12.

Таблица 1.11 – Характеристики современных теплоизолирующих материалов [109]

Наименование материала	Толщина, м	Поверхностная плотность, г/м ²	Тепловое сопротивление, (м ² ·К) /Вт
Синтепон	0,01	78,0	0,49
Hollowfibre	0,01	135,8	0,417
Thinsulate	0,01	72,5	0,503

Таблица 1.12 – Поверхностная плотность некоторых современных утепляющих материалов [102]

Наименование	Поверхностная плотность, г/м ²
LENTEX S.A. LUBLINIEC	218
Tehermium	159
Шерстон	262
Синтепон 200	209
Файбертек 200	241
Шелтер	219

При многочисленных положительных качествах (антиаллергенность, минимальная гигроскопичность, привлекательная цена и др.), синтетические материалы, применяемые в качестве утеплителя для одежды, по удельным показателям теплопроводности уступают пуху.

Для устранения недостатка и возможности проектирования максимально рационального пакета одежды производители утеплителей прибегают к изобретению синтетических аналогов пуху.

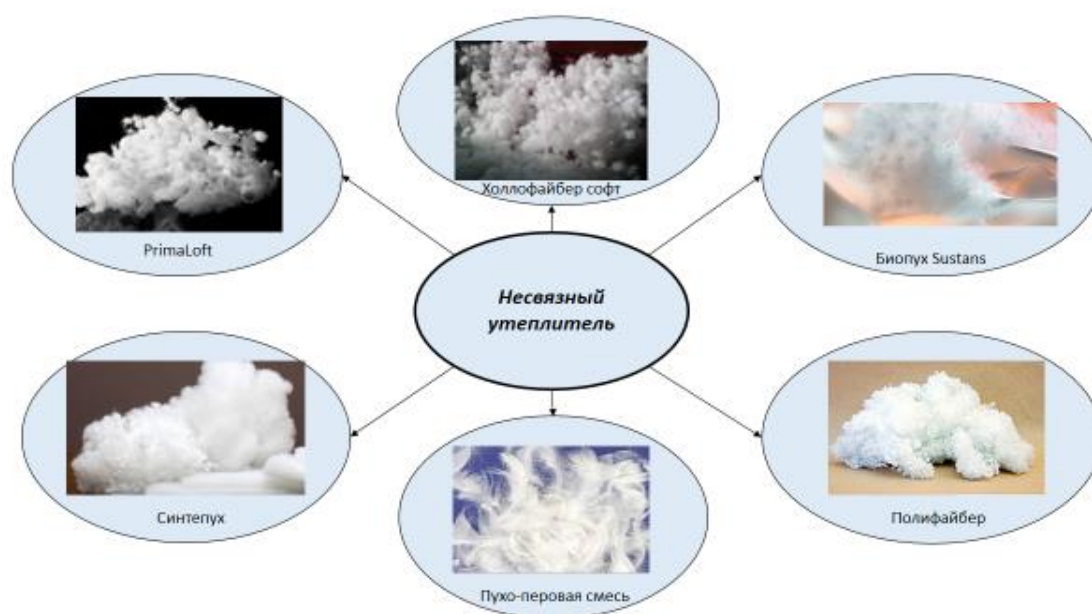


Рисунок 1.15 – Варианты несвязных утеплителей для одежды

Эти синтетические утеплители произведены из волокон, скрученных в форме шариков или пружин, которые не сообщаются между собой и имеют полости. Именно поэтому изделие хорошо держит форму и сохраняет тепло. Варианты несвязных синтетических утеплителей представлены в соответствии с рисунком 1.15.

Перспективным направлением при проектировании и производстве теплозащитной одежды является использование в качестве утеплителя смеси пухоперовой массы водоплавающих птиц с различными синтетическими компонентами [62], что позволит сохранить прекрасные свойства пуха при минимизации его слабых сторон (высокая гигроскопичность, миграция волокон и истирание в процессе эксплуатации).

Учитывая характеристики пухоперовой смеси и синтетических материалов для применения их в качестве утеплителя теплозащитной одежды с широким диапазоном климатического использования, а также принимая во внимание необходимость уменьшить стоимость готового изделия теплозащитной одежды для конечного потребителя необходимо создание и исследование свойств композиционных несвязных утеплителей на основе перопуховых смесей [113,114,115,116] в многообразных вариациях состава сырья, в том числе и с введением в состав смеси синтетической компоненты [117].

Получение несвязного композиционного утеплителя опирается на свойства используемых компонент для смешивания. При изготовлении НКУ смешиваются материалы, обладающие различными структурными, аэродинамическими, физическими свойствами. Для производства несвязного композиционного утеплителя базовой компонентой является пух. В качестве синтетической компоненты используют самостоятельные шарики и спиральные пружины, штапельные и шерстяные волокна или чипсы, нарезанные из нетканого волокнистого полотна, обладающего отличными от пухо-перовой смеси структурными свойствами. Штапельные волокна, как правило, имеют одинаковую длину, при этом отдельное штапельное волокно имеет отличную от единичной бородки пуха аэродинамику. Чипсы, нарезанные из нетканого полотна, состоящие

из термоскреплённых волокон различного типа, в процессе аэрации могут структурно разрушаться, кроме того, можно ожидать, что скорость витания чипсов будет отличной от пуха, в силу различия плотностей.

В работе при создании НКУ в теплозащитной одежде для промышленных альпинистов, при выборе синтетической компоненты для смешивания с перопуховой смесью использовались знания полуэмпирических зависимостей, которые позволили определить требуемые характеристики материала по заданным значениям, которые в наилучшей степени подходят для удовлетворения эксплуатационных характеристик теплозащитной одежды. Так как на теплозащитную одежду оказывают сильное давящее усилие лямки страховочной системы, то определяющим критерием к волокнистой компоненте НКУ является упругость, взбиваемость, возможность многократного сжатия и восстановления с минимальной потерей первоначальной упругости.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

1. На основании изученных условий работы промышленных альпинистов и факторов, оказывающих влияние на их здоровье и жизнедеятельность, определён спектр возможных профессиональных заболеваний, обозначена необходимость создания комфортных условий для работы промышленных альпинистов при низких температурах в открытой среде с уменьшением тепловых потерь и сохранения здоровья.

2. По результатам изученных литературных источников и статистических данных проведён комплексный анализ выбранного направления исследований. Установлено, что нормативно-правовая база, регламентирующая сферу деятельности промышленного альпинизма, в настоящее время требует дальнейшего совершенствования. Вопросы охраны труда, касаются в основном обеспечения безопасности работ, и не устанавливают гигиенических правил и требований к теплозащитной одежде, которые бы снизили риск возникновения

профессиональных заболеваний. Это повышает индивидуальную необходимость промышленных альпинистов заботиться о своей безопасности, в частности тепловой защите.

3. Установлено, что трудовая деятельность промышленных альпинистов, выполняющих работу в безопорном пространстве при пониженных температурах окружающей среды сопряжена с рядом опасных производственных факторов. Доказано отрицательное влияние на здоровье страховочной системы, вследствие передавливания вен и артерий, а также пакета теплозащитной одежды, что создаёт дополнительные тепловые потери.

4. Установлено, что на внутренний конвективный теплоперенос отрицательно влияют утягивающие элементы верхней теплозащитной одежды, что проявляется в снижении тепловой защиты человека.

5. По результатам обзора аналогов одежды для защиты от холода, патентного анализа средств защиты промышленных альпинистов от пониженных температур выявлена необходимость создания теплозащитной одежды с возможностью её интеграции со страховочной системой.

6. На основании анализа различных видов утеплителей и состава утеплителей сделан вывод о том, что перспективными являются несвязные композиционные утеплители с использованием смесей пуха водоплавающей птицы и волокнистых материалов различного происхождения. Обоснована необходимость разработки и исследования несвязных композиционных утеплителей, состоящих из пуха и синтетической волокнистой компоненты.

1.7 Постановка целей и задач диссертационного исследования

На основе анализа нормативно – правовой базы, действующей в сфере промышленного альпинизма, литературных источников и патентного обзора, поставлена цель диссертационной работы – разработка научно обоснованных подходов к конструированию одежды для защиты от холода работников

промышленного альпинизма, отвечающей требованиям эксплуатационного, гигиенического и экономического характера.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи диссертационного исследования:

- провести анализ нормативно – правовой базы, регламентирующей деятельность в сфере промышленного альпинизма;
- провести исследования свойств несвязных композиционных утеплителей для прогнозирования их физико – механических характеристик;
- выполнить математическое моделирование тепловых потерь системы «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда»;
- провести экспериментальные исследования теплофизического состояния человека в безопорном пространстве в условиях пониженных температур;
- разработать конструкцию, изготовить и испытать в натурных условиях шорты – «самосбросы», позволяющие обеспечить оптимальную тепловую защиту человека при выполнении трудовых функций.

На рисунке 1.16 представлена общая структура задач, решение которых осуществлено в диссертации.

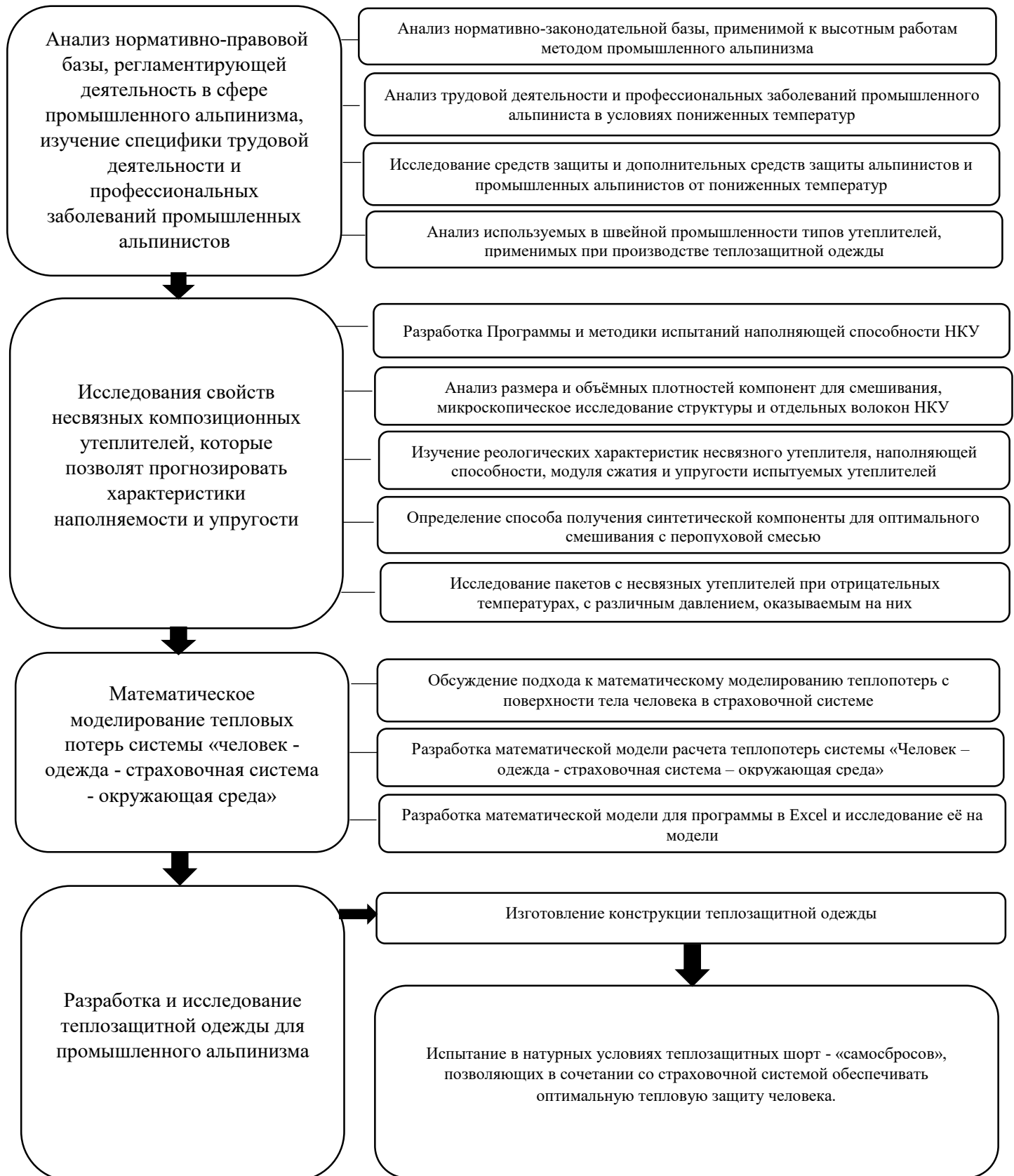


Рисунок 1. 16 – Общая схема исследования и разработки теплозащитной одежды для промышленных альпинистов

ГЛАВА 2 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕСВЯЗНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ

2.1 Разработка «Программы и методики испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» (Мини FP)

В процессе выполнения большого числа лабораторных испытаний с несвязными композиционными утеплителями возникла экономическая необходимость по снижению массы пробы для проведения этих испытаний. Высокая стоимость испытуемого сырья ограничивает производителей в выполнении многочисленных исследований наполняющей способности (FP) и упругости.

Изначально экспериментальные исследования проводились по методике европейского стандарта EN 12130:1998E [118]. Но для осуществления серии экспериментов необходимо было много пухо–перовой смеси, которая подвергалась смешиванию с синтетическими компонентами в различных процентных соотношениях, что с экономической точки зрения являлось неприемлемым препятствием ввиду дороговизны первого. Для решения этого вопроса совместно с Федеральным бюджетным учреждением «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Ростовской области» была разработана и протестирована «Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей», Мини FP. Такая методика позволяет проводить испытания наполняющей способности аналогично методике, изложенной в EN 12130:1998E, но с использованием меньшей массы проб испытуемых образцов и уменьшенного размера испытательного и вспомогательного оборудования [119], (Приложение Б). Характеристики методик по EN 12130:1998E и Мини FP приведены в таблице 2.1.

Критерии подобия разрабатываемой методики подбирались расчётным путём пропорционально уменьшенной массы плунжера. Экспериментальным путём

установлено, что наименьшее расхождение по измеренным показателям наполняющей способности и упругости НКУ зафиксировано, когда масса испытуемого образца по методике Мини FR равна 2 грамма.

Таблица 2.1 – Параметры испытательного оборудования и сырья [119]

Наименование характеристики, единица измерения	По EN 12130: 1998E	По методике Мини FR
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

Для установления равнозначности и валидности разработанной методики Мини FR и методики европейского стандарта EN 12130:1998E, а также выяснения относительного расхождения между ними, в экспериментальных лабораторных условиях были выполнены сравнительные исследования по определению наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей на основе пуха и полиэфирных волокон.

Для их проведения применялось два вида пуха: утиный пух (наполняющая способность, FR, 550), гусиный пух (наполняющая способность, FR, 550) и полиэфирное волокно, рисунок 2.1. Изготавливалась смесь, несвязный композиционный материал, в разных пропорциях, а именно, пух/полиэфирное волокно: 90/10; 80/20; 70/30; 60/40; 50/50; 40/60; 30/70; 20/80; 10/90 и 100/0 [119].



Рисунок 2.1 – Внешний вид исследуемых образцов: пух утиный белый (слева) и аэрированное полиэфирное волокно – справа [119]

FP – безразмерный параметр, который характеризует объём навески испытуемого образца. Наполняющая способность (FP) по EN 12130:1998E рассчитывается по формуле:

$$FP = \frac{S_{\text{осн.ст}} \cdot h_1}{16,39}, \quad (2.1)$$

где $S_{\text{осн.ст}}$ – площадь основания стакана, равная 624 см^2 ;

16,39 – коэффициент перевода, см^3 .

Наполняющая способность (FP) по методике Мини FP рассчитывается по формуле:

$$FP = \frac{1}{2} \cdot \frac{h_1 \cdot S_{\text{осн.ст}} \cdot 28,35}{16,39}, \quad (2.2)$$

где h_1 – высота столба испытуемого образца в цилиндрическом стакане после воздействия стандартной нагрузки;

$S_{\text{осн.ст}}$ – площадь основания стакана, равная $153,86 \text{ см}^2$;

28,35 г – масса испытуемого образца по EN 12130:1998E;

2 г – масса испытуемого образца по методике Мини FP;

16,39 – коэффициент перевода, см^3 .

Для обработки результатов измеряется начальная высота столба ИО, h_0 , высота столба ИО после воздействия стандартной нагрузки, h_1 , высота столба ИО

после снятия стандартной нагрузки, h_b , отношение высоты ИО во время приложения нагрузки к высоте ИО после снятия нагрузки h_1/h_b , отношение высоты ИО после снятия нагрузки к высоте до приложения нагрузки, h_b/h_0 , отношение восстановленной высоты после снятия нагрузки к высоте столба ИО при нагрузке h_b/h_1 . По измеренным параметрам определяются модуль Юнга для режима сжатия испытуемого образца E_0 по формуле 2.3 и для режима восстановления E_b по формуле 2.4 соответственно.

$$E_o = \frac{14,7 \cdot h_0}{(h_0 - h_1)}, \text{ Па}; \quad (2.3)$$

$$E_b = \frac{14,7 \cdot h_b}{(h_b - h_1)}, \text{ Па}. \quad (2.4)$$

На рисунке 2.2 представлены два разных цилиндрических стакана для определения наполняющей способности: на рисунке 2.2 а) – по методике европейского стандарта, диаметром 290 мм, на рисунке 2.2 б) – по методике уменьшенного количества массы пробы, диаметром 145 мм.



А



Б

Рисунок 2.2 – Стаканы для определения ФР пуха: А) – по методике EN 12130 (диаметр стакана 290 мм, высота 500 мм), Б – по методике Мини ФР (диаметр стакана 145 мм, высота 250 мм)

По полученным значениям, представленным в таблице В.1, В.2 Приложения В, построены графики, рисунок 2.3, наполняющей способности НКУ по эксперименту со смесью утиный пух/полиэфирное волокно, рисунок 2.4 наполняющей способности НКУ по эксперименту со смесью гусиный пух/полиэфирное волокно для всей линейки заявленных соотношений компонент, измеренных по двум методикам - по методике EN 12130 (Б.ст.) и Мини FP (М.ст.).

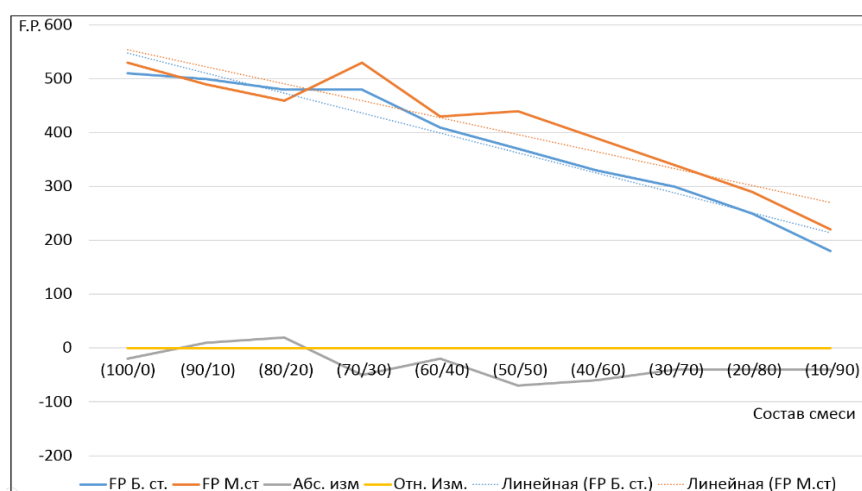


Рисунок 2.3 – Графики изменения наполняющей способности НКУ измеренной по методике EN 12130 (Б.ст.) и Мини FP (М.ст.) в зависимости от соотношения компонент – утиный пух/ПЭ [119]

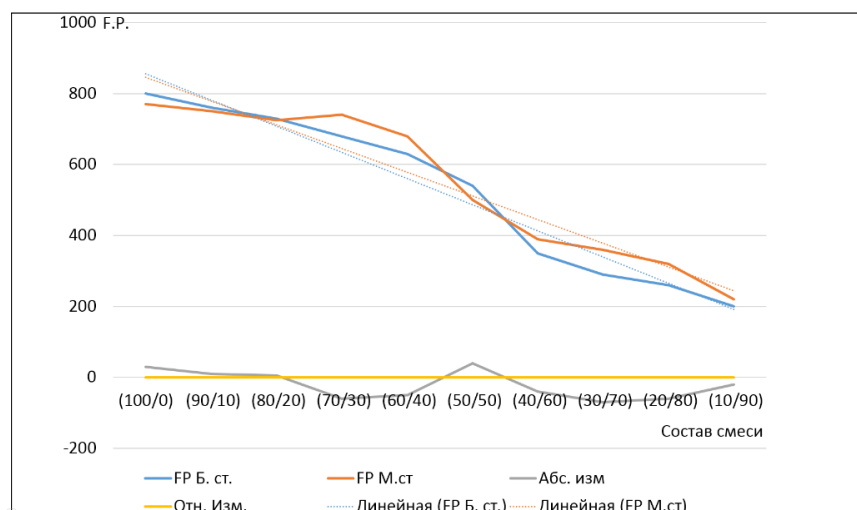


Рисунок 2.4 – Графики изменения наполняющей способности НКУ измеренной по методике EN 12130 (Б.ст.) и Мини FP (М.ст.) в зависимости от соотношения компонент – гусиный пух/ПЭ [119]

В графике линейной аппроксимации, рисунок 2.5, изображены усреднённые данные наполняющей способности НКУ (гусиный пух/ПЭ и утиный пух/ПЭ), также измеренных различными методами.

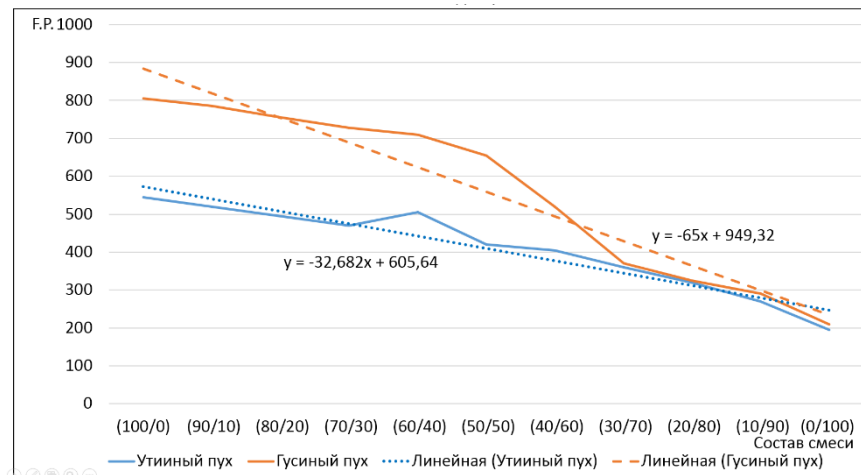


Рисунок 2.5 – Линейная аппроксимация усреднённых графиков изменения наполняющей способности НКУ гусиный пух/ПЭ, НКУ утиный пух/ПЭ [119]

Данные графиков свидетельствуют о том, что чем ниже в процентном соотношении содержание пуха в несвязном композиционном утеплителе (ниже 50 %), тем сильнее увеличиваются данные относительных расхождений измерений при использовании двух разных методик. Результаты измерения по различным методикам различаются в пределах 8 -10 %.

Графики рисунков 2.3, 2.4, 2.5 наглядно показывают закономерность, при которой с повышением концентрации полиэфирного волокна в смеси уменьшается наполняющая способность этой смеси. И наоборот, при уменьшении количества полиэфирного волокна повышается наполняющая способность. Наименьшее отклонение графиков изменения наполняющей способности для НКУ гусиный пух/ПЭ, НКУ утиный пух/ПЭ происходит в диапазоне 90/10 – 70/30 % [119].

В результате серии экспериментов установлено, что полиэфирное волокно в качестве синтетической компоненты для смешивания позволяет хорошо прогнозировать наполняющую способность несвязного композиционного утеплителя, а использование методики Мини FR позволяет проводить экспериментальные исследования с испытуемыми образцами в уменьшенном

количестве. Снижение наполняющей способности несвязного композиционного утеплителя в составе смеси пух/полиэфирное волокно пропорционально наполняющей способности пуха, применяемого для изготовления пакетов швейных изделий.

2.2 Перечень волокнистых компонент, используемых при разработке НКУ

Планируемый к разработке несвязный композиционный утеплитель представляет смесь пуха и волокнистого материала различной природы. На основании экспертной оценки был сформирован перечень материалов, которые в процессе экспериментальных работ возможно использовать для смешивания следующих компонент, таблица 2.2. В рамках данной диссертационной работы, введены понятия «чипсы», «кластеры», «шарики», характеризующие вид, размер и способ получения компонент для смешивания.

Таблица 2.2 – Виды компонент синтетических утеплителей для смешивания

№ п/п	Наименование разновидности материала для смешивания	Определение материала
1	Чипсы «эконом»	Полотно, порубленное на размеры, сопоставимые с размером пуха
2	Чипсы «стандарт»	Полотно, порубленное на размеры, сопоставимые с размером пуха, каландрированное с двух сторон
3	Чипсы «премиум»	Порубленное на размеры, сопоставимые с размером пуха, полотно каландрированное, с одной стороны
4	Кластеры	Фрагменты нетканого полотна, полученные методом отрыва от полотна
5	Шарики С	Шарики из силиконизированного волокна
6	Шарики П	Шарики из полого волокна
7	Шарики ПП	Шарики из дважды полого волокна
8	Шарики Ш	Шарики из шерсти

2.2.1 Анализ объёмных плотностей компонент

Пуховый наполнитель является несвязным материалом, обладающий упругостью (модуль Юнга) от 30 до 136 Па в различных системах измерения и для различных видов пуха. Соответствующими характеристиками упругости должен обладать и второй компонент для того, чтобы масса композиционного утеплителя была упруго однородной. В [120] представлены результаты исследования ЦНИИ Швейной Промышленности утеплителей Shelter Loft в сравнении с утеплителем Primaloft компании Albany International, таблица 2.3.

Таблица 2.3 – Сравнительные характеристики утеплителей Shelter Loft и Primaloft [120]

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Утеплитель Prima Loft One™ 170 г/м ²	Утеплитель Shelter Loft™ 167 г/м ²
1	Толщина, мм	5,90	5,98
2	Деформация сжатия	74	73
3	Устойчивость к многократному сжатию, %	71	70
4	Суммарное тепловое сопротивление, м ² ·°C/Вт	0,641	0,656

Утеплитель Shelter Loft™ обладает более высокими удельными характеристиками и имеет модуль упругости, соответствующий пуху. Пересчёт объёмной плотности для Shelter Loft™ составляет 2,792 кг/м³, Насыпная плотность гусяного пуха с FP = 950 в стакане для измерения наполняющей способности составляет 0,87 кг/м³. При давлении 14,7 Па плотность такого пуха увеличивается в 2 раза и составит 1,74 кг/м³. Для других видов пуха с наполняющей способностью около 500-600 единиц плотность под давлением будет составлять 2, 5 – 3,3 кг/м³, таблица 2.4.

Таблица 2.4 – Объёмная плотность различных утеплителей

Вид пуха	m, г	h ₀ , см	h ₁ , см	FP	Объёмная плотность, ρ кг/м ³ , насыпная	Объёмная плотность, ρ кг/м ³ , при давлении 14,8 Па
Гусь	28,35	50	25	950	0,87	1,74
Утка	28,35	31	13	500	1,4	3,34
Гага	28,35	35	17	650	1,24	2,56
Казарка	28,35	30	14,5	550	1,45	3,00
Shelter Loft					2,792	

Если считать, что между компонентами пуха и синтетического материала будет отсутствовать механическая связь то необходимо, чтобы их объёмные плотности совпадали во всем диапазоне эксплуатационных воздействий. Механическая связь, соответственно, улучшит гомогенность смеси в течение продолжительного времени.

Таким образом, компоненты для смешивания должны иметь приблизительно одинаковую объёмную плотность и модуль упругости.

2.2.2 Анализ размера компонент

Пушины водоплавающей птицы представляют собой множество боронок, закреплённых на одном коротком стержне. На рисунке 2.6 представлена утиная пушина, вид через оптический микроскоп.

Во всех типах пушин общие формы приблизительно сферические, несмотря на разнообразие размеров пера. В среднем пушины имеют радиус 10 – 15 мм. Соответственно, элементы второй компоненты должны соответствовать этому размеру.

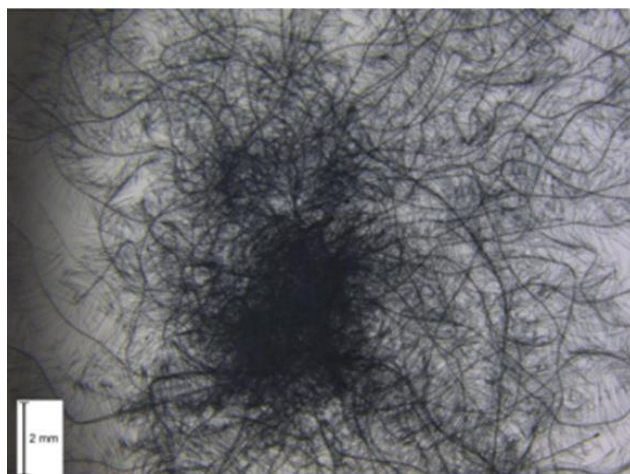


Рисунок 2.6 – Фотография утиной пушины [66]

Несмотря на то, что упругость компонента скорее всего будет отличаться от упругости единичной пушины, можно ожидать, что на поверхности покровной ткани не будут видны неоднородности массы НКУ.

2.3 Определение синтетического материала для смешивания на основе его геометрических (формообразующих) данных

Геометрические размеры компоненты смеси должны совпадать по размерам с пушиной, её сжатие и восстановление, а также наполняющая способность, должна быть максимально близка к перопуховой смеси.

Необходимо обосновать трансформацию нетканого материала в несвязный утеплитель путём его измельчения, провести изучение реологических характеристик, сжатия и восстановления материала и измерить его наполняющую способность, а также установить необходимые геометрические размеры синтетической компоненты для смешивания.

2.3.1 Микроскопическое изучение структуры и волокон несвязных утеплителей различных видов и фирм производителей

Для проведения лабораторных исследований по установлению оптимальных размеров длин волокон в чипсах, отобраны четыре вида синтетических утеплителей: Shelter® Loft и Shelter® Tour (компания «Весь мир») [121,122], а также Синтепон–150 и Синтепон–200 [123]. Характеристики и химический состав волокон указаны в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Характеристики и химический состав волокон каждого утеплителя

Наименование	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, см	Состав волокна	Теплосохраняющая способность*	
				Clo	Rct=m ² ·K/Вт
Shelter® Loft	100	1,5	100% тонковолокнистый силиконизированный полиэфир [122]	2,06	0,37
Shelter® Tour	100	1,5	100% полиэфирное волокно [121]	2,06	0,32
Синтепон - 150	150	1,5	100% полиэстер [123]	-	-
Синтепон - 200	200	2	100 % полиэстер [123]	-	-

*Указанные параметры представляют средние значения по совокупности партий на дату обращения к публикации, Clo = 0,155m²·K/W.

Установление геометрических характеристик образцов размером 10×10 мм².

Для проведения исследования были отобраны четыре вышеописанных утеплителя. Из полотна каждого образца нарезаны чипсы в виде прямоугольных параллелепипедов с основанием 10×10 мм² в количестве пять штук (рисунок 2.7). Далее каждый чипс взвешивался и разбирался на волокна. Устанавливались максимальная и минимальная длина волокон в одном образце. По результатам пяти замеров разных чипсов одного образца устанавливались среднеарифметические значения искомых параметров в соответствии с таблицей Г.1 и Г.2 Приложения Г.

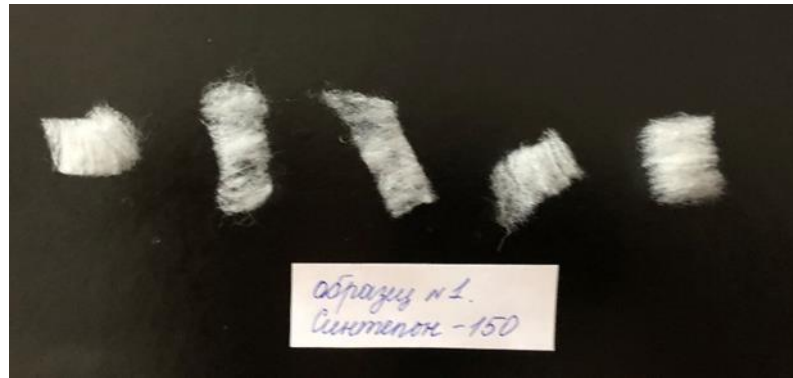


Рисунок 2.7 – Пример отбора пяти проб для одного образца Синтепон-150

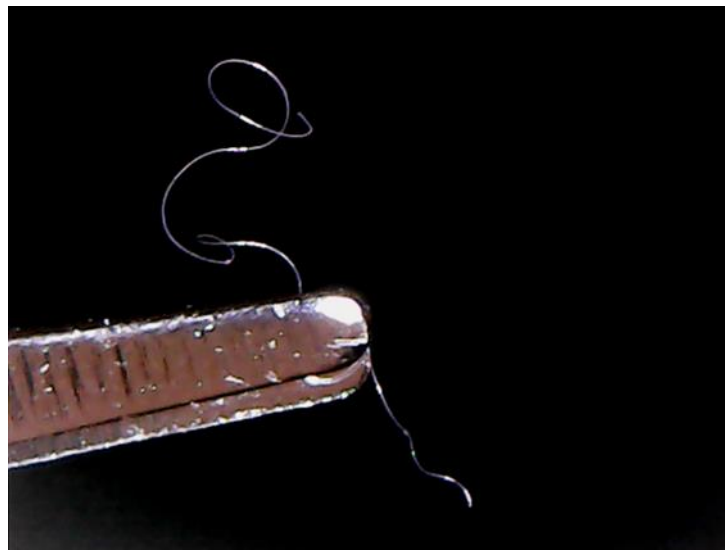


Рисунок 2.8 – Вариант фрагментов волокон около 10 мм

В результате измерений установлено, что в образцах утеплителей Синтепон–150, Синтепон–200 и Shelter® Tour длина волокон приблизительно одинакова. Около половины волокон составляют сравнительно небольшие фрагменты, около 10 мм, которые попали прямой линией от среза до среза (рисунок 2.8). Далее были найдены и измерены скрученные и склеенные нити волокон, длина таких волокон от 35 мм (рисунок 2.9), до 70 мм (рисунок 2.10). Максимально короткими были волокна размером 3 мм.

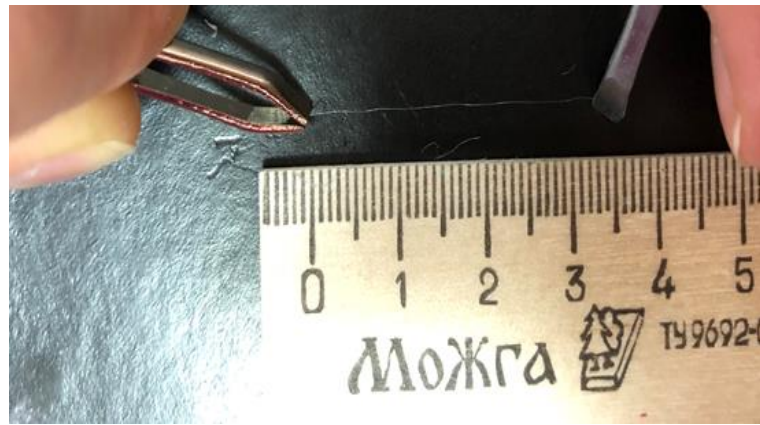


Рисунок 2.9 – Волокна длиной около 35 мм



Рисунок 2.10 – Волокна максимальной длины 70 мм

В отличие от описанных выше волокон утеплителей, четвертый утеплитель, Shelter Loft™, оказался намного мягче, так как волокна его ультратонкие. В результате этого максимальная длина таких волокон несколько меньше, чем у предыдущих образцов, и в среднем составляет 35 мм.

Особые свойства Shelter Loft™ обуславливаются использованием ультратонкого микроволокна (рисунок 2.11). В процессе производства образуется большее количество «изолированных ячеек» с воздухом на единицу объёма по сравнению с материалами из обычных волокон. Это позволяет использовать одежду и снаряжение с утеплителем Shelter Loft™ даже при самых низких температурах.

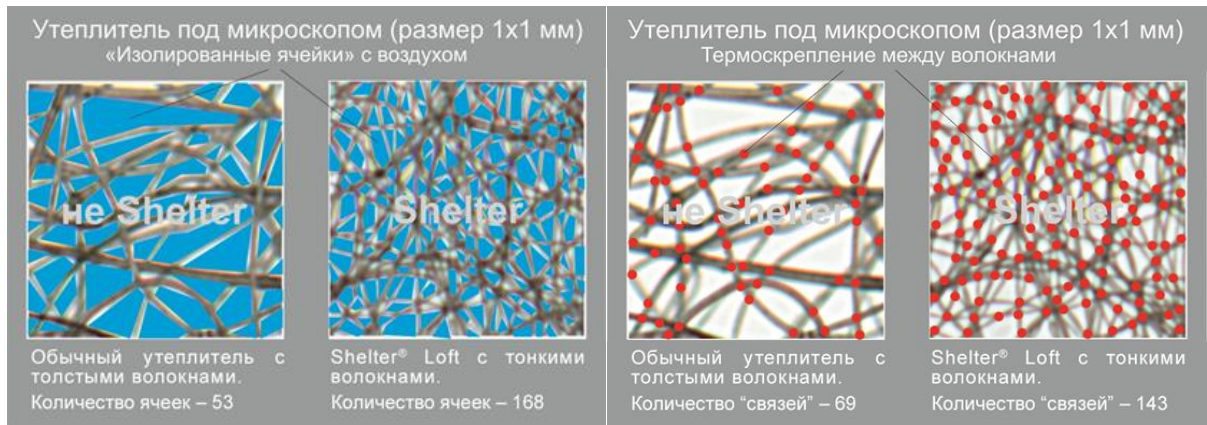


Рисунок 2.11 – Микроволокна Shelter Loft™ под микроскопом [122]

В результате проведенных исследований установлено, что волокна в утеплителях Синтепон–150, Синтепон–200 и Shelter Tour™ тонковолокнистые, но довольно прочные, и средняя максимальная длина их составляет 65 мм. Четвертый образец Shelter Loft™ состоит из ультратонких волокон, поэтому они тоньше и короче других образцов, наибольшая длина – 38 мм. Максимально длинные волокна во всех четырех образцах чипсов размером $10 \times 10 \text{ мм}^2$ встречаются, но их сложно определить ввиду большой скрученности и термосклеенности между собой. Около половины волокон во всех образцах имели длину около 10 мм, что соответствует длине испытуемого образца в виде чипса размером $10 \times 10 \text{ мм}^2$. Также стоит отметить следующее физико – механическое свойство волокон во всех образцах: после из распрямления для замера они более не приобретали первоначальный скрученный вид, а оставались в виде прямой линии. Кроме того, наблюдалось, что все испытуемые образцы после того, как их разрезали на чипсы известного размера, достаточно быстро расслаивались и теряли форму параллелепипедов.

Установление геометрических характеристик образцов размером $20 \times 20 \text{ мм}^2$.

Аналогично первому эксперименту, был проведен второй. Для проведения исследования были отобраны четыре вышеописанных утеплителя. Из полотна каждого образца были нарезаны чипсы в виде прямоугольных параллелепипедов с основанием $20 \times 20 \text{ мм}^2$ в количестве пять штук (рисунок 2.12). Далее каждый чипс взвешивался и разбирался на волокна. Устанавливались максимальная и минимальная длина волокон в каждом образце. По результатам замеров всех пяти

чипсов каждого образца устанавливались среднеарифметические значения искомых параметров (таблица Г.2 Приложения Г).

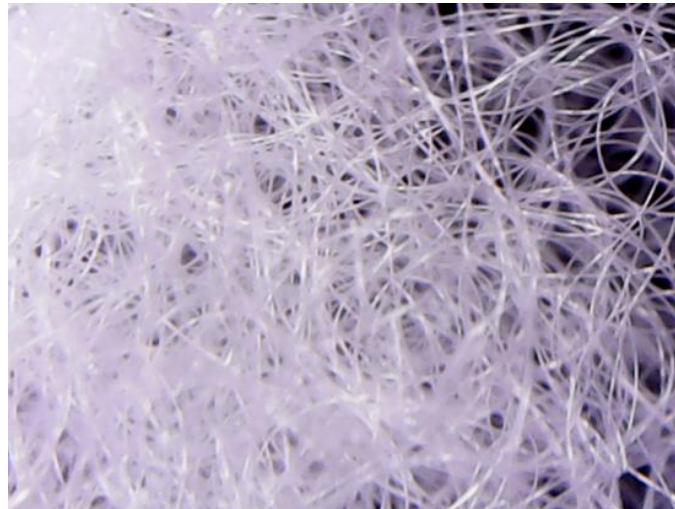


Рисунок 2.12 – Образец утеплителя из второго эксперимента, вид под микроскопом

По результатам измерений определено, что при увеличении размера чипса в два раза длина волокна увеличивается непропорционально размеру чипса. Большинство волокон имели длину в пределах 20-30 мм, что соотносится с размерами чипсов с учетом небольших загибов волокна. Максимально длинные волокна определены в образце №3 (Shelter TourTM), их длина составила 95 мм.

На основании проведённых исследований установлено, что увеличение размера чипса не влияет на длину волокон в нём, а нарезанный нетканый материал на отдельные фрагменты в виде прямоугольных параллелепипедов при вмешательстве извне быстро распадется и не держит форму. Рекомендовано использовать размер чипс при нарезке $15 \times 15 \text{ мм}^2$.

2.4 Изучение реологических характеристик синтетических компонент в регулярной структуре

Чтобы понять, как будут меняться характеристики нетканого полотна, при его разрезании/разрывании и насколько изменится наполняющая способность

нетканого полотна в регулярной структуре, в виде отдельных фрагментов, полученных разными способами, в составе смеси с пухом, необходимо проанализировать алгоритм перехода нетканого полотна в несвязный утеплитель. То есть для того, чтобы иметь возможность смешивать пухоперовое сырье с иным, необходимо прежде изучить его характеристики деформации напряжения, упругие последствия после разрезания на отдельные объёмные чипсы кубической формы, так как нетканые полотна и несвязные утеплители – это отличные друг от друга материалы.

Измерения характеристик нетканых материалов проводятся по [90,124,125], в то время как упругие качества пуха устанавливаются на основании измерения наполняющей способности по европейскому стандарту – Fill Power (FP) [118]. Преобразование нетканого полотна в чипсы переводит структуру материала из нетканой в несвязную. Исследуем наполняющую способность массы чипсов, её сжатие и восстановление на основании первичных свойств нетканого материала.

В работах [126,127,128] описаны лабораторные исследования, направленные на разработку методики эксперимента, которая помогает сопоставить наполняющую способность исходного полотна и массы чипсов, полученных из него [119] по методике измерения FP [118], аналогично пуху.

Суть эксперимента состоит в измерении наполняющей способности синтетического утеплителя, разрезанного на фрагменты (чипсы), в виде прямоугольных параллелепипедов с основанием 20×20 мм² и высотой равной толщине полотна, но находящегося в первоначальной дискообразной форме. Каждый диск утеплителя массой 30 г, диаметром 290 мм [126], что соответствует цилиндрическому стакану, измельчался. Согласно [118] использовался стандартный метод определения наполняющей способности. Слои утеплителя, разрезанного на чипсы, но при этом сохраняя круглую первоначальную форму всей конструкции укладывались один на другой в пакет [126] (рисунок 2.13).

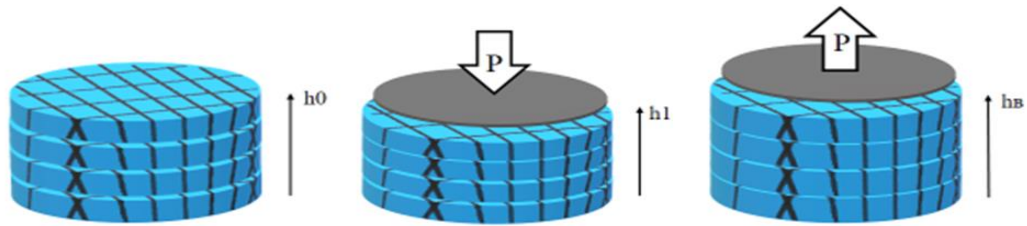


Рисунок 2.13 – Измерение наполняющей способности регулярной структуры нарезанных чипсов, где P – 14,7 Па – стандартное давление, оказываемое плунжером на испытуемый образец; h_0 – начальная высота утеплителя; h_1 – высота утеплителя с приложенной стандартной нагрузкой; $h_в$ – высота утеплителя после снятия стандартной нагрузки [126]

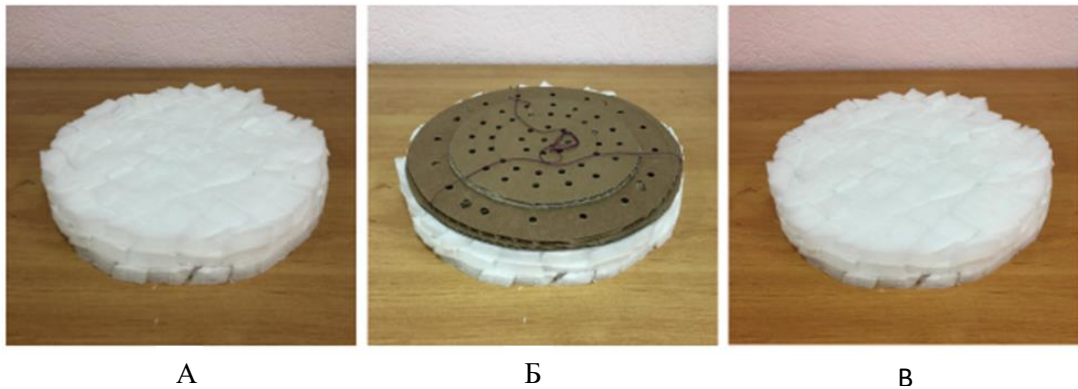


Рисунок 2.14 – Последовательность проведения измерений FP регулярной структуры чипсов на примере утеплителя Shelter micro (образец 5)

А) – измерение толщины пакета чипсов, Б) – измерение толщины диска при стандартном давлении 14,7 Па, В) – измерение толщины пакета после снятия нагрузки [126]

Алгоритм проведения измерений в этом эксперименте и последующих, описанных в данной работе состоит в следующих операциях: измерение базовой (начальной) высоты (h_0) перед оказанием давления, измерение высоты после сжатия образца (h_1), под давлением, измерение высоты образца после восстановления ($h_в$). Все данные при разных измерениях снимались по четырём точкам, соответствующей часовой позиции 3,6,9,12 часов на двенадцатичасовом циферблате. Давление, оказываемое плунжером на образец в течении 1,2 минут равно давлению атмосферы, 14,7 Па. Время восстановления испытуемого образца также 1-2 минуты. Такой способ измерений проводился по три раза на каждый из пяти видов утеплителя. Этапы проведения измерений показаны на примере образца 5 на рисунке 2.14 [126].

Расчёт проводился по формуле 2.1. По результатам измерений рассчитывалось среднеарифметическое значение.

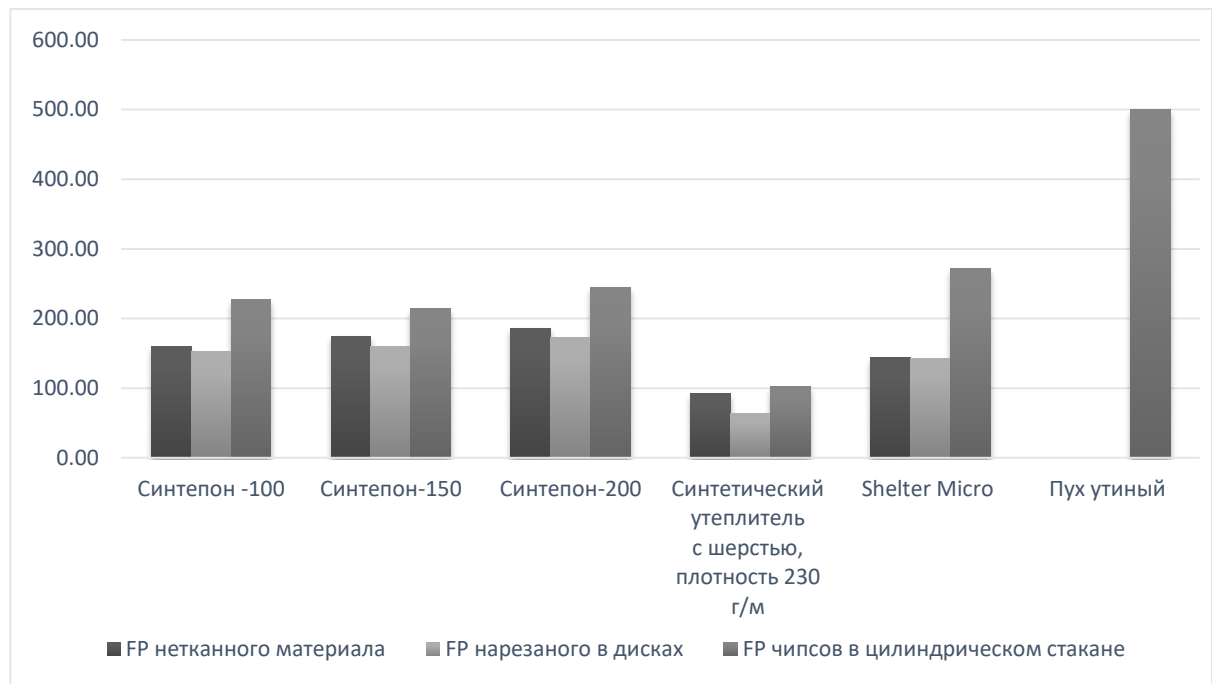


Рисунок 2.15– Величины наполняющей способности утеплителей различной структуры в сравнении с наполняющей способностью утиного пуха [126]

Для наглядности и сравнения на рисунке 2.15 указывается FP утиного пуха. Расчётные данные представлены в таблице Д.1 Приложении Д.

Из данных рисунка 2.15 следует, что наполняющая способность пакета нетканого полотна выше, чем наполняющая способность пакета, состоящего из чипсов. Это объясняется тем, что, нетканое полотно – это полиэфирное волокно, произведённое путём термической обработки (спеканием волокон) [126,129], которое может оказывать сопротивление нагрузке подобно консольным конструкциям. При разрезании диска на фрагменты повреждается связь волокон в этой конструкции на срезе и пакет становится менее упругим, изменяется структура его волокон и их линейные размеры, рисунок 2.16 [130].

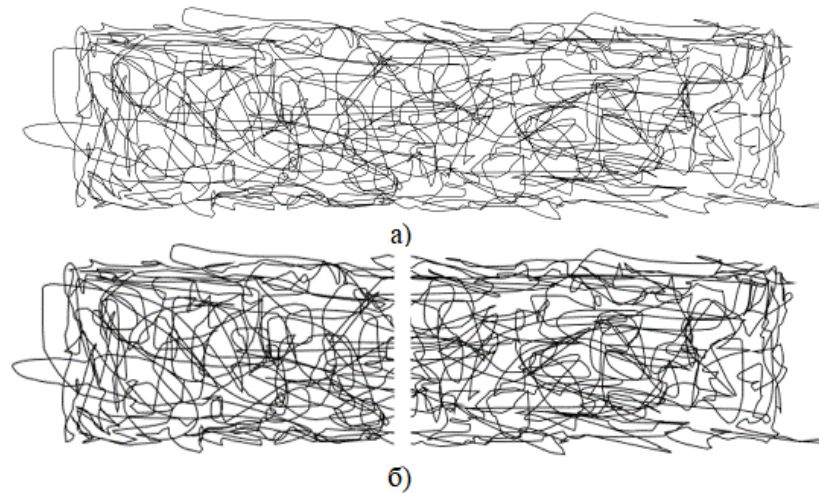


Рисунок 2.16 – Структура нетканого полотна, а) в целом виде; б) при разрезании на чипсы [126]

На основании проведенных экспериментов можно заключить, что трансформация нетканого полотна в несвязный материал, путем нарезки его на чипсы снижает наполняющую способность регулярной структуры чипсов (пакет из дисков, нарезанных на чипсы), однако не сформованная масса чипсов имеет более высокую наполняющую способность, чем регулярная структура [126].

Дальше рассматривалась зависимость изменения наполняющей способности нетканого полотна от средней фронтальной площади поверхности нарезанных из него чипсов в регулярной структуре [131].

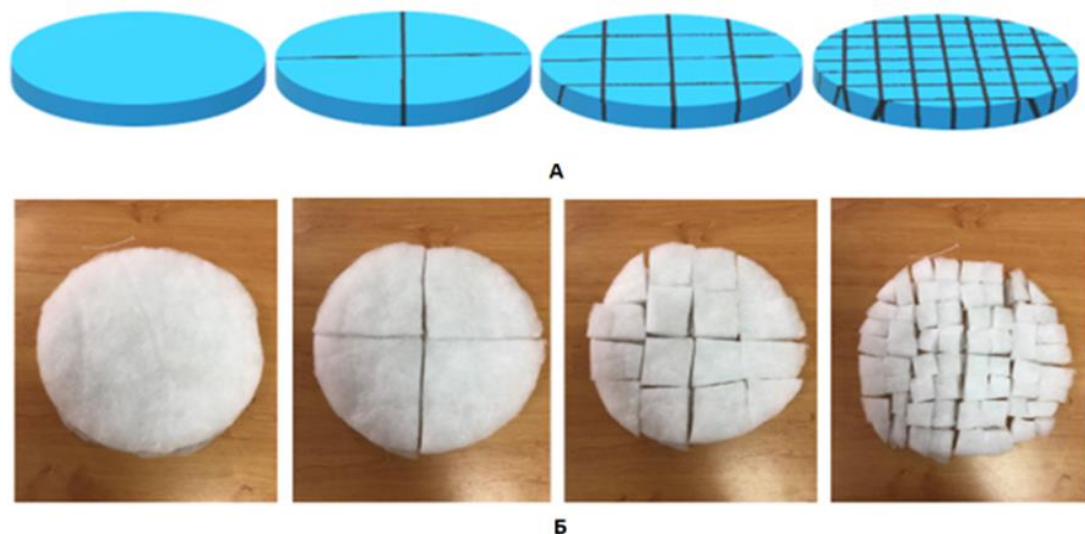


Рисунок 2.17 – Схема разрезания дисков на чипсы в регулярной структуре в составной диск [131]

Из каждого нетканого полотна синтетического утеплителя вырезались диски радиусом, соответствующим радиусу плунжера 144 мм, суммарной массой 30 г, согласно [118,131], которые разрезались последовательно на 4, 16, 64 части (рисунок 2.17). Для каждой нарезки однотипных дисков измерялась наполняющая способность в цилиндрическом стакане.

По результатам измерений определялось среднеарифметическое значение наполняющей способности по трём измерениям для каждого утеплителя и каждого комплекта пакетов. Согласно [131] FP определяется по формуле (2.1).

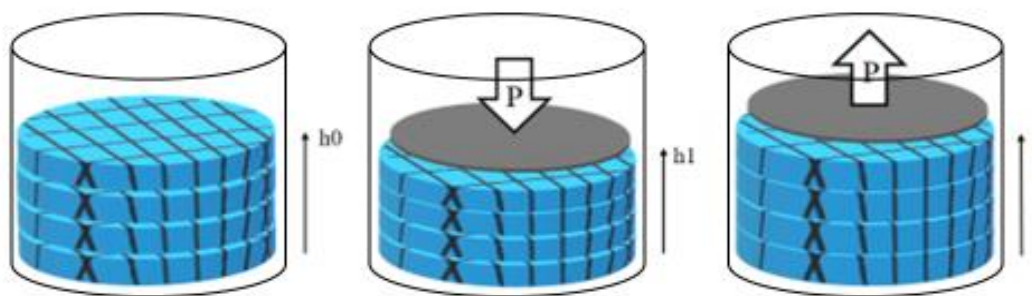


Рисунок 2.18 – Измерение наполняющей способности [131]

На рисунке 2.19 показан график зависимости наполняющей способности от средней поверхностной площади чипсов. Первоначальные данные для расчётов указаны в таблице Д.2 Приложения Д.

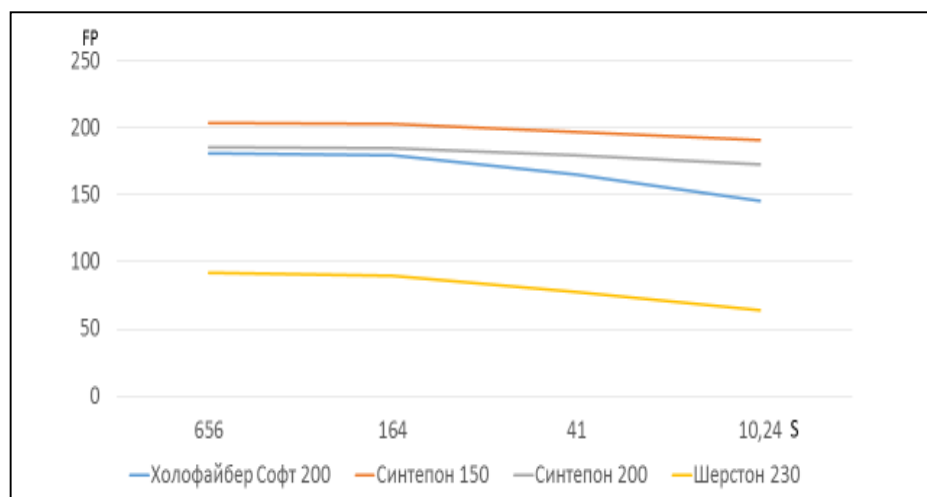


Рисунок 2.19 – Зависимость наполняющей способности, FP , от средней поверхностной площади чипсов, S , для нетканых полотен [131]

Как следует из графика, трансформация нетканого полотна в несвязный материал путём нарезки его на чипсы снижает наполняющую способность чипсов. Это связано с тем, что в процессе нарезки разрушается структура волокон нетканого полотна и волокна становятся более короткими [131].

Уменьшение наполняющей способности происходит не более чем на 20 % для Холлофайбер «Софт» и Шерстона, а для Синтепона, плотностью 150 г/м² и Синтепона, плотностью 200 г/м² снижение наполняющей способности не более чем на 10 %. Учитывая, что в смеси несвязного композиционного утеплителя пуха и иных синтетических волокон доля последних не превышает 30 %, то можно сделать вывод, что влияние изменения размеров чипсов из нетканого полотна на общую наполняющую способность НКУ будет незначительно. Требования к размеру чипсов будет определяться технологическими требованиями дозирующего оборудования для пуха [131].

2.5 Изучение реологических характеристик несвязного утеплителя

Данный блок испытаний направлен на обоснование сравнительных экспериментов, с помощью которых возможно определить степень изменения реологических характеристик при преобразовании нетканого полотна методом измельчения и нарезки на чипсы. Для этого в условиях лаборатории проведены испытания синтетических утеплителей. Испытания проводились по аналогу измерения Fill Power (FP) для пуха [119]. В работе [128] описывается пилотный эксперимент по методике, описанной в [118,132].

Схема проведения опыта по определению эквивалентной наполняющей способности нетканого материала представлена в соответствии с рисунками 2.20, 2.21.

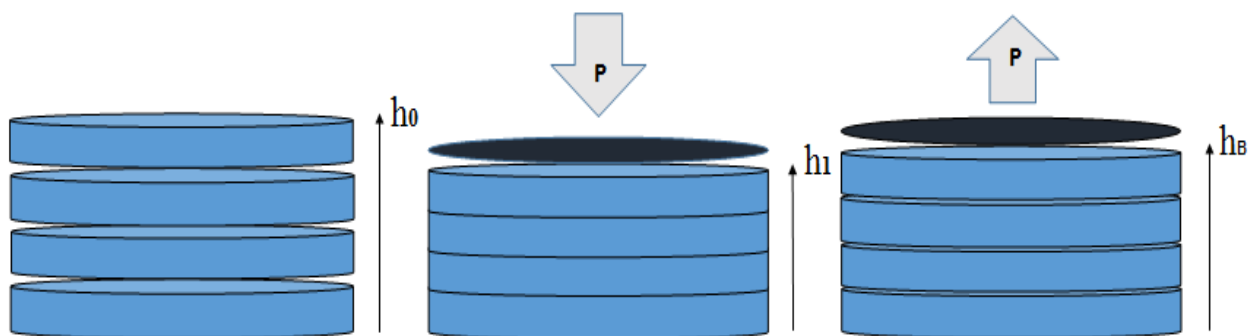


Рисунок 2.20 – Схема проведения опыта по определению эквивалентной наполняющей способности нетканого материала [128]: h_0 – начальная высота утеплителя; h_1 – высота утеплителя с приложенной стандартной нагрузкой; $h_{\text{в}}$ – высота утеплителя после снятия стандартной нагрузки

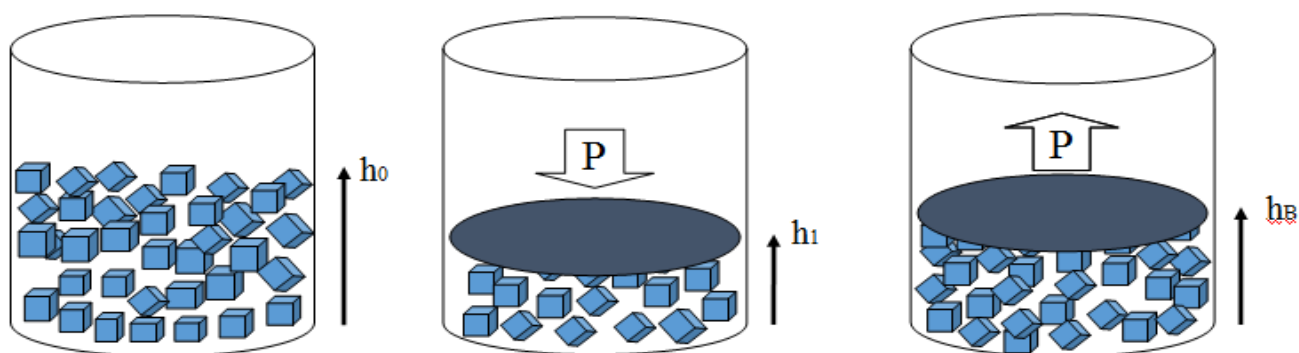


Рисунок 2.21 – Измерение наполняющей способности FP чипсов из различных нетканых материалов [128]

На рисунке 2.22 показаны измеренные и полученные величины наполняющей способности чипсов для исследованных видов утеплителей (синтепон, поверхностной плотностью 200 г/м^2 , синтепон, поверхностной плотностью 150 г/м^2 , шерстон, поверхностной плотность 230 г/м^2 в сравнении с утиным пухом [132]. Числовые значения расчётов приводятся в соответствии с данными Д.3, Приложение Д.

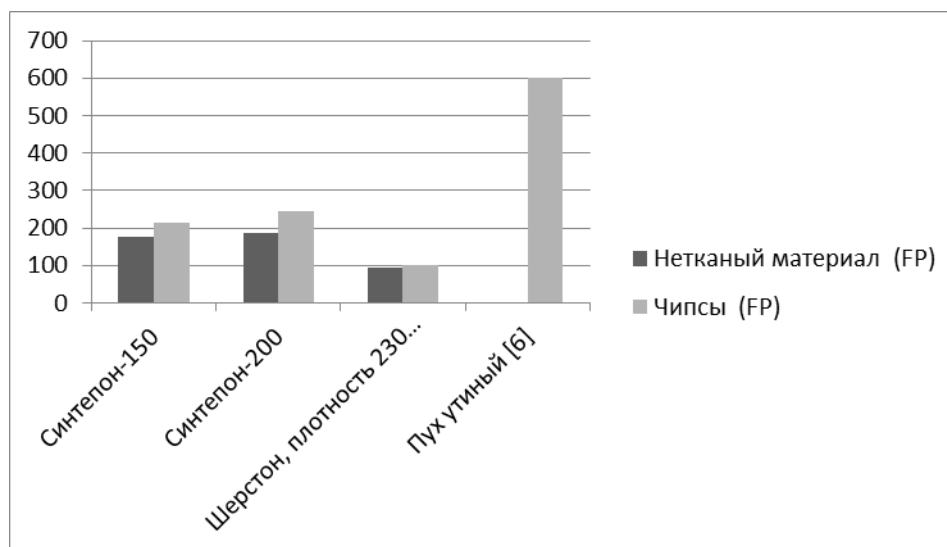


Рисунок 2.22 – Величины наполняющей способности утеплителей в сравнении с наполняющей способностью утиного пуха

Из графика следует, что трансформация нетканого материала в несвязный (при разрезании его на чипсы), приводит к повышению его наполняющей способности. Для того, чтобы композиционный утеплитель, состоящий из пуха и синтетических чипсов, обладал высокими наполняющими свойствами необходимо подбирать синтетический утеплитель с возможно большим FP [128].

2.5.1 Исследование реологических характеристик различных синтетических утеплителей

Для возможности смешивания пуха водоплавающих птиц с синтетической компонентой, необходимо выбрать максимально подходящий для смешивания синтетический утеплитель. Для этого в лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования синтетических утеплителей 12 торговых марок (таблица 2.6), различной плотности, состава, толщины волокон по методике, разработанной и применённой при лабораторных испытаниях в работе [119].

Таблица 2.6 – Характеристики испытываемых образцов синтетических утеплителей

№ п/п	Наименование синтетического утеплителя	Плотность г/м ²	Толщина, см	Состав
1	shelter optimum 200	200	2,0	100% тонкие высокоизвитые полые полиэфирные волокна
2	shelter optimum 150	150	1,7	100% тонкие высокоизвитые полые полиэфирные волокна
3	shelter optimum 100	100	1,3	100% тонкие высокоизвитые полые полиэфирные волокна
4	shelter sport 200	200	2,0	100% ультратонкие гидрофобные полиэфирные микроволокна
5	shelter sport 100	100	1,0	100% ультратонкие гидрофобные полиэфирные микроволокна
6	shelter loft 150	150	2,0	100% тонковолокнистый силиконизированный полиэфир
7	shelter tour 100	100	1,3	100% полиэфирные волокна
8	shelter tour 200	200	1,8	100% полиэфирные волокна
9	shelter merino 150	150	2,0	85% (70%) микроволоконный полиэфир, 15% (20%) мериносовая шерсть
10	shelter camel 150	150	2,0	85% (70%) микроволоконный полиэфир, 15% (20%) верблюжья шерсть
11	shelter micro 150	150	1,7	100% тонковолокнистый полиэфир (70% микроволокно)
12	shelter x-static 60	60	0,9	90% тонковолокнистый эфир, 10% волокон серебра X-STATIC

Подготовка образцов. Для проведения эксперимента использовались образцы из таблицы 2.6 массой 2 г, каждый утеплитель разрезался на чипсы в виде прямоугольных параллелепипедов с основанием 15×15 мм² и высотой равной толщине полотна. Затем образец помещался в цилиндрический стакан, диаметром 140 мм, накрывался крышкой из металлической сетки и подвергался трёхкратному аэрированию в течении 60 (±5) с. После этого образец из прямоугольных параллелепипедов трансформируется в несвязный материал рыхлой консистенции со свободными волокнами. Затем он удалялся из цилиндрического стакана и помещался в ёмкость для образца, и в обычных атмосферных условиях «отдыхал»

48 часов. Таким образом подготавливались все образцы, указанные в таблице 2.6. Вид каждого из испытываемых образцов после аэрации на рисунке 2.23.

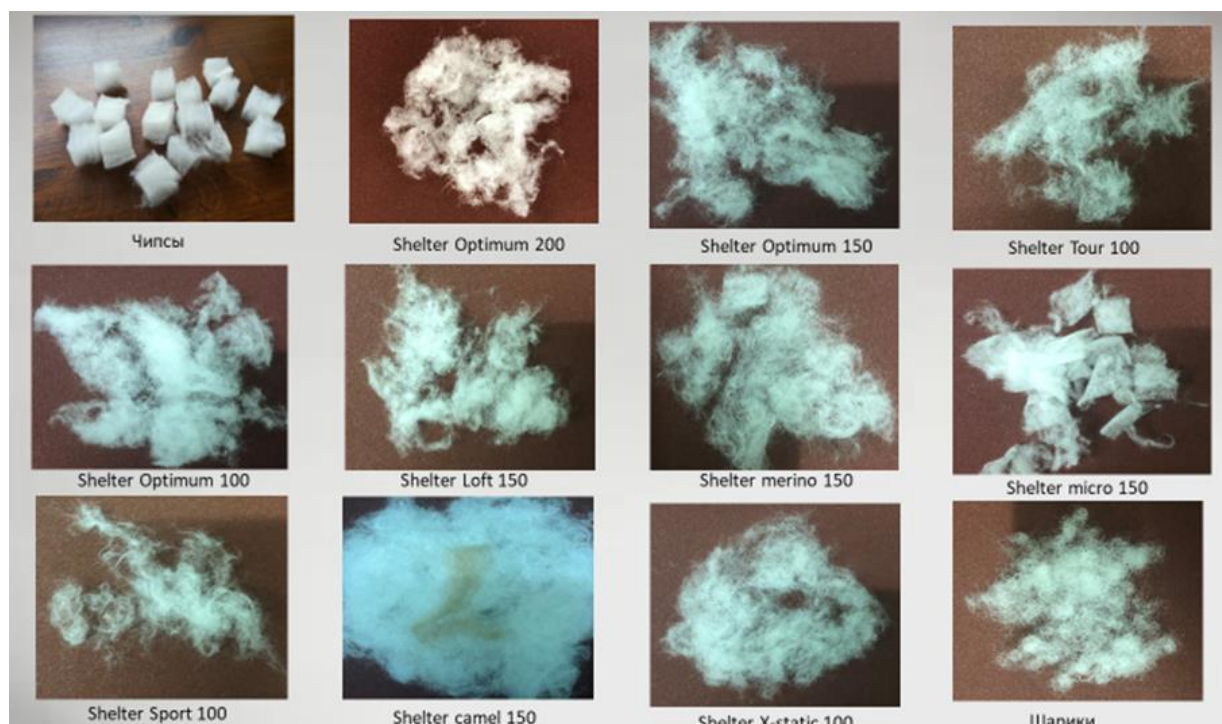


Рисунок 2.23 – Внешний вид синтетических утеплителей, подвергнутых трёхкратному аэрированию

По измеренным параметрам определялись наполняющая способность (FP) (2.2), модуль Юнга для режима сжатия испытываемого образца – E_0 , (2.3) и для режима восстановления E_v , (2.4) соответственно.

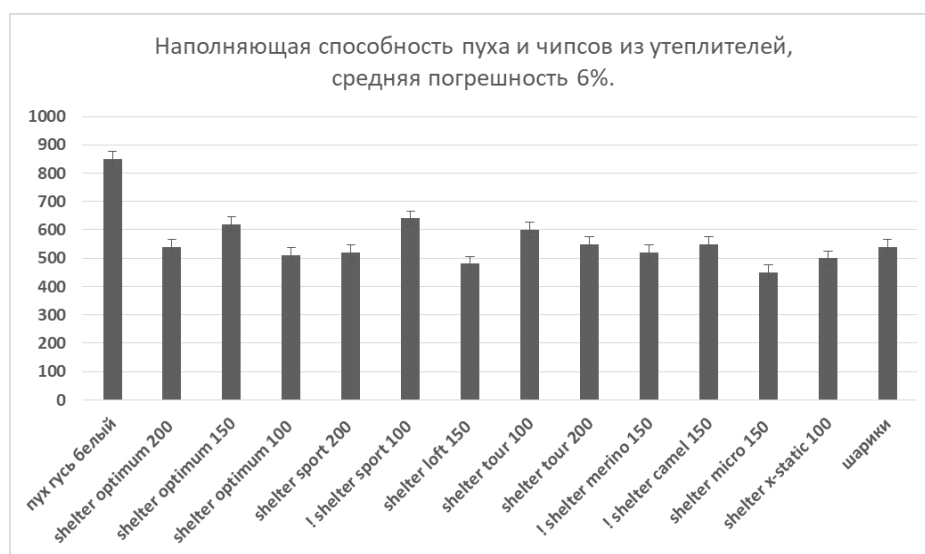


Рисунок 2.24 – Результаты измеренной наполняющей способности (FP) испытываемых образцов

Результаты измеренной наполняющей способности (FP) испытуемых образцов показаны на рисунке 2.24, числовые данные для расчётов приведены в таблицах Д.4 – Д.7 Приложения Д.

Результаты модуля Юнга для режима сжатия испытуемых образцов показаны на рисунке 2.25, числовые данные для расчётов приведены в таблицах Д.6, Д.8, Д.9 Приложения Д.

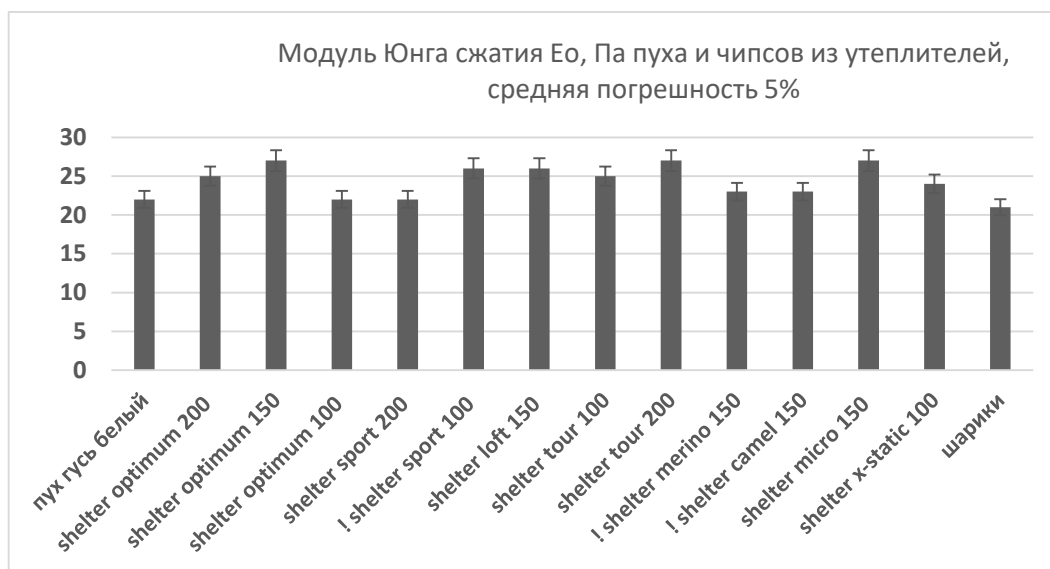


Рисунок 2.25 – Результаты модуля Юнга для режима сжатия испытуемых образцов



Рисунок 2.26 – Результаты модуля Юнга для режима восстановления испытуемых образцов

Результаты модуля Юнга для режима восстановления испытуемых образцов показаны на рисунке 2.26, числовые данные для расчётов приведены в таблицах Д.6, Д.10, Д.11 Приложения Д.

В результате проведённых лабораторных исследований, наиболее высокие результаты наполняющей способности показали образцы под торговым названием Shelter sport 100, наиболее низкие у Shelter micro 150. Чтобы объяснить эти значения, необходимо рассмотреть более подробно состав испытуемых образцов. Shelter sport 100 состоит из 100 % гидрофобных ультратонких полиэфирных микроволокон. Сочетание микроволокон разной толщины повторяет структуру натурального пуха, обеспечивая высокие свойства компрессионной объёмности, что позволяет волокнам сохранять свою форму. К тому же данный образец хорошо поддается аэрации, в плотности 100 г/м^2 и размером прямоугольных параллелепипедов $15 \times 15 \text{ мм}^2$, что даёт возможность хорошему расслаиванию чипсов на отдельные волокна. Наименьшая наполняющая способность Shelter micro 150 обусловлена каландрированием его с обеих сторон, что отрицательно сказалось на аэрации, не разбив на отдельные волокна эти слои, несмотря на то, что состоит испытуемый образец из 100 % тонковолокнистого полиэфира.

Выбирая лучший вариант для смешивания с пухо-перовой смесью следует обратить внимание на состав и волокна испытуемых образцов, которые подверглись аэрации. Образцы различной плотности под торговой маркой Shelter optimum, Shelter loft и Shelter tour сложно подвергались измельчению на отдельные волокна, оставались отдельными фрагментами, а Shelter optimum 200 подвергся сволачиванию волокон.

Хороший результат по переходу из нетканого полотна в несвязный материал и измельчению волокон до состояния пуха, на основании тактильных ощущений и лабораторных измерений показали образцы под торговыми марками Shelter merino, Shelter camel, Shelter x-static. Изготовленные из микроволоконного и тонковолокнистого эфира с добавлением различного вида шерсти и серебра, данные образцы показали хороший уровень распада на волокна. Примечательно, что испытуемые образцы, ранее уже подвергшиеся смешиванию, очень чётко

распадались на отдельные составные: шерсть выпадала на дно цилиндрического стакана, синтетические составляющие испытуемого образца располагались выше.

В результате проведённых лабораторных исследований, наиболее высокие результаты наполняющей способности показали образцы под торговым названием Shelter sport 100, наиболее низкие у Shelter micro 150. В тоже время, чипсы с термоскрепленными волокнами не сохраняют свою форму в сильном потоке воздуха, что приводит к снижению их наполняющей способности. Наибольшую устойчивость продемонстрировал каландрированный Shelter micro 150. На основании этого необходимо проработать вопрос получения синтетических компонент, как альтернативы чипсам из нетканого полотна.

2.5.2 Расчёт наполняющей способности НКУ по данным исходных материалов

Регулярное проведение лабораторных испытаний наполняющей способности смеси утеплителя приводит к дополнительным затратам. Поэтому в процессе выполнения цикла экспериментальных испытаний возникла идея расчётного прогноза наполняющей способности полученного НКУ с помощью имеющихся данным о наполняющей способности исходных материалов для смешивания [133]. Предложена формула для расчёта наполняющей способности НКУ:

$$F.P._{НКУ} = \frac{F.P._{пух}}{100} \times X + \frac{F.P._{пол.}}{100} \times (100 - X) \quad (2.5)$$

где: $F.P._{НКУ}$ – 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.

Для доказательства адекватности формулы произведён аналитический расчёт наполняющей способности на примере утеплителей под номерами 1,5,12,8 таблицы 2.6. Для экспериментов создавалась смесь пуха с нарезанными чипсами, подверженных аэрации, из четырёх нетканых полотен: Shelter Optimum 200; Shelter sport 100; Shelter X–Static; Shelter Tour 200 в различных пропорциях: 50/50, 60/40, 70/30; 80/20; 90/10 [133].

В диаграммах на рисунке 2.27 показаны зависимости наполняющей способности НКУ, полученные экспериментально в лаборатории и расчётом по формуле (2.5).

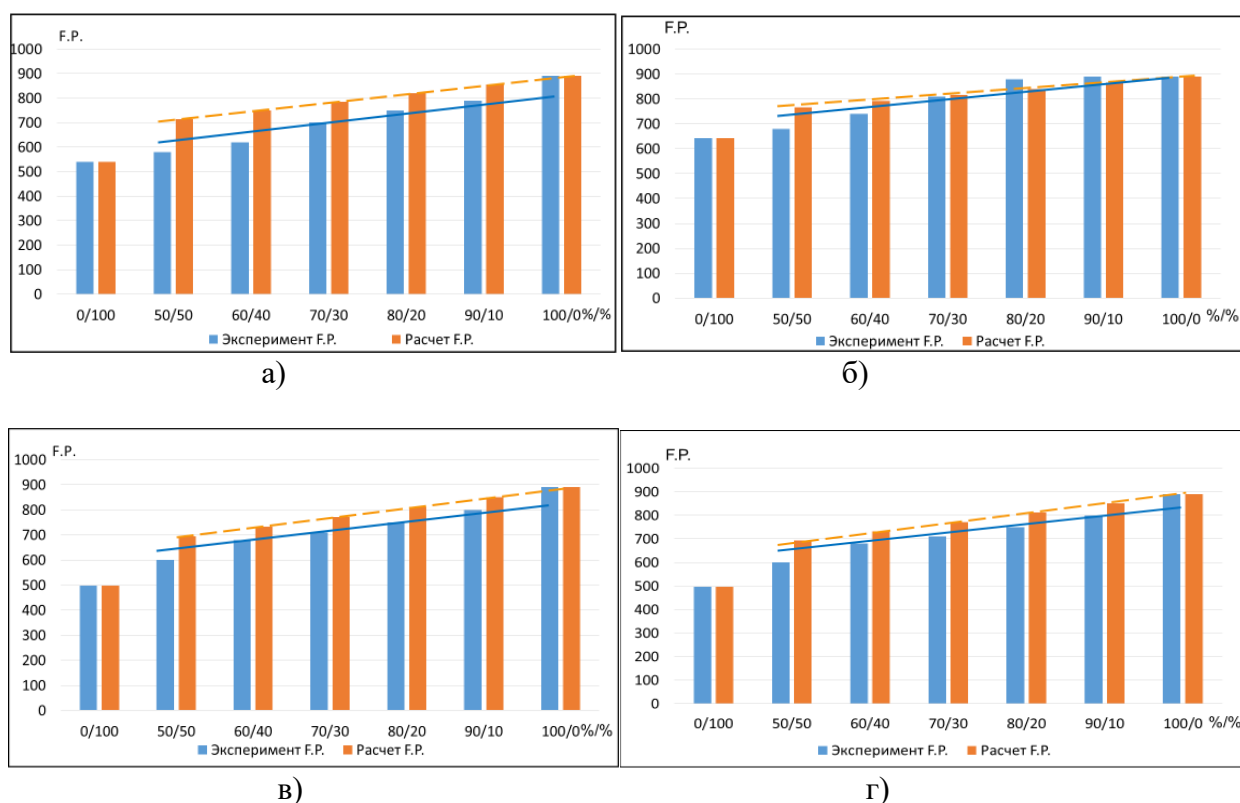


Рисунок 2.27 – Наполняющая способность несвязных композиционных утеплителей

а) – Пух/Shelter Optimum 200; б) – Пух/Shelter Sport 100; в) – Пух/Shelter X-Static;
г) – Пух/Shelter Tour 200 [133]

Отклонения данных наполняющей способности, полученных экспериментально и расчётным путём для исследованных смесей представлено в таблице 2.7. Числовые данные показаны в таблице Д.12 Приложения Д.

Таблица 2.7 – Среднее отклонение расчётных и экспериментальных данных FP для исследованных утеплителей [133]

№	Наименование НКУ	Среднее FP	Среднее отклонение, %
1	2	3	4
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
5.	Среднее отклонение по всем НКУ		7 (±3)

На примере отдельного эксперимента изучена сопоставимость теоретического расчёта наполняющей способности с экспериментально замеренной для смеси ПУХ+ Shelter sport 100 в процентных содержаниях 90/10; 80/20; 70/30; 60/40; 50/50. Результаты показаны на рисунке 2.28.

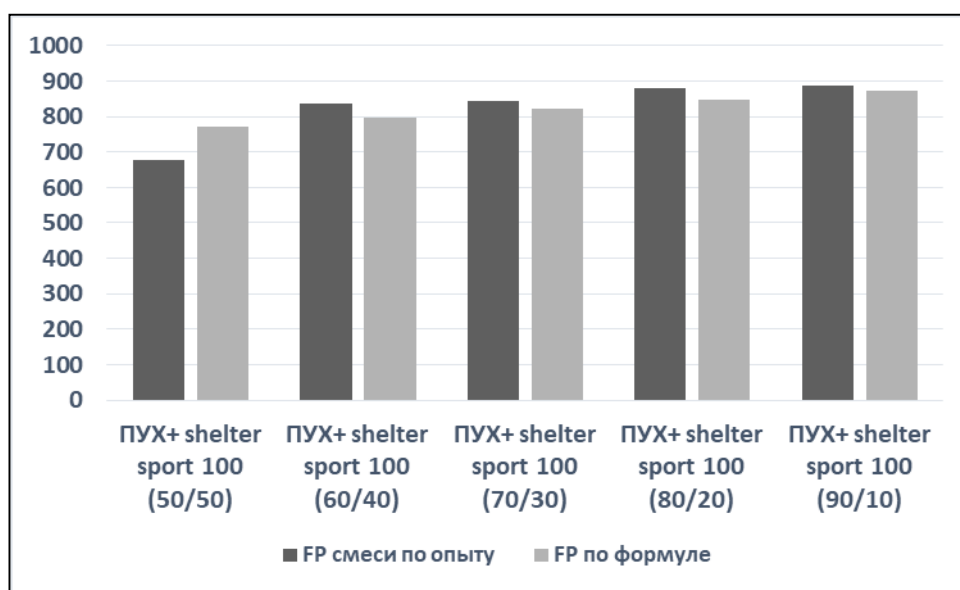


Рисунок 2.28 – Результаты данных смеси ПУХ+ Shelter sport 100 в процентных содержаниях 90/10; 80/20; 70/30; 60/40; 50/50

Сравнение полученных данных, указывает на то, что с достаточной уверенностью для расчёта результирующей наполняющей способности несвязного композиционного утеплителя можно использовать формулу (2.5), при этом средняя погрешность для различных утеплителей с доверительной вероятностью 95%

составит $7 (\pm 3) \%$ [133]. Построение доверительного интервала осуществлено методом Стьюдента в программной среде Excel, Приложение Д.13 Приложения Д.

2.5.3 Исследование наполняющей способности смесей пуха гуся и пуха казарки

Для прогнозирования наилучшей смеси для НКУ в процессе проведения лабораторных испытаний смешиванию подвергались не только синтетические утеплители, синтетические утеплители и перопуховая смесь, но и различные виды пуха в одном пакете одежды при разных температурах.

В [95] проводились исследования наполняющей способности смесей пуха гусиного и казарки в различных процентных соотношениях в широком диапазоне температур от $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ до минус $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. В исследовании проведён анализ наполняющей способности смеси гусиного пуха, как наиболее массово используемого и доступного, и пуха казарки, как наиболее редкого и дорогостоящего, но с лучшими показателями сохранения объёма в текстильной ячейке, в различных пропорциях и в заданных температурных точках от $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ до минус $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ [95], рисунок 2.29.

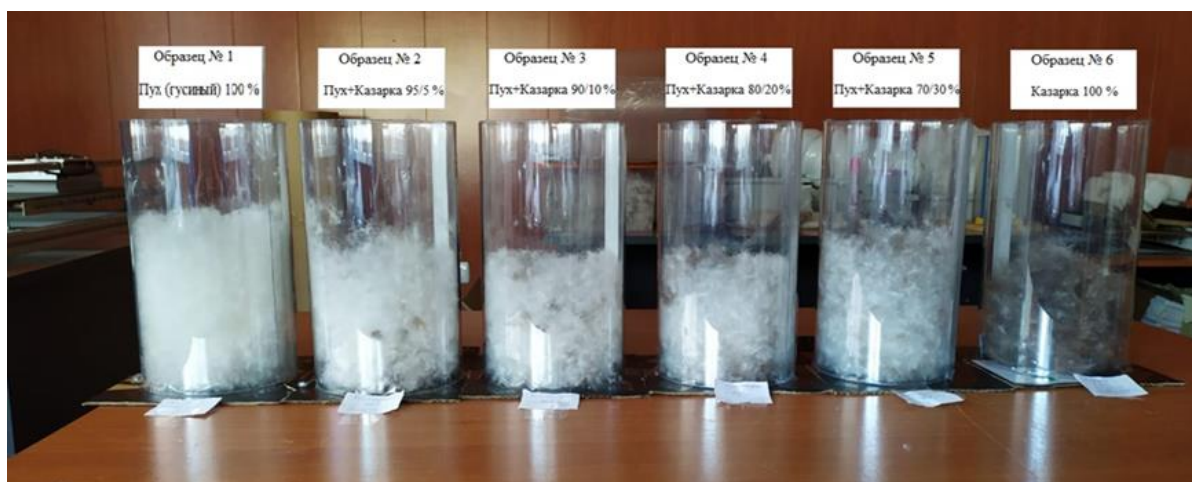


Рисунок 2.29 – Стаканы с испытываемыми смесями пуха гусь/казарка в различном процентном соотношении [95]

По данным проведённых экспериментов установлено среднеарифметическое значение, и выполнены вычисления по формуле (2.2), указанной в [119]. Результаты эксперимента представлены в таблице 2. 8

Таблица 2.8 – Наполняющая способность смесей пух гусиный/пух казарка по методу Мини FP [95]

Температура, °C	Мини FP для соотношения пуховой смеси гусь/казарка						
	100/0	95/5	90/10	80/20	70/30	50/50	0/100
26	970	1000	920	850	950	760	750
минус 10	930	800	850	840	720	700	720
минус 25	821	760	850	835	680	630	740
минус 45	800	800	850	820	760	740	750

Установлено, что смеси пуха гусь/казарка в процентном соотношении от 100/0 до 50/50 с уменьшением температуры снижают наполняющую способность. Выявлено, что с ростом процентного содержания в смеси пуха казарки, наполняющая способность смеси снижается.

На рисунке 2.30 представлена результирующая диаграмма, в которой усреднена наполняющая способность каждого из видов смеси по всему диапазону экспериментальных температур.

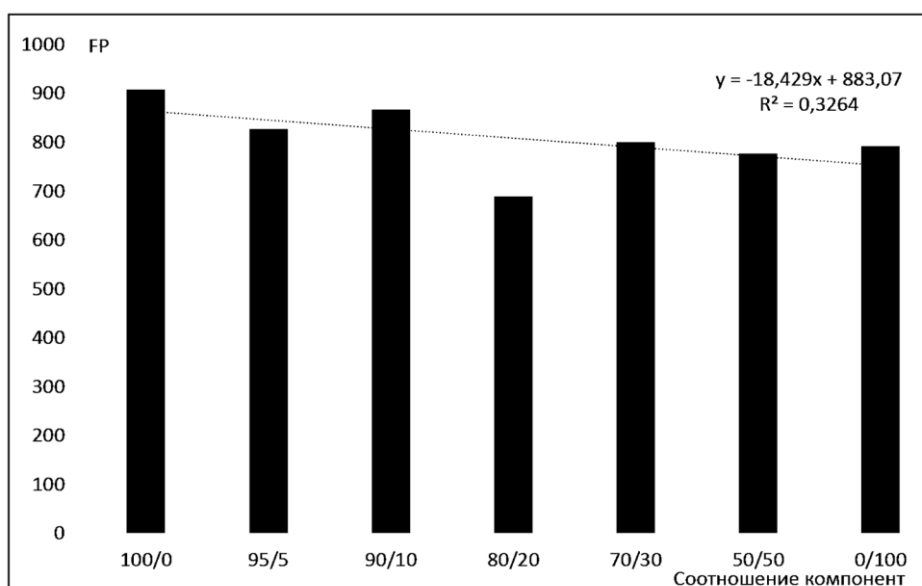


Рисунок 2.30 – Диаграмма зависимости наполняющей способности смесей пуха гусь/казарка от соотношения компонент в экспериментальных температурных точках [95]

Представленная на рисунке 2.30 диаграмма подчинена уравнению линейной аппроксимации, которое свидетельствует об уменьшении наполняющей способности смеси в зависимости от роста доли компоненты с меньшим FR. Исключение смеси 80/20 из общей тенденции объясняется возможным повышением влажности воздуха в период проведения измерений с данной смесью [95]. Смеси пуха гусиного и казарки с уменьшением температуры снижают наполняющую способность в диапазоне смесей от 100/0 до 50/50.

Полученные аналитические данные этих исследований соответствуют о возможности прогнозирования наполняющей способности несвязного композиционного утеплителя НКУ основываясь на линейной аппроксимации с учётом процентного соотношения компонент смеси и их наполняющих способностей.

2.6 Определение способа получения синтетической компоненты для оптимального смешивания с перопуховой смесью

Реологические характеристики, связанные с необратимыми остаточными деформациями: релаксацией напряжений, упругими последствиями, получаемого при смешивании компонентов композиционного утеплителя, при известном качестве пуха, будут определяться свойствами присадки, зависящими от способа ее получения. В исследовании изучены характеристики и наполняющая способность массы исследуемого утеплителя, полученной из нетканого полотна двумя способами – методом нарезки и методом отрыва от полотна [134].

Для этого эксперимента были использованы синтетические утеплители трёх торговых марок: синтепон, плотностью 150 г/м², синтепон, плотностью 200 г/м², холлофайбер Софт, плотностью 200 г/м² [134]. Из них готовились образцы, полученные методом нарезки в виде чипс с основанием 20×20 мм² (рисунок 2.31 А), методом отрыва от размеченного квадратами 20×20 мм² полотна гребёнкой с игольчатым углом в виде кластеров (по направлению стрелки на рисунке 2.31 Б),

которые образовывали фрагменты с неявным внутренним ядром и распущенными краями, по форме напоминающие отдельные пушины (рисунок 2.31 В). При этом в ядре кластера сохранялось термоскрепление волокон [134].

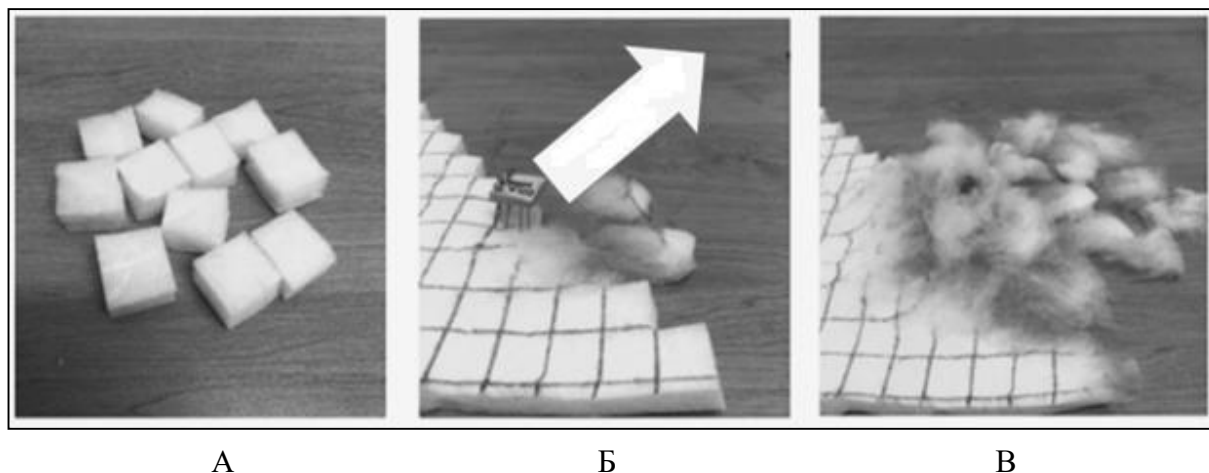


Рисунок 2.31 – Чипсы и кластеры, полученные из нетканого полотна:

А – нарезанные чипсы; Б - технология отрывания кластеров угловой игольчатой гребёнкой (стрелкой указано направление отрыва); В – оторванные кластеры [134]

По методике, описанной в [119], для массы полученных чипсов и кластеров определялась наполняющая способность FP , рисунок 2.32.

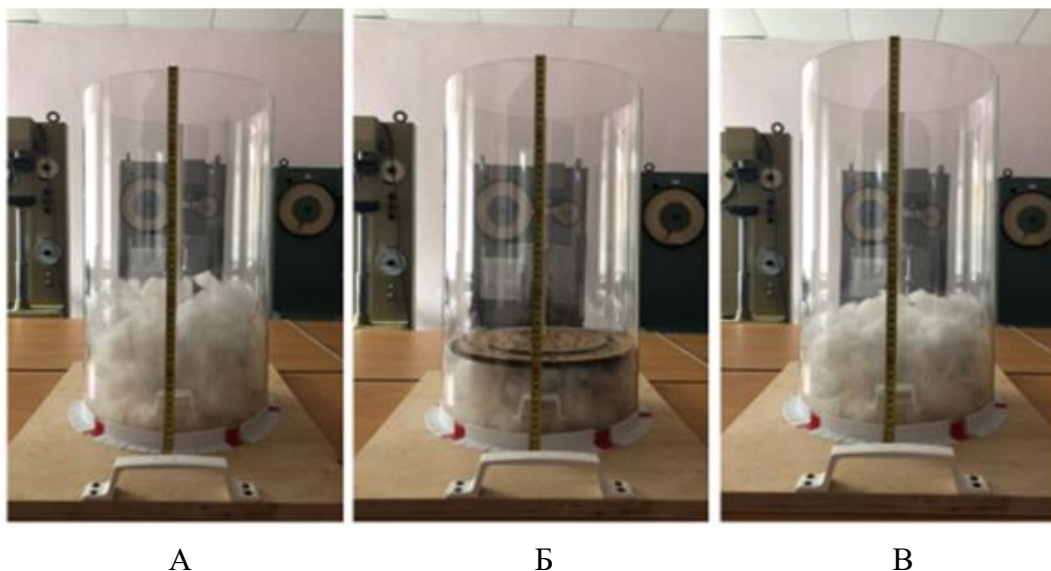


Рисунок 2.32 – Процесс измерения высоты навески чипсов и кластеров в стакане:

А – измерение высоты после аэрации; Б – измерение высоты при давлении плунжера;
В – измерение восстановленной высоты [134]

По результатам измерения рассчитывались:

1. Наполняющая способность FP рассчитывалась по формуле (2.1).
2. Модуль Юнга образца, подвергнутого испытанию, в состоянии сжатия при стандартном давлении, равном 14,7 Па, рассчитывались по формулам (2.3) и (2.4).

В процессе эксперимента зафиксированы свойства массы кластеров, которые при насыпании в цилиндрический стакан имели больший объём, чем масса чипсов. Это объясняется созданием дополнительного объёма за счёт распушенных волокон.

На рисунке 2.33 показана наполняющая способность испытанных смесей из фрагментов нетканого полотна, полученных методом нарезки и отрыва, с добавлением в график для сравнения данных наполняющей способности пуха водоплавающих птиц (гуся, утки, гаги, казарки).

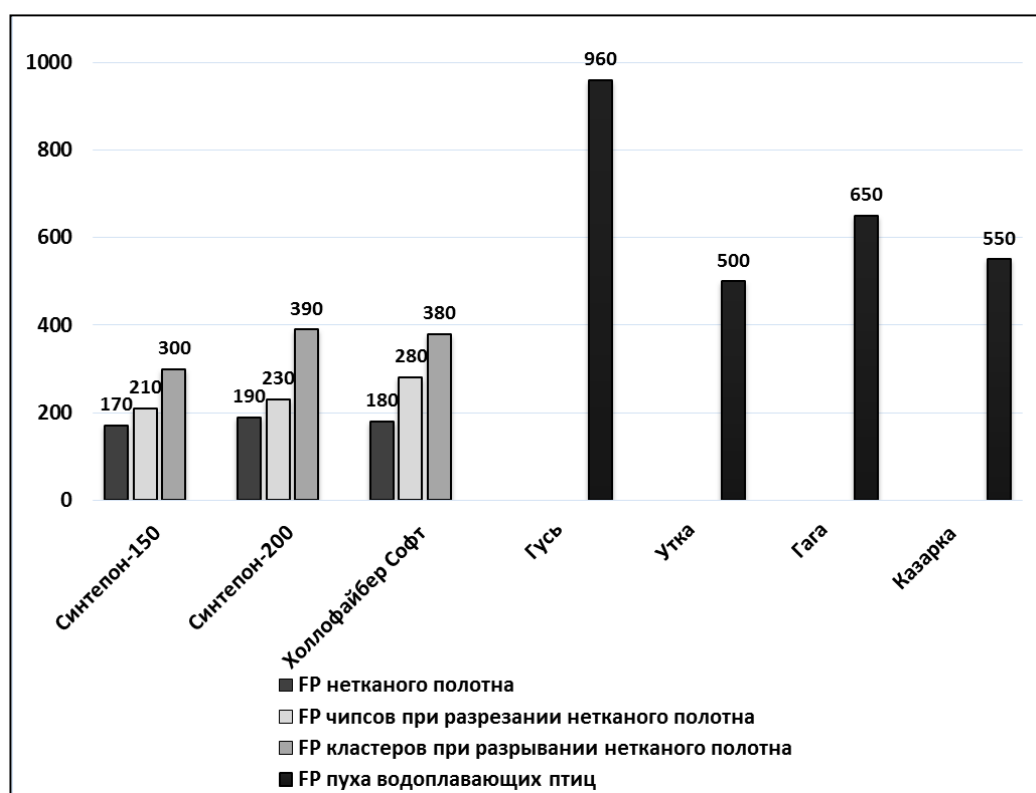


Рисунок 2.33 – Наполняющая способность нетканого полотна, чипсов и кластеров из нетканого полотна, и пуха водоплавающих птиц (гуся, утки, гаги, казарки) [134]

По данным графика рисунка 2.33 определено, что наполняющая способность при измельчении нетканого полотна показала лучшие результаты у массы

кластеров, полученных методом отрыва. По отношению к чипсам, данные E_P выше приблизительно на половину измеренного значения и почти в два раза выше регулярной структуры полотна и наиболее близки по измеренному значению наполняющей способности к пуху водоплавающей птицы [134].

В режимах сжатия, E_0 , и восстановления, E_v , также более стабильные показатели у фрагментов нетканого полотна в виде кластеров, рисунок 2.34. Примечательно, что сжатие, модуль Юнга, не зависит от вида синтетического нетканого полотна, но заметно изменяется от формы полученных фрагментов. Так для массы чипсов величина модуля Юнга, E_0 , в два раза выше, чем для массы кластеров. Величина E_0 для массы кластеров по своему значению приближается к аналогичному показателю для пуха различных видов водоплавающих птиц – гуся, утки, гаги и казарки [134].

Значения модуля Юнга восстановления, E_v , для массы чипсов из различных утеплителей отличаются друг от друга и значительно превышают значения модуля Юнга восстановления для массы кластеров. Это объясняется ровными краями чипсов, вследствие чего они легче восстанавливают форму.

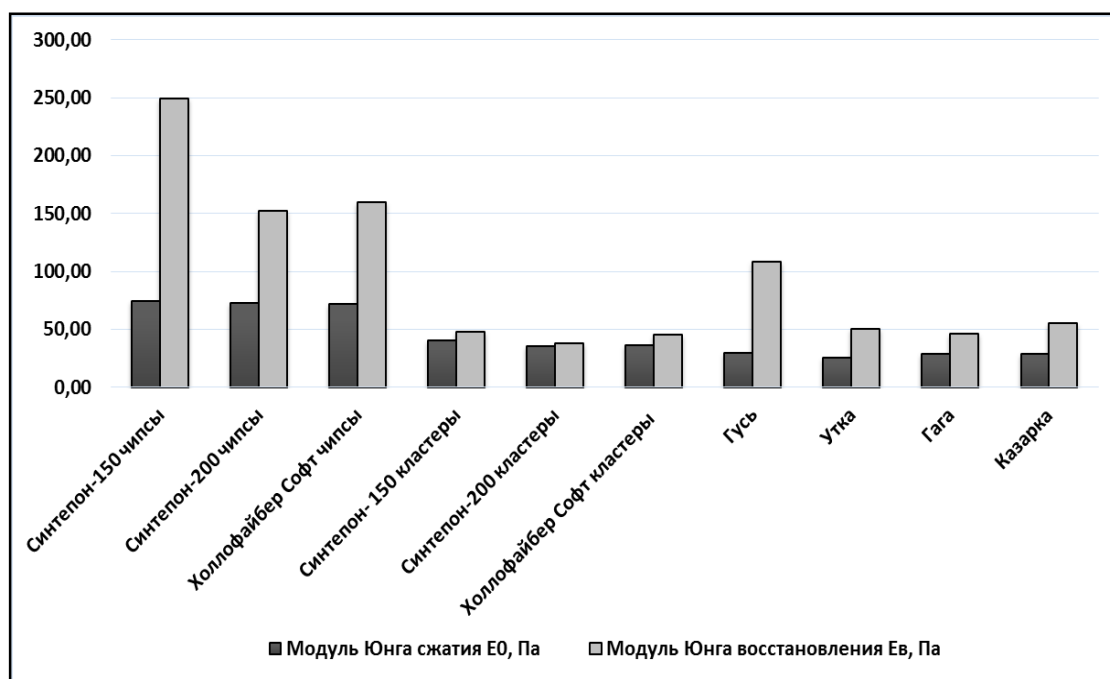


Рисунок 2.34 – Модуль Юнга для режима сжатия и восстановления испытываемых образцов чипсов и кластеров, а также различных видов пуха водоплавающей птицы [134]

В результате экспериментальных исследований установлено, что, кластеры, полученные из нетканого полотна методом отрыва от основного полотна, имеют не только визуальное сходство с пухом водоплавающей птицы, но и по своим характеристикам наполняющей способности, FP , модулю сжатия, E_0 , и восстановления, E_v , близки к характеристикам массы пуха водоплавающей птицы.

Полученные результаты подтвердили актуальность использования кластеров при создании НКУ. Вместе с тем, возникает проблема выбора метода получения трёхмерных кластеров, для чего необходимо выяснить, повлияют ли способ отрыва кластера (прямой или диагональный) от полотна, а также способ аэрации несвязного утеплителя на реологические характеристики НКУ в целом.

С этой целью был проведён эксперимент, выбраны утиный пух и нетканый материал Micro торговой марки Shelter. Все исследования проводились в соответствии с требованиями [118], а также согласно методике [119].

Из размеченного квадратами $20 \times 20 \text{ мм}^2$ нетканого полотна получали кластеры путём отрывания гребёной, способом, описанным ранее (рисунок 2.35).

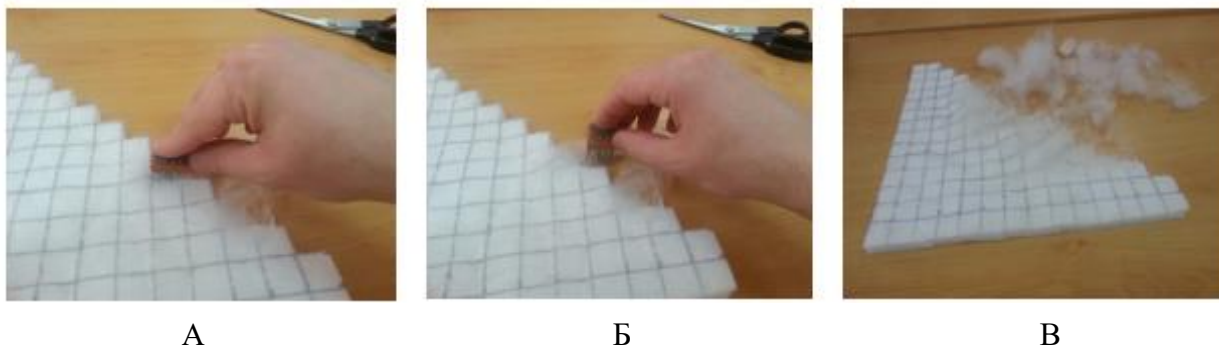


Рисунок 2.35 – Способ получения кластера диагональным отрыванием: А – фиксация гребёнки на полотне утеплителя; Б – процесс отрывания; В – полученные кластеры

Во втором случае из полотна естественной толщины вырезались полосы шириной 20 мм, и через 20 мм по длине полотна с помощью гребёнки вырывались трёхмерные кластеры в прямом направлении (рисунок 2.36).



Рисунок 2.36 – Способ получения кластера прямым отрыванием

Результаты измерений представлены в таблице Д.14 Приложения Д, и графически – в соответствии с рисунком 2.37.

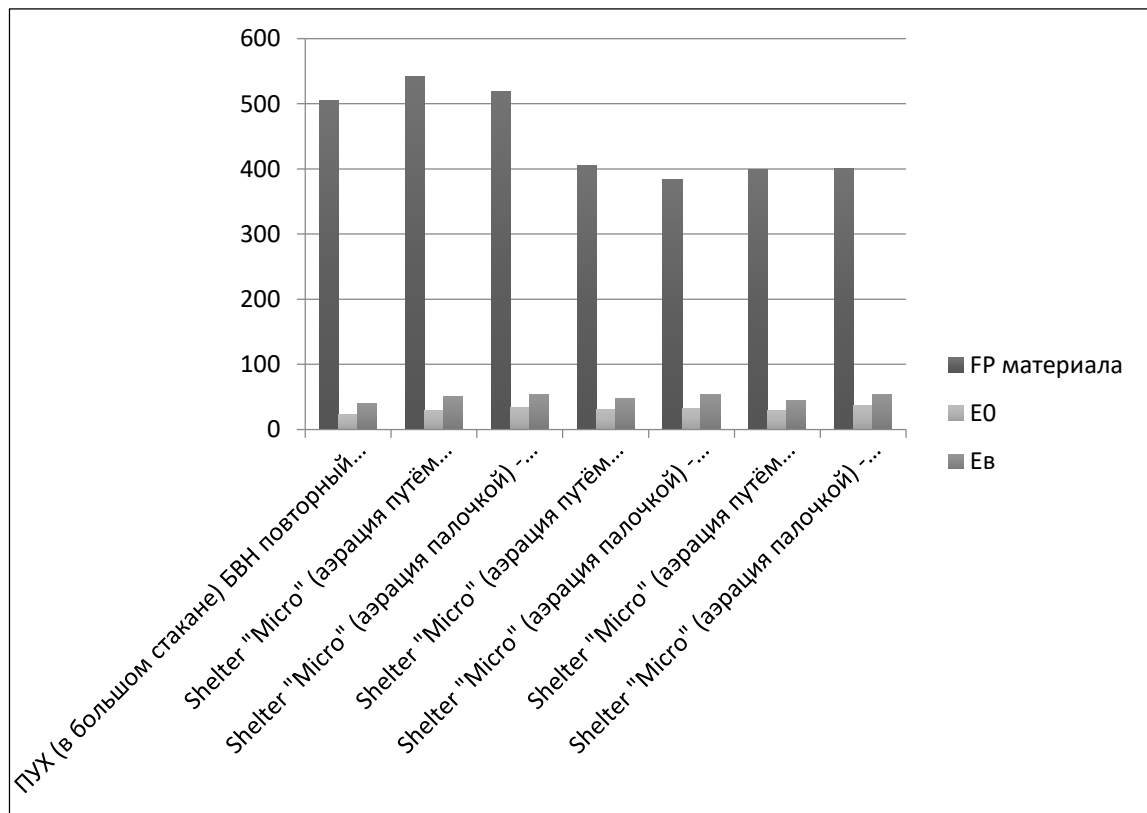


Рисунок 2.37 – Полученные значения FP, модулей Юнга E_0 и E_v для утиного пуха и трёхмерных кластерных образцов, полученных из Shelter «Micro»

Результирующая диаграмма, рисунок 2.37, демонстрирует, что трёхмерные кластеры, полученные диагональным способом, имеют более шарообразную

форму и больше похожи на пушину, чем трёхмерные кластеры, полученные из полосы шириной 20 мм. Это говорит о том, что трёхмерные кластеры, полученные диагональным способом, более структурированы, упругие и лучше сохраняют первоначальную форму.

Согласно результатам эксперимента, представленным в соответствии с таблицей Д.14 Приложения Д и рисунком 2.37, лучший результат продемонстрировал образец Shelter micro: трёхмерный кластер, диагональ. Полученные результаты подтвердили актуальность использования кластеров при создании НКУ.

2.7 Исследование пакетов с несвязным утеплителем при отрицательных температурах

Так как альпинист или промышленный альпинист, находясь в теплозащитной одежде в зимнее время может надевать на себя страховочную систему, рюкзак, иные приспособления, сдавливающие пакет одежды, то необходимо изучить поведение утеплителя в пакете, его способность к восстановлению после многократного сжатия. Из-за давящих элементов логично предположить, что на пакет оказываться гораздо более сильное давление, чем при ежедневной носке, с учётом того, что работа может проводиться в состоянии виса.

Для этого проведены лабораторные исследования, в которых испытанию подверглись специально отшитые пакеты с размерами 37×36,5×3 см, которые были заполнены одинаковым количеством наполнителя, по 14,55 г в каждый с различным составом, а именно: пух 100 %, смесь пух/шерсть в процентном соотношении 70/30 %, пух/полипропиленовое волокно в процент соотношении 70/30 %, пух/полиэфирное волокно также в соотношении 70/30 % [135].

Пакеты с разным наполнением подвергались воздействию давления и температуры в разных комбинациях, а именно: температуры окружающей среды 22 °С и нормального давления 14,7 Па, температуры окружающей среды 22 °С и

увеличенного в пять раз давления до 72,6 Па, температуры окружающей среды минус 45 °С при нормальном давлении 14,7 Па, температуры окружающей среды минус 45 °С и увеличенного давления до 72,6 Па. В процессе эксперимента снимались и фиксировались измеренные данные толщины пакета: до воздействия нагрузки, под действием давления и после снятия нагрузки. Для расчёта определялись реологические характеристики пакета с утеплителем: модуль сжатия, E_0 , модуль восстановления, E_v , относительные параметры сжатия и восстановления пакетов с различными характеристиками.

В таблице Д.15 Приложения Д представлены результаты измерений и расчётов, на рисунке 2.38, на диаграмме, наглядно продемонстрировано поведение пакетов с разным наполнением при оказании различной нагрузки и неодинаковой температуре.

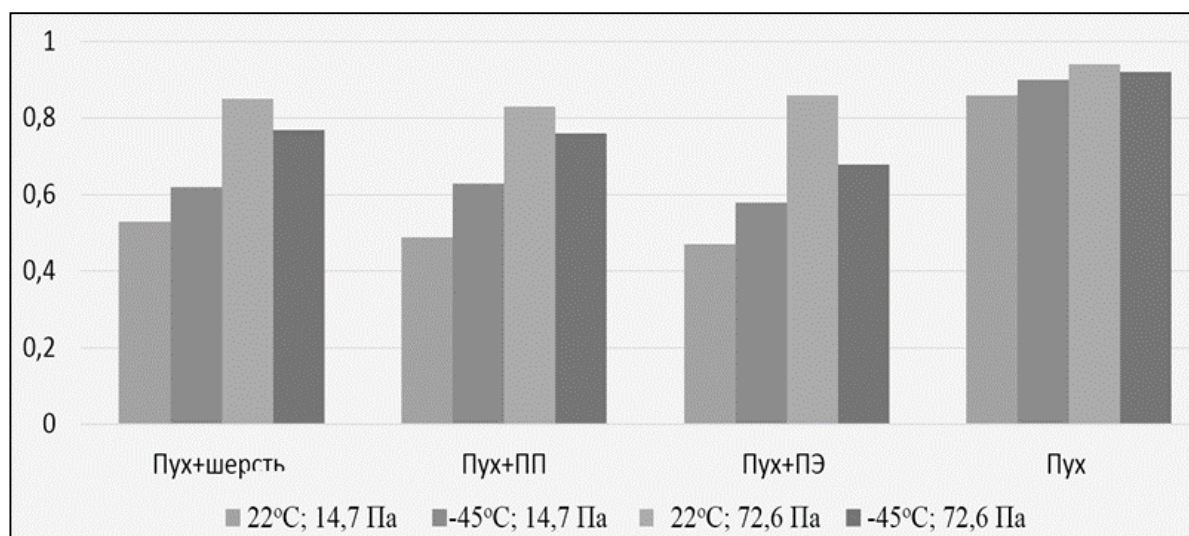


Рисунок 2.38 – Величины соотношений модулей Юнга E_0/E_v для всех условий эксперимента

[135]

В результате испытания пакетов на восстановление после многократного сжатия получены данные: пакет со 100 % наполнителем пухоперовой смеси показал лучшие результаты с минимальной разницей между всеми условиями испытаний; пакет пух/полиэфирное волокно показ максимальную разницу между режимами сжатия и восстановления в различных условиях испытаний; пакеты с наполнителем пух/полипропиленовое волокна и пух/шерсть показали

приблизительно одинаковые результаты. Стоит отметить, что при оказании большего давления, 72,6 Па, на все модификации пакетов, лучше всего восстанавливается пакет с пухом 100 %, хуже всего – пакет пух/полиэфирное волокно, 70/30 %. Исходя из этого можно считать, что восстановление объёма после оказания усилий лямками страховочной системы, рюкзака, после распаковки изделий с несвязным композиционным утеплителем может быть несколько ниже, чем у пуховых.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

1. Разработана «Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» позволяющая проводить испытания с меньшим размером проб по массе и установлено её соответствие методике EN12130. На основе сопоставления результатов измерения наполняющей способности по двум методикам установлено отличие результатов в пределах 8 – 10 %, которое носит регулярный характер, что позволяет применять разработанную методику для сравнительного анализа качества утеплителей.

2. Установлена закономерность, при которой с повышением концентрации полиэфирного волокна в смеси уменьшается наполняющая способность этой смеси. И наоборот, при уменьшении количества полиэфирного волокна повышается наполняющая способность. Наименьшее отклонение графиков изменения наполняющей способности для НКУ гусиный пух/ПЭ, НКУ утиный пух/ПЭ происходит в диапазоне 90/10 – 70/30.

3. Установлено, что компоненты для смешивания должны иметь приблизительно одинаковую объёмную плотность и модуль упругости. По результатам исследований 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/ПЭ от 90/10 до 70/30 в зависимости от условий эксплуатации.

4. Рассмотрены методы преобразования нетканого полотна в несвязный материал путём измельчения на чипсы и кластеры с последующим аэрированием. Определено, что кластеры имеют наибольшую наполняющую способность, но это требует дальнейшего изучения в части технологии массового производства.

5. На основе экспериментальных данных подтверждена формула прогнозирования наполняющей способности НКУ в зависимости от наполняющей способности компонент. Сравнение полученных данных указывает на возможность использовать формулу, при этом средняя погрешность для различных утеплителей с доверительной вероятностью 95 % составит $7 (\pm 3) \%$.

6. С целью прогнозирования наилучшего соотношения компонент для НКУ исследована наполняющая способность пуха гусиного и казарки и их смесей при разных температурах. Установлено, что смеси пуха гусь/казарка в процентном соотношении от 100/0 до 50/50 с уменьшением температуры снижают наполняющую способность. Выявлено, что с ростом процентного содержания в смеси пуха казарки, наполняющая способность смеси снижается.

7. Изучено поведение пакетов с различными комбинациями смеси утеплителей, при разных температурах окружающего воздуха и различном давлении, оказываемом на них. Установлено, что восстановление объёма после сдавливания изделий с несвязным композиционным утеплителем ниже, чем у пуховых.

ГЛАВА 3 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ С ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В СТРАХОВОЧНОЙ СИСТЕМЕ

3.1 Обсуждение подхода к математическому моделированию тепловых потерь с поверхности тела человека в страховочной системе

Математическое моделирование процессов теплообмена системы «человек – одежда – окружающая среда» в настоящее время достаточно отработанная технология, в которую внесли вклад ряд российских ученых [50,42,136,137]. Модели подразделяются на имитационные и оптимизационные. В данной работе разрабатывается имитационную модель теплообмена «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда» с учётом наличия страховочной системы надетой поверх комплекта одежды и снижающего тепловую защиту на сдавленных участках.

При работе в страховочной системе в условиях отрицательных температур, когда на рабочий зимний костюм промышленный альпинист надевает страховочную систему, возникают места сдавливания теплозащитного пакета одежды, что помимо сдавливания сосудистой системы ведёт к увеличению тепловых потерь и уменьшению общего времени нахождения в рабочем состоянии в открытой среде, рисунок 3.1, за счёт уменьшения термосопротивления на сдавленных участках. При заведении в страховочной системе нарушается нормальное функционирование кровеносной системы, происходит сдавливание ног набедренными ремнями, онемение нижних конечностей, ухудшается общее самочувствие [37,138].

Места
сдавливания
пакета одежды



Рисунок 3.1 — Страховочная система, надетая поверх комбинезона, сдавливает пакет одежды под ремнями

Тепловые потери, возникающие при сдавливании пакета одежды под страховочной системой, зависят от площади, ширины и обхвата поверхности тела под обвязкой. Основными вопросами, на который необходимо найти ответ:

1. На сколько увеличивается поток тепла с тела человека под сдавленным участком пакета одежды по сравнению с идентичным несдавленным пакетом.
2. Определить на сколько уменьшают тепловую защиту конструктивные элементы – поясной ремень или эластичная тесьма, сдавливающие пакет в области талии.
3. На сколько процентов увеличиваются общие тепловые потери человека в комбинезоне, сдавленном страховочной системой по сравнению с комбинезоном, не сдавленным.
4. Какие конструктивные решения могут компенсировать эти тепловые потери.

Для расчёта тепловых потерь необходимо найти значения тепловых потоков с участков тела человека в сдавленном и несдавленном пакетах.

Страховочная система с поясным ремнём шириной D_T , надетая на человека по периметру талии L_T сжимает пакет в области талии, уменьшая тепловую защиту тела в данной области на площади S_T .

Аналогично для каждого бедра можно определить ширину набедренного ремня D_6 , который сжимает пакет в области бедра с периметром L_6 , и уменьшает тепловую защиту на площади бедра S_6 .

На рисунке 3.2, 3.3 показаны обозначения, необходимые для расчётов.

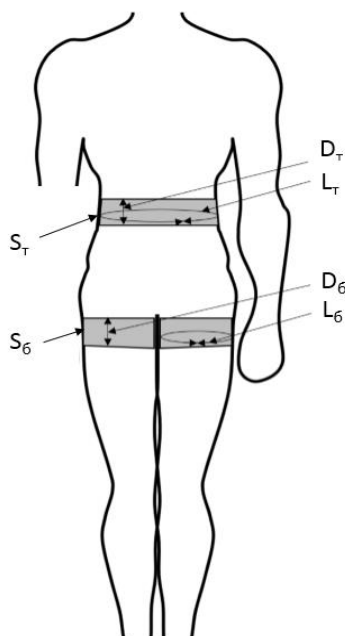


Рисунок 3.2 – Фигура человека с выделенными зонами под обвязкой страховочной системы

S_T - площадь участка под обвязкой на талии, m^2
 D_T - ширина участка под обвязкой на талии, m
 L_T - обхват участка под обвязкой на талии, m
 S_6 - площадь участка под обвязкой на бедре, m^2
 D_6 - ширина участка под обвязкой на бедра, m
 L_6 - обхват участка под обвязкой на бедра, m .

Площадь S_T участка под ремнём страховочной системы на талии рассчитаем по формуле (3.1):

$$S_T = D_T \cdot L_T, \quad (3.1)$$

И, соответственно, площадь S_6 участка под ремнём на бедре считается по формуле (3.2):

$$S_6 = D_6 \cdot L_6, \quad (3.2)$$

Ширина поясного ремня страховочной системы колеблется от 0,06 до 0,12 м, набедренного ремня от 0,03 до 0,06 м.

Будем считать, что поясной и набедренный ремни страховочной системы имеют постоянную ширину.

Соответственно среднему значению 176–100–84 по классификации типовых фигур мужчин по [139] обхват участка под обвязкой на талии принят и составляет 84 см или 0,84 м, что соответствует радиусу талии r_T , $r_T = 0,134$ м.

Аналогично этому вычисляем площадь участка тела под обвязкой на бедре, учитывая два бедра, по формуле (3.3):

$$S_6 = (D_6 \cdot L_6) \cdot 2, \quad (3.3)$$

Соответственно среднему значению по классификации типовых фигур мужчин по [139] обхват участка под обвязкой на бедре принят и составляет 56,8 см или 0,568 м. Эквивалентный радиус сечения бедра – r_6 , составляет $r_6 = 0,09$ м.

Принцип решения поставленной задачи.

Предположим, что для определённой отрицательной температуры окружающей среды T_v , температуры кожи человека T_k и известной теплопродукции Q рассчитывается распределение толщины сжатой страховочной системой одежды по участкам модели тела человека – δ , рисунок 3.3В. После этого решается обратная задача [140]. Одеваем человека в пакет, по толщине равный пакету сжатому страховочной системой в районе талии и в районе бедра $\delta_{сж}$ (для упрощения расчёта приняв их одинаковыми) и при соответствующих первому расчёту температуре окружающей среды T_v и температуре кожи T_k , определяем необходимую теплопродукцию человека – Q_c , которая бы обеспечила ему эти значения температуры кожи, на модели 3.3А. После этого мы определяем величину потока тепла с модели тела человека, полученного комбинацией участков, расположенных под страховочной системой на модели 3.3А и участков тела человека (за вычетом участков на талии и на бедрах) модели 3.3В, то есть с модели 3.3Б.

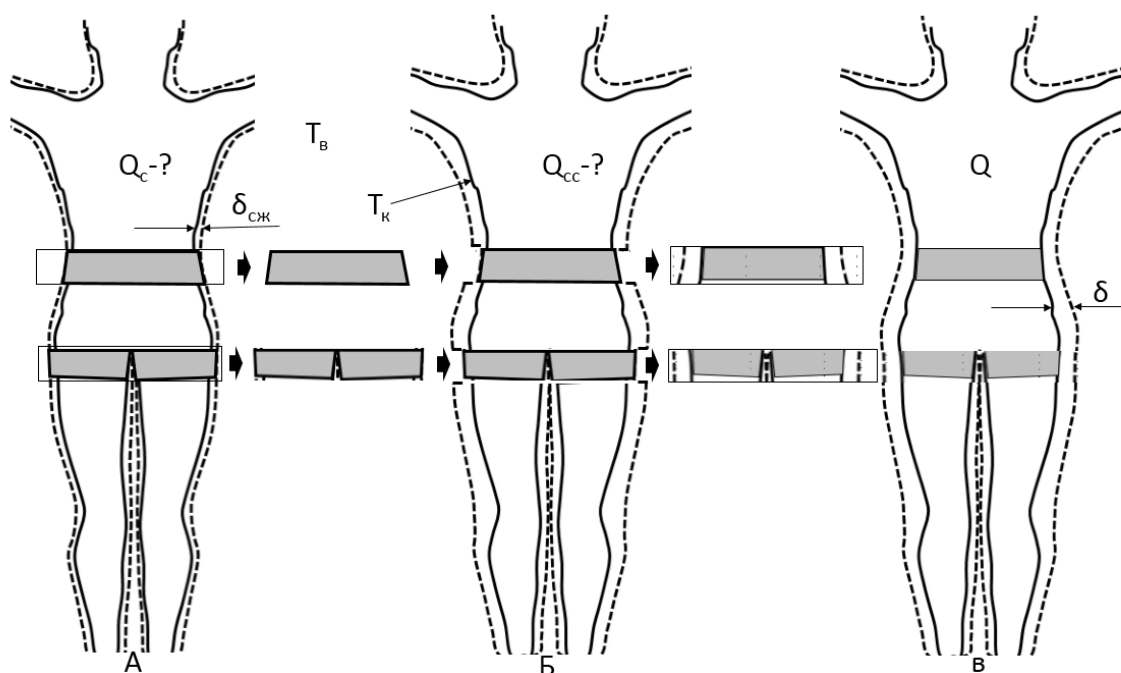


Рисунок 3.3 – Фронтальное сечение тела человека в одежде:

А – в одежде, имеющей толщину сжатого страховочной системой участка;

Б – сжатой страховочной системой; В – в несжатой одежде

T_b – температура окружающей среды, °C

T_k – средневзвешенная температура кожи, °C

δ – вычисленная толщина пакета одежды, м

$\delta_{сж}$ – толщина пакета, равная толщине пакета на сжатом участке, м

Q – заданная теплопродукция человека, Вт

Q_{cc} – 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.

Толщина пакета на различных участках одежды определяется по методике [29] с учётом коэффициентов эффективности утепления участков тела. Поэтому на различных участках она разная и толщина сжатого пакета может быть различной в области талии и бедра. Хотя толщина сжатого пакета – величина достаточно субъективная и зависит от степени затягивания ремней страховочной системы, идет ли человек или висит в воздухе. В этом случае давление распределяется неравномерно. Но с математической точки зрения целесообразным будет пренебречь распределением давления на пакет в зависимости от участка ремня. На рисунке 3.4 уточнены и конкретизированы переменные, которые будут

применяться при построении алгоритма расчёта тепловых параметров модели тела человека в комбинезоне, поверх которого надета страховочная система.

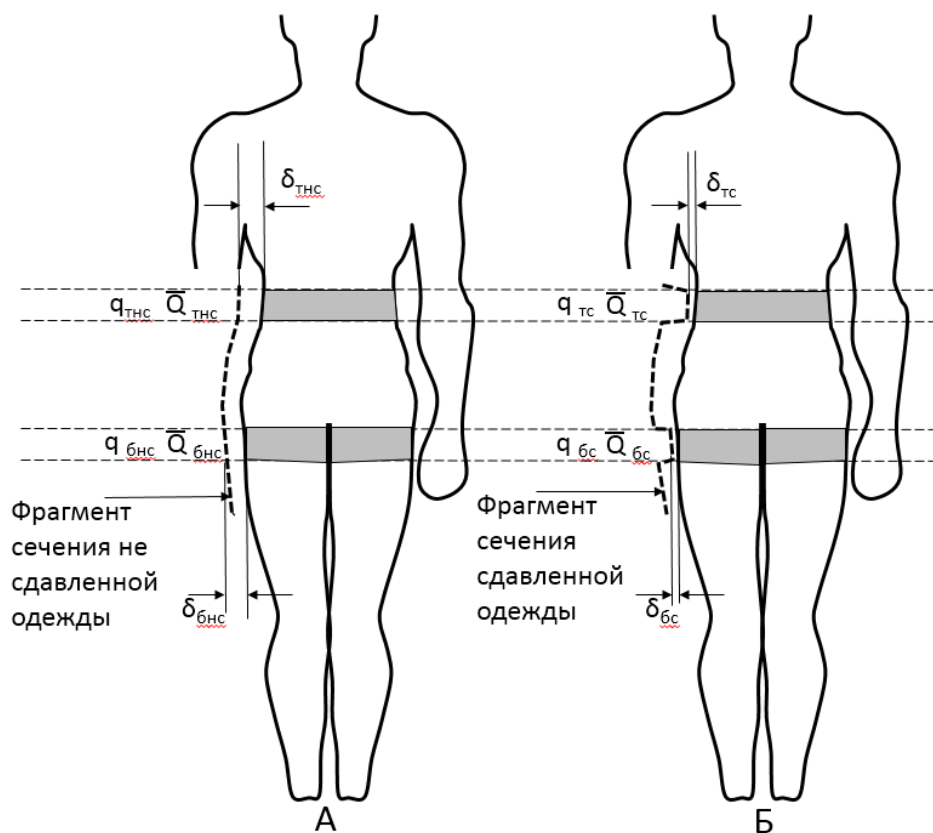


Рисунок 3.4 – Фронтальное сечения тела человека с фрагментом сечения одежды:

А – не сдавленной одежды; Б – сдавленной одежды [30]

$\delta_{ТНС}$ – средняя толщина несдавленного пакета одежды на талии, м

$q_{ТНС}$ – плотность теплопотерь организма на талии в несдавленном пакете одежды, Вт/м²

$Q_{ТНС}$ – потери тепла в несдавленном пакете одежды на талии, Вт

$q_{БНС}$ – плотность теплопотерь организма на бёдрах в несдавленном пакете одежды Вт/м²

$Q_{БНС}$ – потери тепла в несдавленном пакете одежды на бёдрах, Вт

$\delta_{БНС}$ – средняя толщина несдавленного пакета одежды на бедре, м

$\delta_{ТС}$ – средняя толщина сдавленного пакета одежды на талии, м

$q_{ТС}$ – плотность теплопотерь организма на талии в сдавленном пакете одежды, Вт/м²

$Q_{ТС}$ – потери тепла в сдавленном пакете одежды на талии, Вт

$q_{БС}$ – плотность теплопотерь организма на бёдрах в сдавленном пакете одежды Вт/м²

$Q_{БС}$ – количество теплоты в сдавленном пакете одежды на бёдрах, Вт

$\delta_{БС}$ – средняя толщина сдавленного пакета одежды на бедре, м.

Принимая во внимание вышеизложенное дальнейшая задача состоит в расчёте тепловых потерь с идеализированного участка модели тела человека, сечение которой представляется цилиндром с коаксиальным слоем сжатого или не сжатого пакетов в средней части фигур [30], рисунок 3.5.

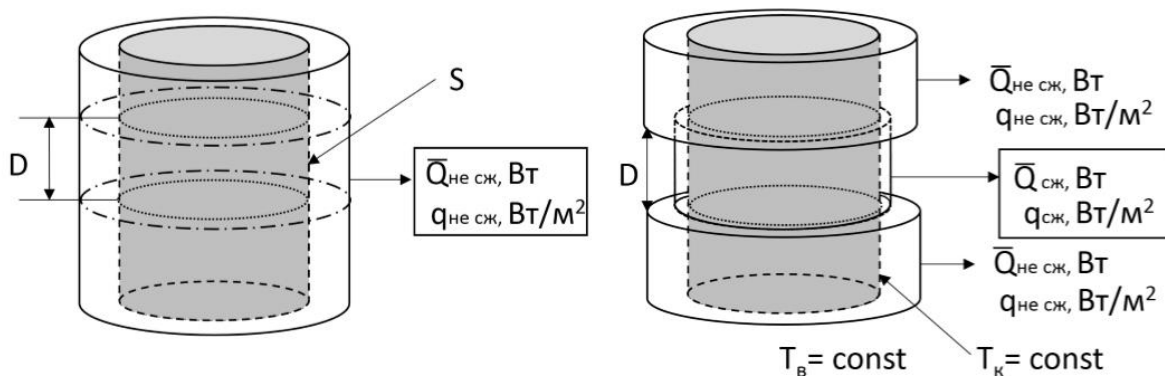


Рисунок 3.5 – Идеализированное представление фрагмента геометрической модели части тела на участках, сжатых и не сжатых ремнями страховочной системы [30]

Описанные переменные в дальнейшем будут использованы при построении математической модели расчёта тепловых потерь человека в страховочной системе.

Алгоритм математической модели предполагает решение двух задач - прямой и обратной. В рамках прямой задачи определяется необходимая для обеспечения тепловой защиты толщина пакета на участках тела, а на втором этапе определяется теплопродукция, необходимая для поддержания заданного теплового состояния человека, характеризуемого комфортной температурой кожи для пакета, распределённого по телу человека с толщиной сжатого. После этого определяются теплофизические характеристики системы «человек – одежда – страховочная система – окружающая среда».

3.2 Разработка математической модели расчёта теплотерь системы «Человек – одежда – страховочная система – окружающая среда»

3.2.1 Решение прямой задачи – расчёт толщины одежды по участкам тела

Толщина пакета одежды для защиты от холода рассчитывается по [29]. При расчёте следует учитывать значение теплопродукции человека на таком уровне, чтобы обеспечить комфортное состояние в одежде. Расчёт ведётся по следующим формулам, которые приведены с индексацией, принятой в настоящей работе.

Теплоизоляцию комплекта СИЗ, R_k ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$), рассчитывают по формуле:

$$R_k = T_k - T_v / q_n, \quad (3.4)$$

где, T_k – средневзвешенная температура кожи, $^\circ\text{C}$;

T_v – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$;

q_n – средняя плотность сухого теплового потока с тела, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Тепловой поток q_n рассчитывают в соответствии с формулой теплового баланса:

$$q_n = q_m - w - q_{k, \text{дых}} - q_{\text{исп.дых}} - q_{\text{исп.к}} + \Delta q_{t.c}, \quad (3.5)$$

где, q_m – общие энергозатраты организма, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

w – эффективная мощность механической работы, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

$q_{k, \text{дых}}$ – теплотери конвекцией при дыхании, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

$q_{\text{исп.дых}}$ – теплотери испарением влаги при дыхании, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

$q_{\text{исп.к}}$ – теплотери испарением с поверхности тела, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

$\Delta q_{t.c}$ – изменение теплосодержания в организме, $\text{кДж}/\text{м}^2$.

Теплотери $q_{k, \text{дых}}$ рассчитывают по формуле:

$$q_{k, \text{дых}} = 0,0014 \cdot q_m (T_{\text{выд.}} - T_v), \quad (3.6)$$

где, $T_{\text{выд.}}$ – температура выдыхаемого воздуха, °C, рассчитанная по формуле:

$$T_{\text{выд.}} = 29 + 0,2 \cdot T_{\text{в}}, \quad (3.7)$$

Теплопотери испарением влаги при дыхании $q_{\text{исп.дых.}}$ рассчитываем по формуле:

$$q_{\text{исп.дых.}} = 0,0173 \cdot q_{\text{м}}(P_{\text{выд.}} - P_{\text{в}}), \quad (3.8)$$

где, $P_{\text{выд.}}$ – давление насыщенного водяного пара при температуре выдыхаемого воздуха ($T_{\text{выд.}}$), кПа;

$P_{\text{в.}}$ – давление водяного пара в атмосфере, кПа.

Теплопотери испарением влаги с поверхности тела $q_{\text{исп.к.}}$ (Вт/м²) рассчитываем по формуле:

$$q_u = (8,816 + 0,39 \cdot q_{\text{м}})/S_{\text{т}} - q_{\text{исп.дых.}}, \quad (3.9)$$

где, $S_{\text{т}}$ – площадь поверхности тела обнаженного человека, м².

Давление насыщенного водяного пара при температуре кожи, $P_{\text{выд.}}$ (кПа) можно определять либо по психрометрическим таблицам, либо по формуле:

$$P_{\text{выд.}} = 6,112 \cdot \text{EXP}(17,62 \cdot T_{\text{в}}/243,12 + T_{\text{в}})/10 \quad (3.10)$$

3.2.2 Определение влияния кольцевого сжатия пакета одежды на тепловые потери

Решение обратной задачи – расчёт теплопродукции человека, необходимой для поддержания заданных параметров температуры кожи при толщине пакета, эквивалентной по теплофизическим характеристикам толщине сдавленного страховочной системой пакета.

В разделе 3.1 поставлены основные задачи, которые позволят оценить изменение интенсивности тепловых потерь человека при кольцевом сдавливании участков тела человека по сравнению с несдавленным. В данном разделе представлена математическая модель расчёта основных теплофизических параметров системы «Человек – одежда – страховочная система (поясной ремень) – окружающая среда».

1. На сколько увеличивается поток тепла с тела человека под сдавленным участком пакета одежды по сравнению с идентичным несдавленным пакетом под страховочной системой.

Можно определить потери тепла в несдавленном пакете одежды на талии в зонах под страховочной системой, формула:

$$Q_{\text{тнс}} = \frac{S_{\text{т}}}{S_{\text{тч}}} \cdot Q, \text{ Вт} \quad (3.11)$$

где, $S_{\text{тч}}$ – средняя площадь тела человека, принимаемая в технических расчётах.

Общие потери тепла в несдавленном пакете в зонах под страховочной системой на двух бедрах будут определяться формулой:

$$Q_{\text{бнс}} = 2 \cdot \frac{S_{\text{б}}}{S_{\text{тч}}} \cdot Q, \text{ Вт} \quad (3.12)$$

Соответственно общее количество тепловых потерь в зоне, под страховочной системой – $Q_{\text{нсз}}$ будет определяться формулой:

$$Q_{\text{нсз}} = (S_{\text{т}} + 2 \cdot S_{\text{б}}) \cdot Q / S_{\text{тч}}, \text{ Вт} \quad (3.13)$$

где $Q_{\text{нсз}}$ – количество тепловых потерь в зоне, под страховочной системой в несдавленном состоянии, Вт.

Общее количество тепловых потерь из зоны под страховочной системой для сжатого пакета – $Q_{\text{сзз}}$ определяется по формуле 3.15, по аналогии с 3.14:

$$Q_{\text{сзз}} = (S_{\text{т}} + 2 \cdot S_{\text{б}}) \cdot Q_{\text{сз}}/S_{\text{тч}}, \text{ Вт} \quad (3.14)$$

где $Q_{\text{сзз}}$ – количество тепловых потерь из зоны под страховочной системой для сжатого пакета.

Теперь можно определить разницу количества теплотерь из зоны под страховочной системой для двух состояний – не сжатого и сжатого – ΔQ_3 :

$$\Delta Q_3 = Q_{\text{сзз}} - Q_{\text{нсз}}, \text{ Вт} \quad (3.15)$$

где ΔQ_3 – увеличение теплотерь из зоны под страховочной системой в случае надевания страховочной системы, Вт.

Последовательный расчёт по формулам (3.11 – 3.15) позволяет определить разницу количества тепловых потерь в зависимости от ширины ремней страховочной системы, что позволяет определить возможный диапазон тепловых потерь человека в страховочной системе по конечной формуле, включающей ширину ремней:

$$\Delta Q_3 = Q_{\text{сзз}} - Q_{\text{нсз}} = (S_{\text{т}} + 2 \cdot S_{\text{б}}) \cdot Q_{\text{сз}}/S_{\text{тч}} - (S_{\text{т}} + 2 \cdot S_{\text{б}}) \cdot Q/S_{\text{тч}} = (D_{\text{т}} \cdot L_{\text{т}} + 2 \cdot D_{\text{б}} \cdot L_{\text{б}}) \cdot Q_{\text{сз}}/S_{\text{тч}} - (D_{\text{т}} \cdot L_{\text{т}} + 2 \cdot D_{\text{б}} \cdot L_{\text{б}}) \cdot Q/S_{\text{тч}}. \quad (3.16)$$

2. На сколько уменьшают тепловую защиту конструктивные элементы – поясной ремень или эластичная тесьма, сдавливающие пакет в области талии.

Этот расчёт является частным расчётом, прототипом которого может выступать формула (3.16) для определения интенсивности тепловых потерь в несжатом и сжатом состоянии в зоне талии. Для этого из формулы следует удалить величины, связанные с зонами бедра:

$$\Delta Q_3 = \frac{(D_{\text{т}} \cdot L_{\text{т}} \cdot Q_{\text{сз}} - D_{\text{т}} \cdot L_{\text{т}} \cdot Q)}{S_{\text{тч}}}, \quad (3.17)$$

3. На сколько процентов увеличиваются общие тепловые потери человека $Q_{\text{отн}}$ в комбинезоне, сдавленном страховочной системой по сравнению [30] с комбинезоном, не сдавленным.

Этот расчёт поясняется рисунком 3.3 и реализуется формулой, результат которой выражается в %:

$$Q_{\text{отн}} = \frac{Q_{\text{сс}}}{Q} = \left(1 - \frac{Q - Q_{\text{нсз}} + Q_{\text{ссз}}}{Q}\right) \cdot 100, \% \quad (3.18)$$

3.3 Разработка математической модели для программы в программной среде Excel

Математическая модель представлена формулами [29]. Расчёты теплофизических параметров, описывающих тепловое состояние системы «Человек – одежда – страховочная система (поясной ремень) – окружающая среда» ведутся по формулам (3.11 – 3.18). Для реализации математической модели используется программное обеспечение Excel.

В таблице 3.1 приводится распечатка формул, использованных в построении математической модели.

Особенности расчёта прямой и обратной задачи:

– прямая задача: расчёт идёт в последовательности представленных формул в таблице Excel.

– обратная задача: последовательно подбирается параметр теплопродукции человека $C7$ до тех пор, пока толщина пакета сжатого страховочной системой $C24$ не будет равна наперёд заданному значению.

Интерфейс для ввода данных для расчёта тепловых потерь сдавленных и не сдавленных страховочной системой пакетов одежды, созданный в программной среде Excel представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.1 – Формулы математической модели расчёта тепловых потерь сдавленных и несдавленных пакетов в области прилегания страховочной системы, реализованной в программе Excel

№	Наименование характеристики, единица измерения	Значение и (или) формула измеряемой величины	
		Не сдавленный пакет	Сдавленный пакет
1.	T_k - средневзвешенная температура кожи, °C	35	=B5
2.	T_b - температура окружающей среды, °C	-40	=B6
3.	q_m – плотность общих энергозатрат организма, Вт/м ²	70	210
4.	S_t - площадь поверхности тела обнаженного человека, м ²	1,8	1,8
5.	λ - эквивалентный коэффициент теплопроводности пакета, Вт/м °C	0,038	0,038
6.	Q - общие потери тепла в организме человека, Вт	=B7·B8	=C7·C8
7.	$q_{п-}$ - средняя плотность сухого теплового потока с тела, Вт/м ² ; По МР 2.2.8.2127-06	=B7-B12-B13-B14-B16+B15	=C7-C12-C13-C14-C16+C15
8.	w - эффективная мощность механической работы, Вт/м ²	=B7/10	=C7/10
9.	$q_{к,дых}$ - теплотери конвекцией при дыхании, Вт/м ²	=0,0014·B7·(B17-B6)	=0,0014·C7·(C17-C6)
10.	$q_{исп,дых}$ - теплотери испарением влаги при дыхании, Вт/м ²	=0,0173·B7·(B21-B20)	=0,0173·C7·(C21-C20)
11.	$\Delta q_{т.с}$ - изменение теплосодержания в организме, кДж/м ²	0	0
12.	$q_{исп,к}$ – теплотери испарением с поверхности тела, Вт/м ² . По МР 2.2.8.2127-06	=(8,816+0,39·B7) /B8-B14	=(8,816+0,39·C7)/C8-C14
13.	$T_{выд}$ - температура выдыхаемого воздуха, °C	=29+0,2·B6	=2·9+0,2C6
14.	q_o – основной обмен организма, Вт/м ²	40	40
15.	$S_{пт}$ - площадь поверхности тела обнаженного человека, м ²	=B8	=C8
16.	P_a - давление водяного пара в атмосфере, кПа	=6,112·EXP(17,62·B6/(243,12+B6))/10	=6,112·EXP(17,62·C6/(243,12+C6))/10
17.	$P_{выд}$ - давление насыщенного водяного пара при температуре выдыхаемого воздуха ($T_{выд}$), кПа	=6,112·EXP (17,62·B17/(243,12+B17))/10	=6,112·EXP (17,62·C17/(243,12+C17))/10
18.			

19.	R_{κ} - средневзвешенное термосопротивление пакета, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$=(B5-B6)/B11$	$=(C5-C6)/C11$
20.	δ средняя толщина пакета, м	$=B9 \cdot B23$	$=C9 \cdot C23$
21.			
22.	L_{τ} - обхват участка под обвязкой на талии, м	0,84	$=B26$
23.	D_{τ} - ширина участка под обвязкой на талии, м	0,06	$=B27$
24.	S_{τ} - площадь участка под обвязкой на талии, м^2	$=B26 \cdot B27$	$=C26 \cdot C27$
25.			
26.	L_{δ} - обхват участка под обвязкой на бедре, м	0,568	0,568
27.	D_{δ} - ширина участка под обвязкой на бедре, м	0,03	0,03
28.	S_{δ} - площадь участка под обвязкой на бедре, м^2	$=B30 \cdot B31$	$=C30 \cdot C31$
29.	S_{δ} - удвоенная площадь участка под обвязкой на бедрах, м^2	$=B32 \cdot 2$	$=C32 \cdot 2$
30.	-	-	-
31.	$Q_{\text{тис}}$ - потери тепла в несдавленном пакете на талии, Вт	$=B28/B8 \cdot B10$	$=C28/C8 \cdot C10$
32.	$Q_{\text{бис}}$ - количество тепловых потерь в зоне, под страховочной системой в несдавленном состоянии, Вт	$=B33/B8 \cdot B10$	$=C33/C8 \cdot C10$
33.	$Q_{\text{исл}}$ - количество тепловых потерь в зоне, под страховочной системой в несдавленном состоянии, Вт	$=B36+B35$	$=C36+C35$
34.	-	-	-
35.	ΔQ_{τ} - разница количества теплотерь из зоны под страховочной системой для двух состояний – не сжатого и сжатого, Вт	-	$=C37-B37$
36.	-	-	-
37.	ΔQ_{δ} - разница количества теплотерь из зоны под поясным ремнем для двух состояний – не сжатого и сжатого, Вт	-	$=C35-B35$
38.			
39.	$Q_{\text{отн}}$ - относительное уменьшение теплового потока с модели при сжатии страховочной системой, %	-	$=(1-(B10+B37-C37)/B10) \cdot 100$
40.	$Q_{\text{отн}}$ - относительное уменьшение теплового потока с модели при сжатии поясным ремнем, %	-	$=(1-(B10-C41)/B10) \cdot 100$

Таблица 3.2 – Таблица ввода данных и расчёта тепловых потерь сдавленных и не сдавленных пакетов

	Не сдавленный пакет	Сдавленный пакет				
Тк- средневзвешенная температура кожи, °С.	35	35	35	35	35	35
Тв - температура окружающей среды, °С.	-20	-20	-20	-20	-20	-20
qm – общие энергозатраты организма, Вт/м2.	50	100	150	200	250	300
St - площадь поверхности тела обнаженного человека, м2.	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
λ - эквивалентный коэффициент теплопроводности пакета, Вт/мС	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
qp- средняя плотность сухого теплового потока с тела, Вт/м2; По	26,12	57,14	89,15	121,17	153,19	185,20
W - эффективная мощность механической работы, Вт/м2;	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00
qк.дых - теплопотери конвекцией при дыхании, Вт/м2;	3,15	6,30	9,45	12,60	15,75	18,90
qисп.дых - теплопотери испарением влаги при дыхании, Вт/м2;	2,62	5,25	7,87	10,50	13,12	15,75
Δqt.с - изменение теплосодержания в организме, кДж/м2.	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
qисп.к – теплопотери испарением с поверхности тела, Вт/м2. По	13,11	21,32	29,52	37,73	45,94	54,15
Тв.в.д. - температура выдыхаемого воздуха, °С;	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
qо – основной обмен организма, Вт/м2;	40,00	40,00	41,00	42,00	43,00	44,00
Sпт - площадь поверхности тела обнаженного человека, м2.	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Pв - давление водяного пара в атмосфере, кПа	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Pв.в.д. - давление насыщенного водяного пара при температуре	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16
Ткк- средневзвешенная температура кожи при комфортном состоянии	36,07	36,07	36,07	36,07	36,07	36,07
Ткп- средневзвешенная температура кожи, прохладно, °С.	33,34	33,34	33,34	33,34	33,34	33,34
Ткх- средневзвешенная температура кожи, холодно °С.	30,36	30,36	30,36	30,36	30,36	30,36
Rк - средневзвешенное термосопротивление пакета, м2.°С/Вт.	2,11	0,96	0,62	0,45	0,36	0,30
δ средняя толщина пакета, м	0,08	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01
Толщина пакета на талии, м	0,10	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01
Толщина пакета на бедере, м	0,10	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
Поток тепла с тела под страховочной системой, Вт	7,54	15,08	22,62	30,16	37,70	45,24
Ширина участка под обвязкой на талии, Дт, м	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Обхват участка под обвязкой на талии, Lt,м	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Площадь участка под обвязкой на талии, St, кв.м	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Радиус туловища по Столвику	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ширина участка под обвязкой на бедре, Дб, м	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Обхват участка под обвязкой на бедре Lб, м	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Площадь участка тела под обвязкой на бедре, Sb, кв.м (2 бедра)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Радиус бедра по Столвику	0,08	1,08	2,08	3,08	4,08	5,08
Общая площадь на участка тела под обвязкой, Собщ, кв.м.	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Способ расчета 1 (с учетом дыхания и испарения в соответствии с ГОСТ Р 12.4.236-2011)						
Поток тепла с тела под страховочной системой, Вт	7,54	15,08	22,62	30,16	37,70	45,24
Величина теплопотерь с тела человека, Вт	90,00	97,54	105,08	112,62	120,16	127,70
Величина теплопотерь с тела человека, Вт	72,81	140,42	178,84	205,34	225,59	241,98
		-7,75	-12,92	-16,48	-19,20	-21,40

3.4 Исследование расчётов на модели

Разработанная математическая модель позволяет смоделировать различные зависимости исследуемой системы.

С помощью этих данных можно строить разные зависимости. На рисунке 3.6. показана зависимость изменения ΔQ_3 – теплопотерь из зоны под страховочной системой в случае надевания страховочной системы, $Q_{отн}$ – относительного

увеличения теплотерь при надевании страховочной системы, %; δ – средней толщины пакета, мм рассчитанных для различных отрицательных температур в диапазоне от 0 до минус 40 °С при фиксированной толщине сдавленного пакета, равной 10 мм, в случае постоянной средней температуры кожи, равной 35 °С. Ширина поясного ремня страховочной системы составляет 0,06 м, а ширина набедренных ремней составляет 30 мм.

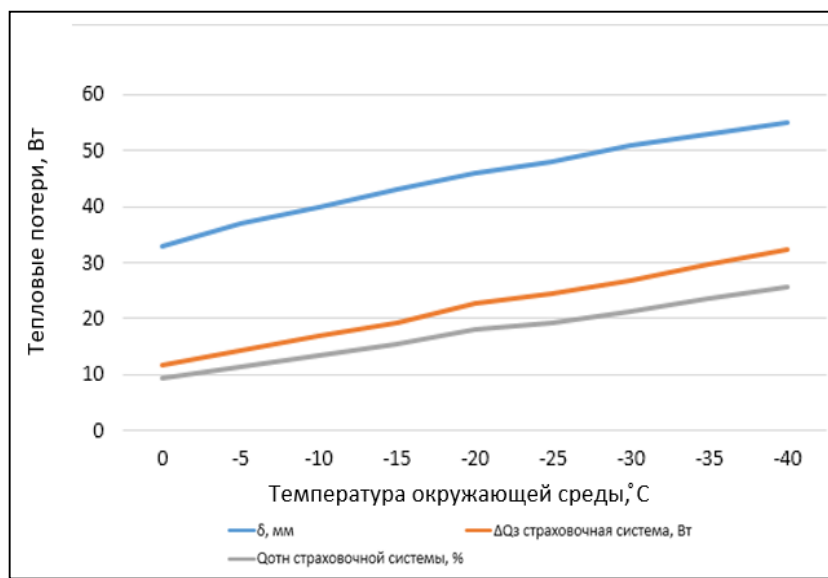


Рисунок 3.6 – Зависимость ΔQ_z – увеличения теплотерь из зоны под страховочной системой в случае надевания страховочной системы, Вт; $Q_{отн}$ – относительного увеличения теплотерь при надевании страховочной системы, %; δ – средней толщины пакета, мм, рассчитанных для различных отрицательных температур при фиксированной толщине сдавленного пакета, равной 10 мм

Как следует из представленных графиков, с увеличением отрицательных температур, при сдавливании пуховой одежды в зоне страховочной системы возрастают теплотери и относительные теплотери пропорционально уменьшению температуры. При минус 40 °С поток с модели тела человека увеличивается на 30 Вт, а в процентном отношении, по сравнению с несдавленным пакетом одежды отток тепла увеличивается на 25,8 %. Полученные данные свидетельствуют о том, что сдавливающая теплоизолирующий пакет страховочная система существенно влияет на тепловой обмен человека с окружающей средой.

Можно провести аналогичное исследование влияния стягивающего поясного ремня на тепловые потери одежды. На рисунке 3.7 представлены аналогичные

параметры для одежды сжатой поясным ремнем – зависимости изменения ΔQ_3 – теплопотерь из зоны под стягивающим поясным ремнем, $Q_{отн}$ – относительного увеличения теплопотерь при сильном затягивании поясного ремня, стягивающего пакет до 10 мм, %; δ – средней толщины пакета, мм рассчитанных для различных отрицательных температур в диапазоне от 0 до минус 40 °С в случае фиксированной средней температуры кожи, равной 35 °С, соответствующей ощущению комфорт. Ширина поясного ремня составляет 0,06 м.

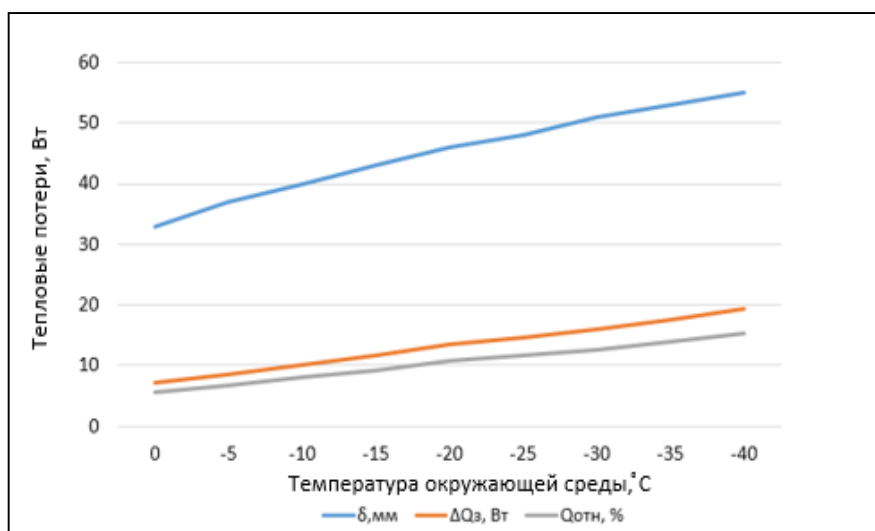


Рисунок 3.7 – Зависимость ΔQ_3 – увеличения теплопотерь из зоны при стягивании талии поясным ремнем до толщины 10 мм, Вт; $Q_{отн}$ – относительного увеличения теплопотерь при стягивании ремнем, %; δ – средней толщины пакета, мм рассчитанных для различных отрицательных температур

Как следует из результирующего графика, с уменьшением температуры до минус 40 °С увеличиваются тепловые потери до 19,4 Вт и относительные тепловые потери до 15,4 %. Таким образом сильно затянутый поясной ремень снижает тепловую защиту человека.

На математической модели можно выяснить каким образом влияет степень сжатия пакета под страховочной системой на изменение тепловых потерь человека. На рисунке 3.8 изображены зависимости ΔQ_3 – увеличения теплопотерь из зоны под страховочной системой и $Q_{отн}$ – относительного увеличения теплопотерь в зависимости от степени сжатия пакета под страховочной системой.

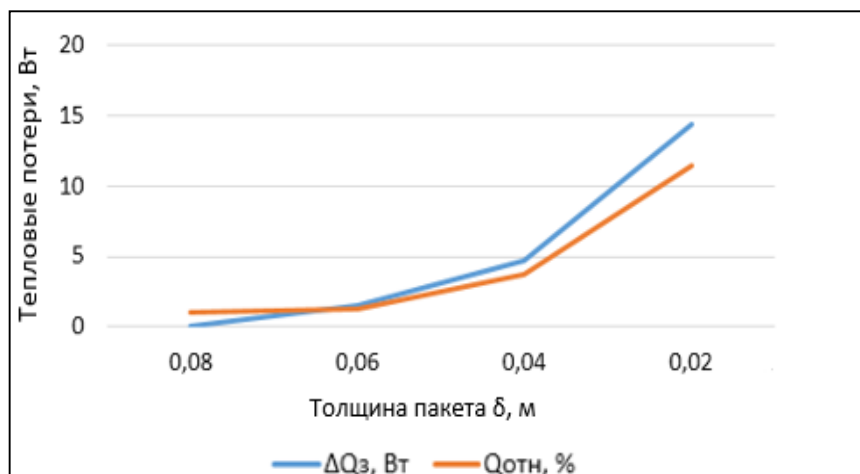


Рисунок 3.8 — Зависимости ΔQ_3 — увеличения тепловых потерь из зоны под страховочной системой и $Q_{отн}$ — относительного увеличения тепловых потерь в зависимости от степени сжатия пакета под страховочной системой

Из графиков рисунка 3.8 следует что изменение тепловых потерь ΔQ_3 и относительные тепловые потери $Q_{отн}$ экспоненциально увеличиваются с уменьшением толщины пакета под страховочной системой от 0,08 (без сдавливания) до 0,02 м. При этом изменение тепловых потерь ΔQ_3 составляет от 0 (при несдавленном пакете) до 14,3 Вт при сдавленном пакете δ до 0,02 м.

На рисунке 3.9 изображены зависимости ΔQ_3 — увеличения тепловых потерь из зоны при стягивании талии поясным ремнем и $Q_{отн}$ — относительного увеличения тепловых потерь в зависимости от степени сжатия пакета под поясным ремнем при изменении степени сжатия пакета от несжатого до толщины 0,02 м. Ширина поясного ремня составляет 0,06 м.

Из графиков рисунка 3.9 следует что изменение тепловых потерь ΔQ_3 и относительные тепловые потери $Q_{отн}$ экспоненциально увеличиваются с уменьшением толщины пакета под поясным ремнем от 0,08 (без сдавливания) до 0,02 м. При этом изменение тепловых потерь ΔQ_3 составляет от 0 (при несдавленном пакете) до 8,5 Вт при сдавленном пакете δ до 0,02 м. Эти результаты показывают, что использование поясного ремня или эластичной тесьмы для сжимания одежды в районе талии уменьшает тепловую защиту человека.

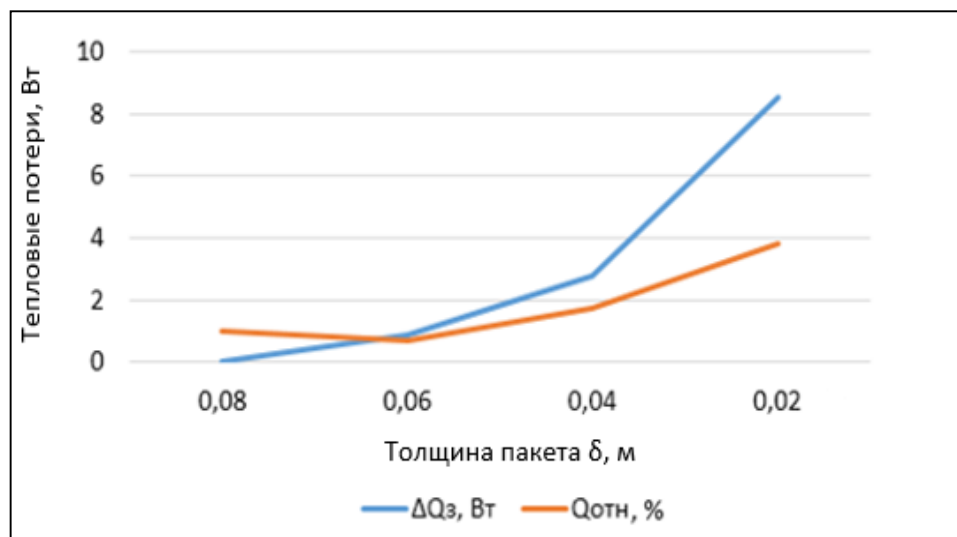


Рисунок 3.9 – Зависимости ΔQ_z – увеличения тепловых потерь из зоны при стягивании талии поясным ремнем и $Q_{отн}$ – относительного увеличения тепловых потерь в зависимости от степени сжатия пакета при изменении толщины δ от несжатого до толщины 0,02 м

Тепловые потери человека зависят и от ширины ремней страховочной системы или поясного ремня. Очевидный качественный факт заключается в том, что с уменьшением площади ремней с одной стороны будут уменьшаться тепловые потери, за счёт сдавливания меньшей площади пакета, однако в силу распределения нагрузки на меньшую площадь пакет будет больше сжиматься. Ширина поясного и набедренного ремня на страховочной системе, как было сказано ранее могут изменяться в достаточно широких пределах, при этом вне зависимости друг от друга. Каждый из производителей имеет свои стандарты предприятия на производимую страховочную систему. Расчёт такой зависимости будет зависеть от двух параметров и потеряет свою наглядность.

Поэтому продемонстрируем расчёт на примере ширины поясного ремня. Расчёт зависимости изменения тепловых потерь человека в зависимости от ширины поясного ремня, рисунок 3.10.

Выберем температуру окружающей среды минус 40 °С.

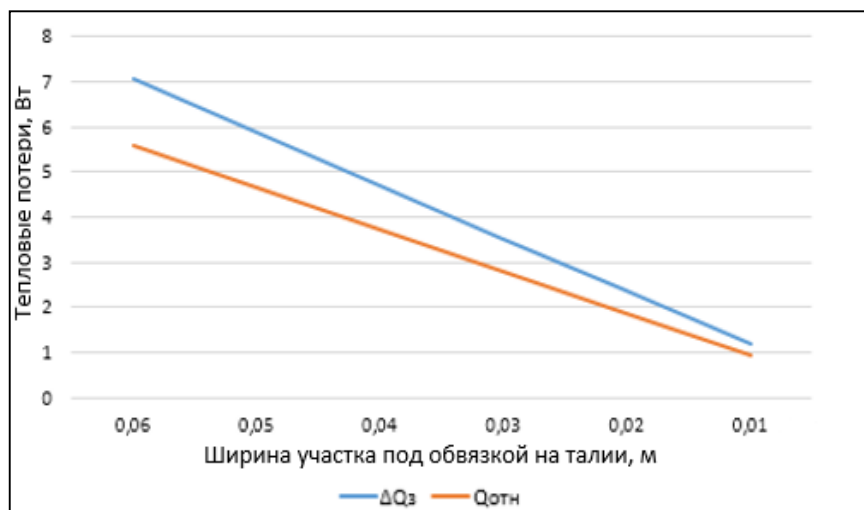


Рисунок 3.10— График изменения ΔQ_z — увеличения тепловых потерь из зоны при стягивании талии поясным ремнем и $Q_{отн}$ — относительного увеличения тепловых потерь в зависимости от ширины поясного ремня

Как следует из приведённого выше графика тепловые потери линейно зависят от ширины поясного ремня. Чем шире ремень — тем больше потери.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

1. Разработана математическая модель «человек — одежда — страховочная система — окружающая среда», которая на основе прямого и обратного расчёта тепловых потерь позволяет найти значения тепловых потоков с участков тела человека в сдавленном и несдавленном пакетах.
2. Расчётным методом подтверждено, что тепловые потери, возникающие при сдавливании пакета теплозащитной одежды под страховочной системой, зависят от степени сдавливания и ширины ремней страховочной системы.
3. Разработанный алгоритм, реализованный в программной среде Excel позволяет проводить расчёт тепловых потерь сдавленных и не сдавленных пакетов в зависимости от изменения входных данных для расчёта: температуры окружающей среды, ширины лямок страховочной системы на бёдрах и талии и др.

4. Разработанная математическая модель позволяет смоделировать различные зависимости исследуемой системы. Расчётным путём установлено, что с уменьшением температуры окружающей среды до минус 40 °С увеличиваются тепловые потери в зоне поясного ремня до 19,4 Вт и относительные тепловые потери до 15,4 %; при минус 40 °С поток с модели тела человека увеличивается на 30 Вт, а в процентном отношении, по сравнению с несдавленным пакетом одежды отток тепла увеличивается на 25,8 %; теплопотери экспоненциально увеличиваются с уменьшением толщины пакета под страховочной системой от 0,08 (без сдавливания) до 0,02 м, при этом изменение теплопотерь составляет от 0 (при несдавленном пакете) до 14,3 Вт при сдавленном пакете δ до 0,02 м.

5. 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 позволят, не снижая функциональности человека в страховочной системе, повысить его тепловую защиту.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА И ИССЛОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ АЛЬПИНИЗМА И ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА

4.1 Разработка конструкции теплозащитной одежды

4.1.1 Выборные характеристики названия теплозащитной одежды для промышленного альпинизма

В соответствии с классификацией [141] проектируемая теплозащитная одежда для промышленных альпинистов является средством защиты от пониженных температур, и согласно п. 2.3 Приложения справочного «Перечень основных видов средств защиты работающих» в качестве одежды специальной защитной нижних конечностей работающего предусмотрены такие элементы одежды, как брюки и *шорты*. К тому же в альпинизме, горном спорте, мульти спорте и в аутдор-индустрии в целом, существует такая делать гардероба как пуховые шорты. Название «шорты» является специфическим названием из спорт- индустрии и в данном случае представляет собой укороченные брюки со слоем утеплителя, чтобы дополнительно снижать тепловые потери в любых условиях пониженных температур: при восхождении, походе, при выполнении работ, на спортивных зимних мероприятиях и др. Существуют шорты различной длины и назначения. Например, шорты длиной до колен, используют, чтобы утеплить только зону поясицы и бёдер, а шорты длиной ниже колен защищают ещё и коленные суставы [142].

Применение слова «самосбросы» в наименовании данной конструкции относиться к характерной терминологии аутдор-индустрии. Применив программу статистики ключевых слов на сервисе Яндекс – wordstat.yandex.ru можно проследить, что бытовое название брюки (шорты) – «самосбросы» ищут гораздо чаще (460 запросов за месяц), рисунок 4.1 А, чем научное название – «брюки

разъёмные по боковым швам» (ноль запросов за месяц), рисунок 4.1 Б. Разрабатываемая теплозащитная одежда довольно специфичное и редкое изделие, для определенного круга потребителей. Поэтому определено, что в наименовании детали разрабатываемой теплозащитной одежды должен применяться термин для людей, работающих в области спорта, альпинизма, строительства и аутдор индустрии [142].

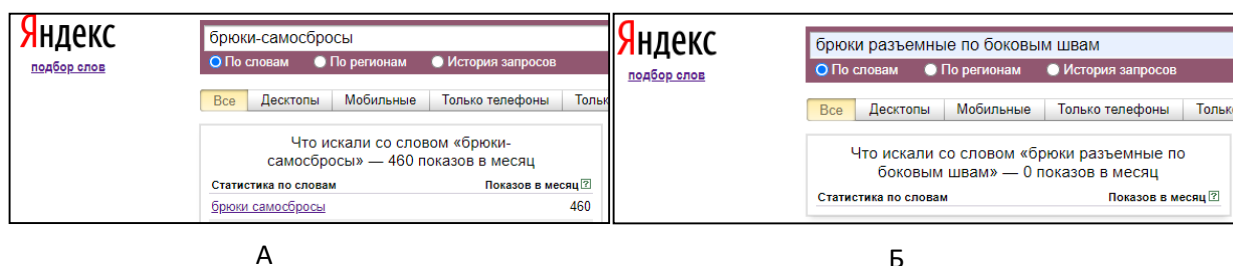


Рисунок 4.1 – Данные по количествам запросов в программе статистики ключевых слов на сервисе Яндекс – wordstat.yandex.ru словосочетаний за месяц шорты – «самосбросы» и «брюки разъемные по боковым швам» [142]

Кроме того, обоснование создания теплозащитной одежды в виде шорт определяется спецификой состава основного комплекта одежды. Дело в том, что альпинисты, спелеологи, мульти спортсмены и другие представители аутдор индустрии поверх основных брюк или комбинезона надевают бахилы для защиты от снега или высокие сапоги и кошки на них, накладки на колени, на рисунке 4.2 выделенные цветными прямоугольниками. Это необходимо для защиты ног от сырости, замерзания и сохранения целостности ткани нижней части брюк, а накладки на колени защищают одежду в районе сгиба от частого соприкосновения с поверхностью стен зданий и сооружений. Поэтому при надевании сверху еще одних теплозащитных брюк спровоцировало бы удвоение пакетов, усложнив при этом эргономику движения человека в целом.



Рисунок 4.2 – Спецодежда и обувь альпинистов и промышленных альпинистов, надеваемая поверх брюк в районе колен и щиколотки [142]

Шорты – «самосбросы», как деталь гардероба, не является широко популярной, но имеет ряд преимуществ:

- является альтернативой пуховым брюкам, имеет меньший вес, легче и компактнее, рисунок 4.3;

- позволяют минимизировать тепловые потери, создавая дополнительную воздушную прослойку между основной одеждой и шортами тем самым уменьшая отток тепла;

- является экономически привлекательнее и доступнее к покупке по сравнению с пуховыми брюками, так как при пошиве шорт используется меньшее количество ткани и утеплителя;

- универсальны по комбинаторике с разными слоями одежды: мембранными брюками, термобельём и др.;

- имеют лёгкий съём и надевание по аналогу с брюками – «самосбросами». Практически все модели от различных производителей конструктивно лёгкосъёмные, за счёт по боковым швам кнопок, пуговиц, молний, рисунок 4.3;

- функциональны. Конструкция в виде шорт – «самосбросов» не сковывает движения. Большие припуски на свободное облегание позволяют надевать их на несколько слоёв одежды.



Рисунок 4.3 – Внешний вид легкосъёмных шорт – «самосбросов» по данным сети Internet [142]

Небольшой вес, компактность, высокие теплоизоляционные показатели, универсальность, возможность быстрого съёма/надевания послужили основанием для разработки конструкции шорт – «самосбросов» для промышленного альпинизма.

4.2 Методика конструирования теплозащитной изделия для промышленного альпинизма

Разработанное и предлагаемое изобретение в рамках данной работы относится к швейной промышленности, а именно к изготовлению одежды специального назначения для защиты от низких температур при работе на открытом воздухе с использованием страховочной системы и может применяться при проведении работ в безопорном пространстве альпинистами, промышленными альпинистами и людьми иных профессий для обеспечения безопасных условий работы.

При всей привлекательности рассмотренных конструкций в п. 1.5, обеспечивающих удобство и возможность быстрого снятия, в них не предусмотрена интеграция со страховочной системой, необходимая для

обеспечения безопасных и комфортных условий при выполнении высотных работ в открытом пространстве при низких температурах. Эта задача решается за счёт создания оригинальной конструкции теплозащитных укороченных брюк (шорт).

Предлагаемая конструкция теплозащитных шорт – «самосбросов», выполнена из пакета теплозащитного материала и состоит из передней и задней половинок с завышенной линией талии, соединенных по средней линии швами, а по боковым – молниями. Задняя половинка оснащена карманом для инструментов и выполнена со смещением боковых швов вперед, а передняя – имеет технологический вырез для выхода элементов крепления страховочной системы, расположенный горизонтально ниже линии талии, закрытый планкой с застежкой типа VELCRO.

Предложенная конструкция представляет собой швейное изделие длиной до колена с припуском на облегание поверх основной одежды и страховочной системы. Шорты предназначены для использования в качестве дополнительной тепловой защиты поверх основной одежды и обеспечивают возможность увеличения продолжительности рабочего времени в холодной среде, при этом уменьшая вероятность развития профессиональных заболеваний, связанных с переохлаждением, рисунок 4.4. Предлагаемое конструктивное решение предназначено для восстановления тепловых потерь с тела человека, когда, 4.4 А – человек в нижнем белье, надевает, 4.4 Б – основную одежду и поверх неё, 4.4 В – страховочную систему, которая пережимает области талии и бёдер и, 4.4 Г – решается вопрос оттока тепла с помощью дополнительной тепловой защиты в виде шорт, надетых сверху основного комплекта одежды.

Шорты представляют собой быстросъёмную конструкцию, обеспечивающую лёгкий, без усилий, съём и надевание в неблагоприятных погодных условиях. Кроме того, данная конструкция позволяет рационально совмещать страховочную систему и шорты висящего в страховочной системе человека за счёт наличия технологического выреза для выхода соединительных элементов страховочной системы.

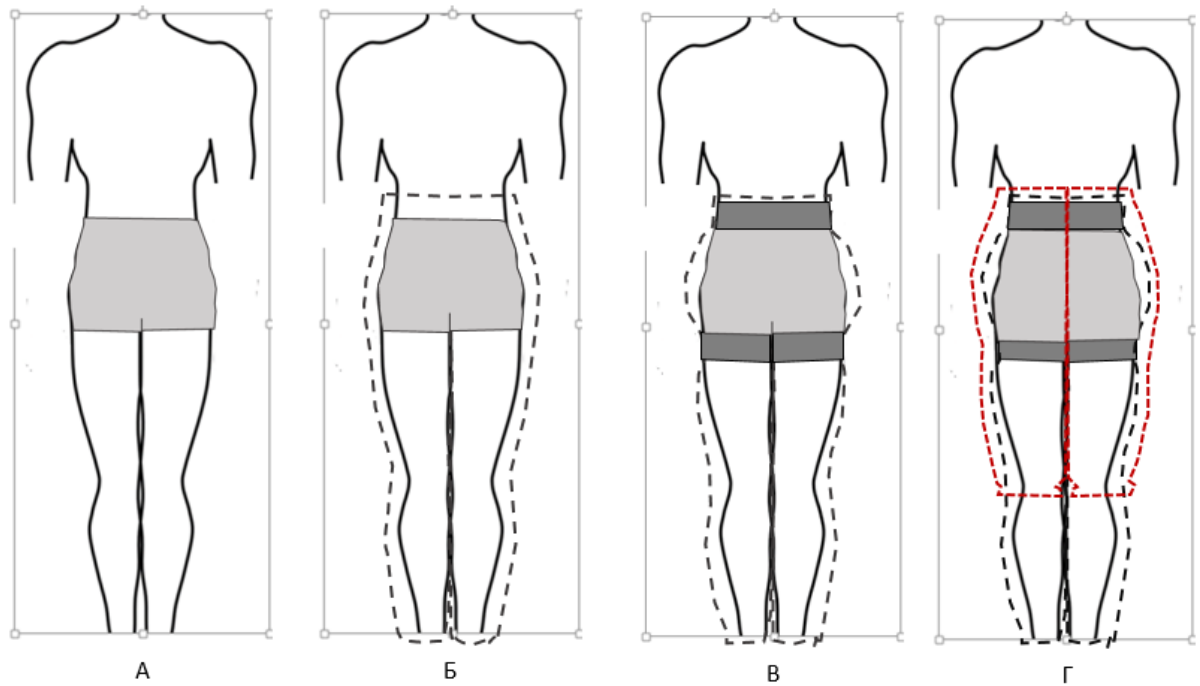


Рисунок 4.4 – Конструктивное решение для уменьшения тепловых потерь с тела человека, когда на А – человек в нижнем белье, Б – человек в основной одежде (брюках), В – страховочная система надета поверх брюк и пережимает места в области талии и бедер, Г – надетых сверху всего комплекта теплозащитные шорты для минимизации оттока тепла с тела человека [142]

Новым и основным отличительным элементом конструкции шорт, является технологический вырез в районе гульфика, расположенный горизонтально ниже линии талии и закрытый планкой с застежкой типа VELCRO, который служит для прохождения карабина, обеспечивающего присоединение страховочной системы к тросу, позволяя надевать их поверх основной одежды и страховочной системы.

Технический результат предлагаемой конструкции теплозащитных шорт – «самосбросов» заключается в повышении комфорта и безопасности в условиях низких температур окружающей среды во время выполнения высотных работ. Шорты обеспечивают дополнительную защиту тела от холода в местах, наиболее уязвимых к быстрому замерзанию, где страховочная система сжимает тепловой пакет верхней одежды лямками. Шорты, выполненные из теплозащитного пакета материалов, имея припуск на облегание, охватывают область сжатия и восстанавливают тепловую защиту в местах обжимающих лямок, при этом естественное вытягивание страховочной системы не растягивает

резиновую тесьму на поясе шорт. Технологический вырез позволяет пропустить через него коуш страховочной системы с присоединенным к нему карабином и страховочной веревкой, а завышенная линия талии шорт способствует тому, чтобы поясной коуш страховочной системы человека, находящегося в шортах в безопорном пространстве, не стеснял движений человека. Кроме того, наличие кармана для инструментов на задней половинке шорт повышает эксплуатационные характеристики изделия и позволяет иметь в доступной зоне необходимый в работе инструмент. Предложенная конструкция шорт обеспечивает легкий съём (самосброс) за счёт наличия по боковым швам молний и расположения элементов присоединения страховочной системы к тросу на наружной поверхности.

Данное конструктивное решение не имеет аналогов, что подтверждает патент 192649 Российская Федерация МПК51 А41D 1/08 (2006.01). Теплозащитные шорты – «самосбросы» (Приложение Е).

Для дополнительной защиты от негативного воздействия низких температур шорты выполнены из теплозащитного пакета материалов. Пакет материалов состоит из слоёв: поверхностный слой из нейлона со специальной водоотталкивающей и воздухонепроницаемой пропиткой, прокладочный материал, прокладочный слой из несвязного композиционного утеплителя, а также подкладочной ткани. Сечение бедра человека в разрабатываемой теплозащитной одежде с указанием слоёв пакета одежды представлено на рисунке 4.5. По задней половинке изделия добавляется еще один слой для возможности настроить карман для инструментов. За счёт слоя утеплителя повышаются теплозащитные свойства одежды, что позволяет использовать изделие при низких температурах, увеличивая время на выполнение высотных работ.

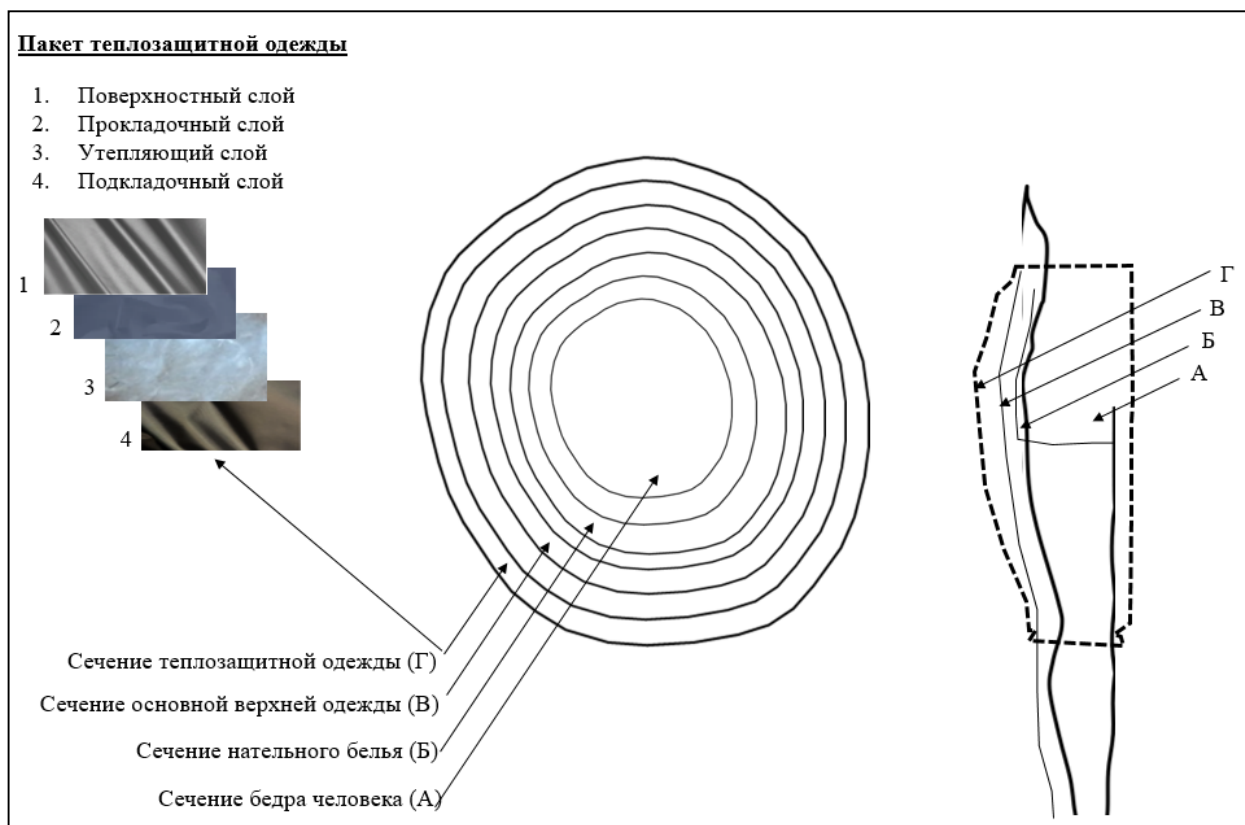


Рисунок 4.5 – Сечение бедра человека в разрабатываемой теплозащитной одежде, представленное на рисунке как, А - сечение бедра человека, Б – нательное белье, В – основная верхняя одежда, Г – теплозащитная одежда, надетая поверх имеющегося комплекта

Разрабатываемая модель представляет собой шорты мужские, умеренного объёма, утеплённые смесовым утеплителем 90/10 (90 % смесь пухо-перовая, 10 % полиэфирное волокно) с разъёмными боковыми застежками (молния Т5, 2-ух замковая, разъёмная, реверсивная, слайдер увеличенный, пулер перекидной УКК), утеплённые внутренней планкой. Предложенная конструкция поясняется чертежами: рисунок 4.6 – общий вид, где 1– передняя половинка; 2 – задняя половинка; 3 – молния; 4 – резиновая тесьма; 5 – поясной ремень с пряжкой; 6 – планка с застежкой «Велкро»; 7 – карман; рисунок 4.7 – полная экипировка в основной одежде со страховочной системой и шортах.

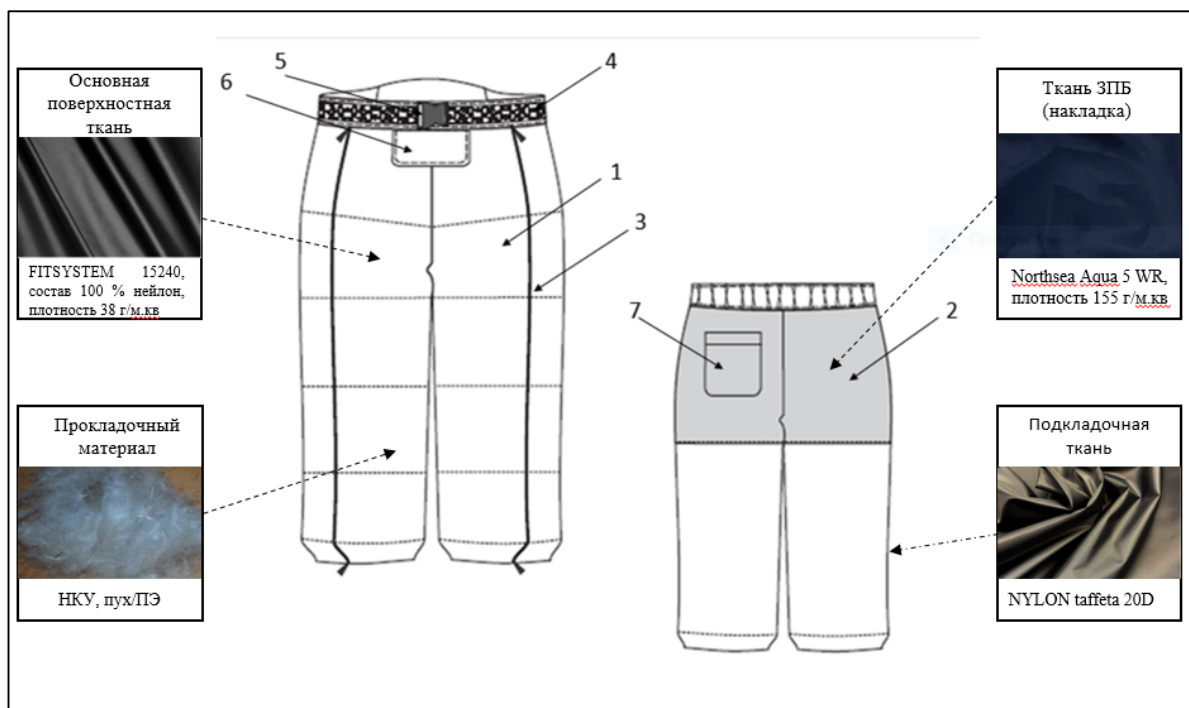


Рисунок 4.6 – Общий вид теплозащитных шорт – «самосбросов»



Рисунок 4.7 – Полная экипировка в основной одежде со страховочной системой и шортах

Шорты с усиленными накладками на задней половинке. Пояс шорт широкий, с эластичной тесьмой по спинке и кулисой со шнуром по переду. На передних половинках шорт предусмотрено отверстие для вывода страховочной привязи. Во избежание проникновения холода технологическое отверстие закрывается накладным клапаном.

По низу брюк и поясу располагаются паты для регулировки объёма. Для плотной фиксации и избегания попадания снега по низу брюк располагается резинка (лента латексная).

В основной пакет материалов для пошива проектируемого изделия входят: основной материал, прокладочный материал, подкладочный материал и несвязный утеплитель. Данные материалы подобраны в соответствии с назначением и видом изделия, а также с учётом требований, предъявляемых к изделию и к материалам.

Для разрабатываемой теплозащитной одежды ключевым слоев является прокладочный, то есть утеплитель, изучению которого посвящён теоретический раздел 1.5 и глава 2. Также при пошиве экспериментальной модели шорт – самосбросов необходимо обоснованно подойти к выбору верхнего поверхностного слоя и подкладочного материала.

Изучив опыт разработки и изготовления теплозащитной одежды с несвязным утеплителем (пухо-перовой смесью или НКУ) для активных видов спорта, альпинизма, промышленного альпинизма и Outdoor индустрии в целом, а также рынок современных поверхностных и подкладочных материалов для теплозащитной одежды, представленных в таблице Ж. 1 и Ж. 2 Приложения Ж, для исследований в данной работе выбраны материалы, согласно рисунку 4.6:

1. Передняя половина изделия выполнена из ткани FITSYSTEM 15240, состав нейлон, плотность 38 г/м². Она долговечна, термокомфортна, быстро высыхает, сертифицирована. Обработка WR-водоотталкивающее покрытие на внешней стороне (позволяет каплям скатываться), CIRE-пухoderжащее покрытие.

2. Задняя половина брюк, как наиболее подверженная дополнительным трениям и механическим усилиям при выполнении работ в безопорном пространстве, при зависании в положении «сидя», усилена накладкой из ткани Northsea Aqua 5 WR, состав 100 % нейлон, плотность 155 г/м², обработка WR, CIRE, которая применяется в качестве ткани верха для изготовления одежды, защищающей от пониженных температур, воздействия мокрого снега и порывистого ветра, имеет высокую паропроницаемость PU-мембраны, что придаёт одежде исключительный комфорт и снижает риск переохлаждения.

3. Прокладочная ткань, в качестве которой выступает несвязный композиционный утеплитель, представляет собой пух водоплавающей птицы с синтетической компонентой в пропорции 90/10. После проведённых лабораторных испытаний, описанных в главе 2, принят в качестве утеплителя экспериментальной модели шорт – «самосбросов», как показавший максимально хорошие результаты наполняющей способности, способности к многократному сжатию и восстановлению.

4. Подкладочный материал NYLON taffeta 20D представляет собой блестящую, шелковистую ткань. Таффета – стопроцентная синтетика. Не мнется и не протирается, выдерживает разные температуры с обработкой CIRE-пухoderжащее покрытие.

Выбор ткани верха обусловлен характеристиками утепляющего наполнителя. Согласно [143] при использовании в качестве утеплителя нетканого полотна целесообразно применять в качестве поверхностной, ткань плотностью около 200 г/м² и выше для поддержания консольности конструкции и минимизации кривизны изделия, рисунок 4.8 А. При использовании в качестве наполнителя теплозащитной одежды, как основного слоя, несвязного утеплителя, который характеризуется большой объёмностью, сжимаемостью и восстановлением первоначального объёма после оказания на него нагрузки, необходима лёгкая, не жёсткая, но прочная поверхностная ткань, с плотностью до 100 г/м², для возможности лёгкого взбивания и восстановления первоначальной толщины пакета одежды, рисунок 4.8 Б.



Рисунок 4.8 – Графический вид пакета с утеплителем в виде: А – нетканого полотна и поверхностной тканью плотностью 200 г/м² и выше, Б – пухоперовая смесь и лёгкая поверхностная ткань, плотностью не более 100 г/м²

4.3 Анализ существующих эмпирических практик и инженерный расчёт заполнения изделия пухом

В настоящее время в промышленности, производящей пуховую одежду и снаряжение сложились эмпирические ноу–хау расчёта заполнения отсеков изделий пухом. Особенность расчёта требуемого количества пуха в изделие, его распределения по отдельным отсекам изделия, обусловлена разобщенностью структуры пуха и подобных ему несвязных материалов. Эта особенность предполагает возможность его взбивания в процессе эксплуатации, что приводит к изменению линейных размеров изделий и их толщины. Необходимо также учитывать, что пух очень мягкий материал и даже ветер может изменять толщину наветренного пакета изделия, а такое снаряжение, как страховочная система или рюкзак своими лямками сжимают пакет практически до нулевой толщины, что, впрочем, компенсируется путем взбивания изделия.

Исходной величиной для расчёта является наполняющая способность – FP , или объёмная плотность пуха ($\text{см}^3/\text{г}$) и средняя масса пуха на квадратный метр изделия, которая определяется наполняющей способностью. Далее в зависимости от длины, толщины изделий, их сочетания, будучи надетыми на человека, идёт перераспределение массы пуха в зависимости от площади и положения отдельных отсеков.

Необходимо отметить, что в целом конструктивные прибавки пуховой одежды рассчитываются с учётом ГОСТ 12.4.303-2016 «Одежда специальная для защиты от пониженных температур» [29] с учётом уточнённых коэффициентов утепления отдельных частей тела [144] и дополнительными прибавками и припусками, учитывающими специфику несвязного утеплителя [145,146,147].

В настоящее время этот процесс носит эмпирический характер и является секретом производства каждого предприятия. Моими предшественниками были выявлены ряд особенностей несвязных утеплителей, которые дают основные ориентиры для проектирования распределения пуха.

Практический вариант проектирования распределения пуха по деталям пухового изделия включает следующие основные этапы.

1. Определение толщины пакета по участкам тела человека в соответствии с ГОСТ 12.4.303-2016 «Одежда специальная для защиты от пониженных температур» ведется для изделий, в которых не предусмотрено ограничение по массе.

2. Определение наполняющей способности пуха (несвязного утеплителя) в соответствии с методикой EN 12130 Fill Power [118], в результате которого можно определить товарное качество пуха. Однако метод дает весьма условное представление об упругих свойствах пуха в силу априорных погрешностей, влияющих на конечный результат – одноосного выдавливания воздуха из массы пуха при сжатии в стакане, трения пуха об вертикальные стенки измерительного стакана. Недостатки метода многократно обсуждались в различных источниках [147,148], этот показатель очень хорошо исследован для высококачественного пуха, но в практическом применении для расчета плотности заполнения изделий пухом он дает только приблизительные ориентиры.

3. Определение поверхностной плотности пуха в детали изделия. Для этого по площади детали и ее толщине определяется объём утеплителя и делится на FP. Однако, рассчитанное таким образом количество пуха недостаточно для обеспечения необходимой упругости пакета.

4. Определение первоначальной гипотезы о величине коэффициента плотности заполнения пухом с данной наполняющей способностью. Коэффициент заполнения – величина на которую необходимо умножить рассчитанную в п.3 массу пуха, для получения требуемой упругости пакета. Коэффициент заполнения – эмпирическая величина, как правило он колеблется в пределах 1,4 – 1,8 [68]. То есть требуемое для изделия количество пуха увеличивается на эту величину. При этом чем меньше FP, тем меньший коэффициент заполнения, чем выше FP, тем больший коэффициент заполнения. Это связано с повышенной жесткостью его массы.

5. Распределение массы пуха по отсекам детали изделия пропорционально их площади.

6. Отшив изделия. Органолептическая проверка упругости пакета на готовом изделии, и корректировка коэффициента плотности заполнения.

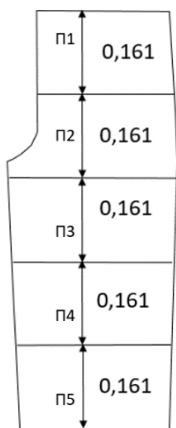
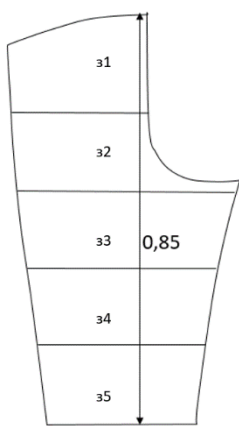
В качестве примера нами был проведен расчёт заполнения шорт пухом (несвязным утеплителем) для средней толщины пакета 4 см, наполняющей способности пуха 700 см³/г, коэффициентом наполнения пухом $K_n=1,7$.

В таблице 4.1 представлены формулы для расчёта основных начальных параметров для набивки изделия, в таблице 4.2 – основные параметры для расчёта распределения пуха по отсекам шорт теплозащитных.

Таблица 4.1 – Формулы для расчёта основных начальных параметров для набивки изделия

Данные для расчетов модели "Шорты пуховые"		
Наименование параметра	Ед.изм.	Значение
Средняя толщина пакета	см	4
Общая площадь лекал	см ²	=A _{H33}
Объём утеплителя	см ³	=G ₈ *G ₉
Ф.Р.		700
Общая масса пуха	г	=G ₁₀ /(G ₁₁ *2,54*2,54*2,54/28,35)
Коэффициент наполнения пухом, K_n		1,7
Общая масса пуха, с учетом K_n	г	=G ₁₂ *G ₁₃
Плотность наполнения	г/см ³	=G ₁₄ /G ₁₀
Поверхностная плотность заполнения пухом	г/м ²	=G ₁₄ /G ₉ *10000

Таблица 4.2 – Параметры для расчёта распределения пуха по отсекам шорт теплозащитных

Наименование параметра		Размерность			
Средняя толщина		см		4	
Общая площадь лекал		см ²		10167	
Объём утеплителя		см ³		40668	
Коэффициент наполнения пухом				1,7	
Вид лекал, нумерация отсеков деталей					
Передняя половина			Задняя половина		
					
Распределение пуха по отсекам, грамм					
№ отсека	Площадь отсека, см ²	Масса пуха, г	№ отсека	Площадь отсека, см ²	Масса пуха, г
п1	394,45	6,63	з1	513	8,62
п2	450,8	7,58	з2	522,9	8,79
п3	499,1	8,39	з3	635,95	10,9
п4	481,39	8,09	з4	587,65	9,88
п5	466,9	7,85	з5	531,3	8,93
Площадь деталей, см ²	2292,6			2790,8	
Количество деталей	2			2	
Общая площадь одинаковых деталей, см2	4585,3			5581,6	
Средняя поверхностная плотность пуха в изделии г/м ² .				168,06	

4.4 Разработка конструкции шорт– «самосбросов»

Настоящее техническое описание распространяется на шорты пуховые (мужские) для защиты от пониженных температур. Модель разработана ООО «БВН инжиниринг». За основу при разработке приняты размерные признаки типовой фигуры человека (мужчины 176-100-88), рисунок 4.9.

N	Обозн.	Наименование	Величина
1	Ст	Полуобхват талии	42.00
2	Сб	Полуобхват бёдер	50.40
3	Дсб	Расстояние от линии талии до пола сбоку	110.80
4	Дтк	Длина от линии талии до колена	61.10

Рисунок 4.9 – Типовые размерные признаки выбранные при проектировании одежды

Выбор прибавок на свободное облегание приведён в соответствии с рисунком 4.10, 4.11.

N	Обозн.	Наименование	Величина
1	Пт	Прибавка к Ст	8.00
2	Пб	Прибавка к Сб	9.00
3	Пдс	Прибавка в высоте сидения	2.00
4	Пбед	Прибавка к Обедра	4.00
5	ПДтк	Расстояние от пола до низа брюк	1.00
6	x1	Отведение средней линии спинки	0.50
7	x2	Раствор вытачки по ППб	0.00
8	x3	Раствор вытачки по ЗПБ	0.00
9	x4	Ширина низа брюк	29.00
10	x5	Ширина брюк на уровне колена	31.50
11	x6	Спуск линии талии для комбинезона	5.00
12	x7	Разница между задней и передней половинками брюк	2.00
13	x8	Раствор вытачки по переду = 3см (0,7 отняла для молнии)	2.30
14	x9	Раствор вытачки по спинки = 1см (0,7 отняла для молнии)	1.30

Рисунок 4.10 – Прибавки на свободное облегание в проектируемой модели одежды

В этой же программе на базовую конструкцию наносились модельные особенности разрабатываемого изделия. Лекала с изменёнными особенностями переносились в программу Maestro, рисунок 4.13. Данная программа воспроизводит полекальную модельную конструкцию иногда с добавлением швов, в данном случае со строчками выстёгивания.

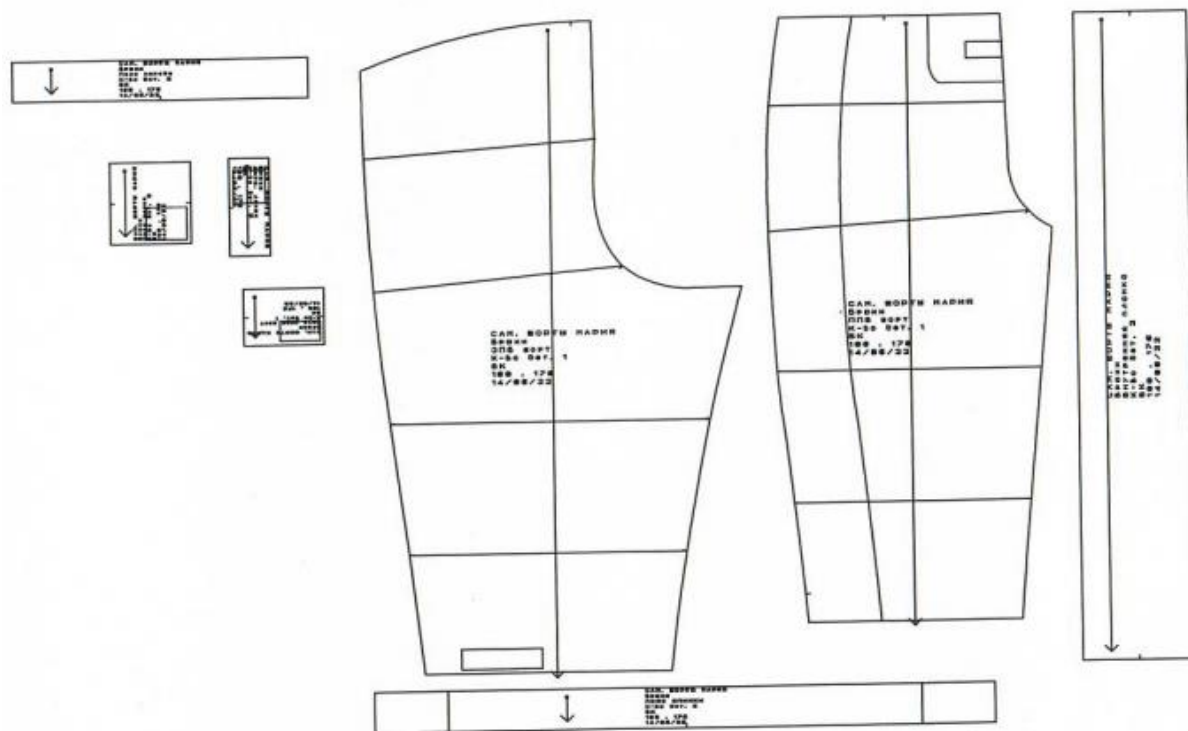


Рисунок 4.13 – Полекальная модельная конструкция разрабатываемого изделия

Мелкосерийное производство предполагает разработку и внедрение серии моделей одежды на одной базовой основе, отработанной, проверенной и откорректированной с учётом необходимых поправок. Модели из серии могут содержать различные модельные элементы, конструктивное устройство узлов и методы их обработки. Разрабатываемая модель рекомендована для выпуска в серийном производстве. После нанесения модельных особенностей проектируемой одежды базовая конструкция становится модельной.

Особенности методов обработки элементов, подвергающихся наибольшему нагрузкам, представлены в соответствии с рисунком 4.14, эскиз основных узлов в соответствии с рисунком 4.15, таблица 3 Приложения 3.

Таким образом, разработанная теплозащитная одежда отвечает заявленным требованиям теплозащиты при сохранении эргономичности и удобства эксплуатации. А использование в качестве утеплителя перопухового наполнителя с синтетической компонентой обеспечивает малую массу, ценовую доступность и высокую восстанавливающую способность аутдор-снаряжения.

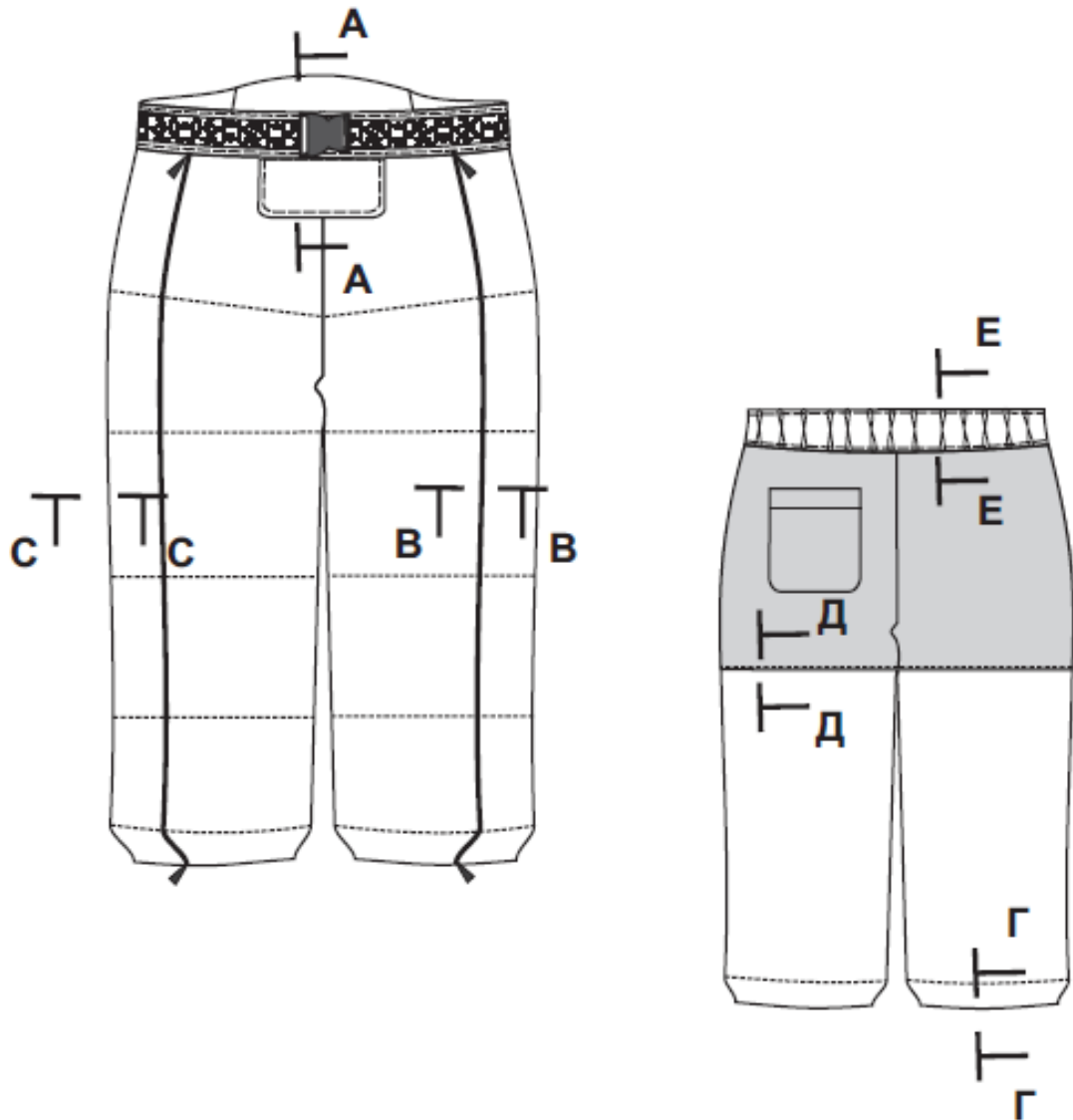


Рисунок 4.14 – Основные технологические узлы пректируемой одежды

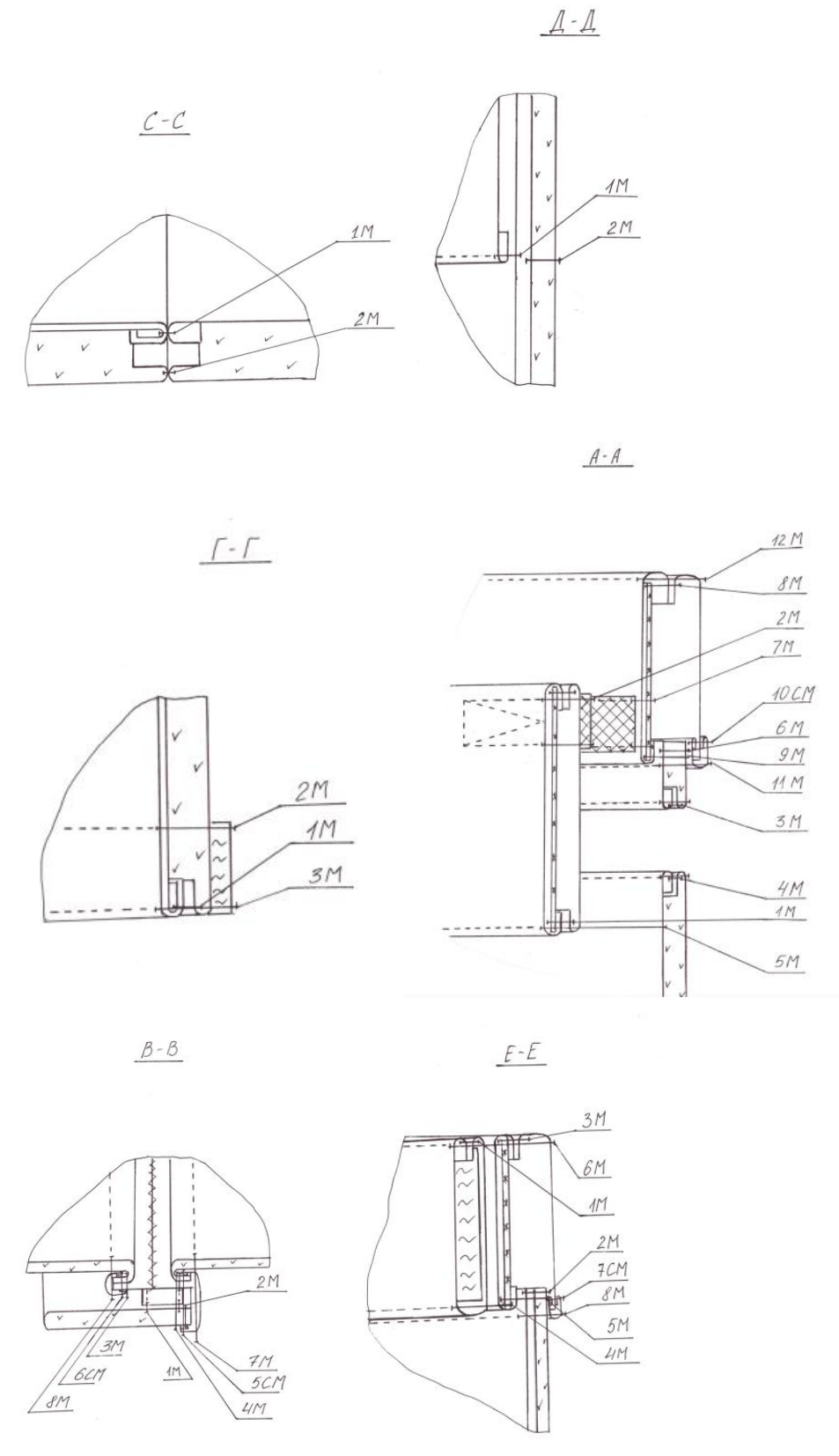


Рисунок 4.15 – Эскизы основных узлов, где: С – боковой, В - шов обработки молнии, а - пояс по переду с обработкой технологического выреза для привязи, Е – пояс по спинке и его обработка с кулисой, Г - обработка низа брюк с эластичной лентой, Д – шов настрачивания усиленной накладки задней половинки брюк

Шорты изготавливаются из современных, лёгких, но прочных материалов, нормы расхода которых указаны в таблице 1 Приложения 3. Разбивка количества утеплителя рассчитана и указана в таблице 2 на температурный режим от минус 3 °С до минус 30 °С, Приложения 3.

Отшита экспериментальная модель теплозащитных шорт – «самосбросов», рисунок 4.16.



Рисунок 4.16 – Внешний вид экспериментальной модели шорт – «самосбросов» [142]

4.5 Техничко – экономический расчёт производства несвязного композиционного утеплителя

В рамках научно – исследовательской работы поставлена задача найти не только оптимальный материал для смешивания с точки зрения характеристик наполняемости и упругости, но и экономически привлекательный, способный

снизить конечную стоимость продукции, путём «разбавления» пухо – перовой смеси, не изменяя существенно при этом её эксплуатационные характеристики.

Известно, что на рынке существуют уже готовые синтетические утеплители и различные хлопьевидные наполнители в виде отдельных шариков или спиралей, которые смешивают с пухом [120], но их стоимость слишком высока, чтобы назвать этот вариант бюджетным. По данным сети Internet стоимость 1 кг синтетического пуха для одежды в зависимости от производителя, плотности и размера волокон колеблется от 1000 до 2900 тысяч рублей.

Отходы текстильного производства доходят до четверти от всего количества первоначального объёма сырья. На швейных предприятиях при пошиве теплозащитной одежде используется также нетканое полотно. Остаются межлекальные отходы (выпады). Если остатки не перерабатывать, то это может привести к экономическим потерям. Велики также штрафы за неправильный вывоз мусора и утилизацию текстильных отходов [149].

Чтобы не утилизировать остатки производства нами предложена возможность использования в качестве утеплителя обрезков от нетканых полотен утеплителей, остающихся в результате производства теплозащитной одежды, рисунок 4.17.

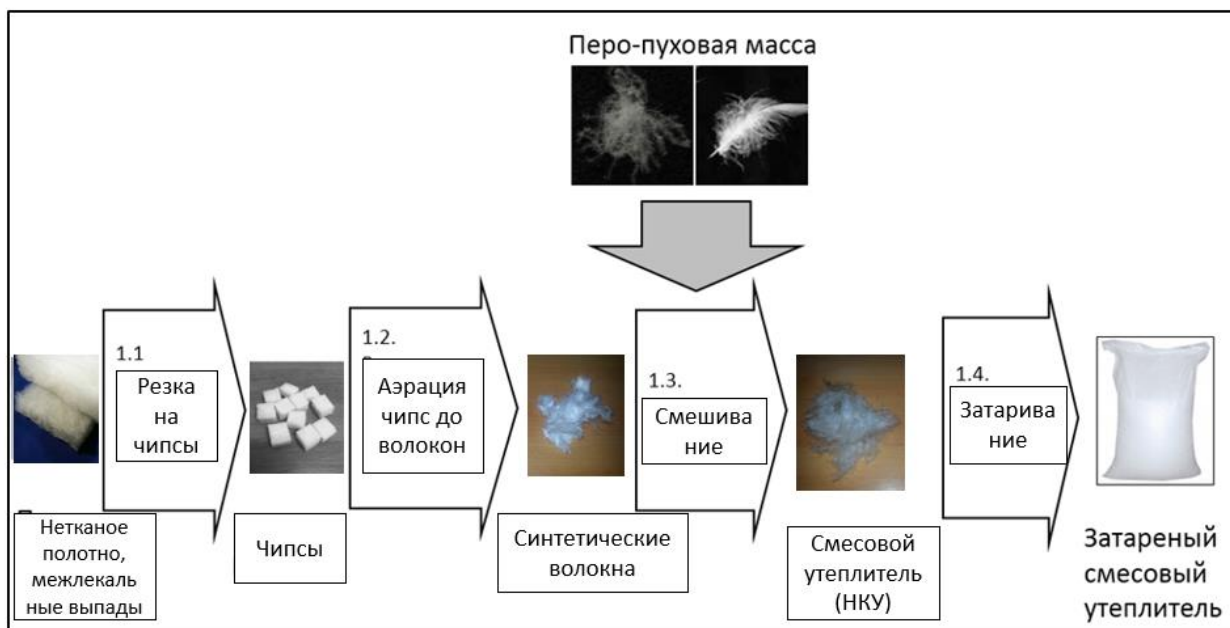


Рисунок 4.17 – Схема технологического процесса получения смешового утеплителя

Учитывая то, что на покупку сырья не требуется расход денежных средств важным вопросом является измельчение нетканого полотна до определённого рекомендованного ранее размера чипса $15 \times 15 \text{ мм}^2$ и смешивание его с пухо – перовой смесью. Для этого необходима технологическая линия, в которую входит рубочная машина, щипальная машина, агрегат для аэрации или иное оборудование для нарезки и измельчения остатков нетканых полотен до необходимых размеров компонент. Далее необходимо его аэрировать до консистенции, максимально сопоставимой с пухоперовой смесью, чтобы обеспечить наилучшую интеграцию двух компонент между собой. Эти шаги сопряжены с изготовлением и/или покупкой дорогостоящего оборудования. Учитывая, что синтетическая компонента в процентном соотношении добавляется к пухоперовой смеси для разных изделий не более 30 %, то собственное производство ее не целесообразно. Установлено, что исходное сырьё – синтетическую компоненту (компонента Х) выгоднее приобретать в формате аутсорсинга. Это предполагает инжиниринговый этап подготовки измельчения и аэрирования синтетических компонент на швейных и промышленных предприятиях, оснащенных необходимым оборудованием для последующего смешивания с пухом. Рассчитаем стоимость внедрения рубочной машины в производственную линию и траты на аутсорсинг.

Рассмотрим расчёт для партии пуха с синтетической компонентой массой 2 тонны с содержанием компоненты Х 25%. Стоимость пуха возьмем равной 3500 руб./кг, компоненты Х 1000 руб./кг. Изучим 2 варианта изготовления НКУ:

Вариант 1. Приобретение рубочной машины типа NSX-QD 350s, либо машина для переработки отходов GD-80. Также разработается устройство для аэрации полученных компонент для большого объёма и дополнительный бункер затаривания для полученного синтетического материала.

Для расчётов принимается производительность 1500 кг/час. Стоимость оборудования составляет около 700 000 руб. В этом случае альтернативные издержки (обслуживание кредита на приобретение встраиваемого в производственную линию оборудования) должно учитываться в стоимости

изготовления партии НКУ. Производительность машины смешивания принимается 20 кг/час.

Вариант 2. Резка и аэрация синтетических компонент на чипсы осуществляется на специализированном производстве, на их высокопроизводительном оборудовании, которое постоянно встроено в технологический процесс. Производительность оборудования принимается равной 1500 кг/час. В этом случае альтернативные издержки производителя по измельчению относятся только к данной партии и не учитываются в бухгалтерском балансе организации. Производительность машины смешивания принимается 20 кг/час.

В обоих вариантах стоимость производственного персонала принята за величину 60 000 рублей в месяц. В Приложении Д.16 Приложения Д представлена экономическая модель вариантов расчётов в виде расчётной таблицы на базе программного комплекса MS Excel. В таблице 4.3 представлены ключевые данные расчёта экономических параметров производства НКУ.

Таблица 4.3 – Основные экономические параметры производства НКУ для партии 2000 кг для двух вариантов расчёта

Основные экономические параметры	Номер варианта	
	1	2
Стоимость получения одного килограмма НКУ (резка + смешивание), руб.	15,2	21,5
Загрузка машины резки, мес.	0,002	0,002
Загрузка линии смешивания, мес.	0,62	0,62
Стоимость партии НКУ, руб.	5793037	5793100
Стоимость пуха НКУ, руб./кг	2890,2	2896,5
Альтернативные издержки за год, руб.	48991	0
Отнесение альтернативных издержек на партию НКУ, руб.	46	21,5

Из таблицы 4.3 следует, что отнесение альтернативных издержек на партию пуха в 2000 кг более чем в 2, 5 раза увеличивает стоимость получения одного килограмма НКУ. При производстве НКУ для партии в 2000 кг загрузка смешивающего оборудования составит 0,62 месяца при производительности 20 кг/час.

В таблице 4.4 представлен экономический расчёт для партии в 14000 кг.

Таблица 4.4 – Экономический расчёт для партии пуха БВН в 14000 кг

Основные параметры экономического расчёта	Номер варианта	
	1	2
Стоимость получения одного килограмма НКУ (резка + смешивание), руб.	15,2	21,55
Загрузка машины резки, мес.	0,014	0,014
Загрузка линии смешивания, мес.	4,4	4,4
Стоимость партии НКУ, руб.	40551262	40551700
Стоимость пуха НКУ, руб./кг	2896,2	2896,5
Альтернативные издержки за год, руб.	48940	0
Отнесение альтернативных издержек на партию НКУ, руб.	25	21,5

Из таблицы 4.4 следует, что наиболее выгодным в производстве вариантом в этом случае является вариант № 2. С учётом вышеизложенного целесообразно передать резку чипсов из нетканых полотен и последующую их аэрацию субподрядчикам, которые будут изготавливать необходимый материал из синтетической компоненты для смесового пуха. Кроме того, доказано, что создание синтетических компонент из отходов производства экономически выгоднее чем приобретение готового синтетического пуха и аналогов.

4.6 Экономическое обоснование использования в качестве утеплителя несвязного композиционного материала

Ранее обсуждалось, что использование в качестве второй компоненты для смешивания с пухоперовой смесью в несвязном композиционном утеплителе синтетических волокон в виде лекальных выпадов, отходов производства могло бы снизить стоимость изделия и позволит сделать его более привлекательным в цене для конечного потребителя.

На основании калькуляции затрат на материалы предприятия, производящего шорты – «самосбросы» с 100 % наполнителем пухо-перовой смеси, расчётным путём определим стоимость одного изделия и партии в сравнении с изделиями с НКУ.

Рассчитаем стоимость затрат на производство одного изделия шорт – «самосбросов» в трёх вариантах, на примере калькуляции затрат на пошив одного изделия, таблица 4.5:

- 1 вариант – наполнитель 100 % пухо-первая смесь;
- 2 вариант – пух 90 %, синтетическая компонента 10%;
- 3 вариант – пух 70 %, синтетическая компонента 30%.

Таблица 4.5 – Фрагмент расчёта стоимости одного изделия
(шорт – «самосбросов») с различными утеплителями

Вид наполнителя, соотношение в %	Количество отпущенное, кг	Цена, руб.	Стоимость одного готового изделия, руб.
Пухо-перовая смесь, 100	0,138	3 228,04	1502,59
Пух/синтетическая компонента, 90/10	0,138	2907,25	1482,57
Пух/синтетическая компонента, 70/30	0,138	2 267,13	1387,06

Для более наглядного изменения ценообразования разрабатываемых изделий рассчитаем стоимость вышеописанных вариантов наполнителя для партии 300 шт., таблица 4.6.

Таблица 4.6 – Фрагмент расчёта стоимости изделия (шорт – «самосбросов») с различными пропорциями утеплителей для партии 300 штук

Вид наполнителя, соотношение в %	Количество отпущенное, кг	Цена за килограмм, руб.	Сумма без НДС, руб.	Стоимость партии 300 штук, руб.
Пухо-перовая смесь, 100	44,760	3 228,04	144 487,31	459130,0
Пух/синтетическая компонента, 90/10	44,760	2907,25	130 128,51	444771,2
Пух/синтетическая компонента, 70/30	44,760	2 267,13	101 476,74	416119,4

Расчёты показывают, что с введением в смесь утеплителя синтетической компоненты в размере 10%, на партии 300 шт. можно сэкономить материал, для пошива еще десяти таких изделий, а с введение в перопуховую смесь 30 % синтетической компоненты экономия составит порядка 43 000 рублей, что эквивалентно пошиву тридцати одного разрабатываемого изделия.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

1. Установлено и обосновано название изделия шорты – «самосбросы», как специфического и редкого изделия по конструкции, используемого в кругах конечных потребителей с характерной терминологией. Обоснована длины изделия до колена, которая позволяет минимизировать дублирование пакетов одежды с уже надетой на человека одеждой с сохранением общей эргономики.

2. Установлены характеристики материалов для пошива проектируемого изделия с учётом применяемого утеплителя, его объёмности, возможности лёгкого взбивания и восстановления первоначальной толщины пакета одежды.

3. Проведён анализ существующих эмпирических практик для расчёта заполнения изделия пухом. Установлено, что практическое распределение пуха по деталям пухового изделия на каждом предприятии является индивидуальным процессом. Но, как правило, он подразделяется на 6 этапов. В качестве примера проведен расчёт заполнения шорт пухом (несвязным утеплителем) для средней толщины пакета 4 см, наполняющей способности пуха $700 \text{ см}^3/\text{г}$, коэффициентом наполнения пухом $K_n = 1,7$.

4. Проведён экономический расчёт эффективности использования НКУ, который показал, что для партии 300 шт. шорт – «самосбросов» при добавлении к пухоперовой смеси 10% ПЭ экономия составит 3%, а при 30% - около 9,4 % от общей стоимости партии.

5. По результатам аналитического исследования и математического моделирования предложена конструкция теплозащитных шорт, позволяющая нивелировать уменьшение тепловой защиты человека в безопорном пространстве, обусловленном сдавливанием пакета страховочной системой, тем самым увеличивая время на выполнение работ, не нарушив при этом эргономичности общего комплекта одежды.

ГЛАВА 5 НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ОДЕЖДЫ

5.1 Испытания конструкции теплозащитной одежды в натуральных условиях открытой среды

Ранее в работе определили, что тепловая защита человека может снижаться из-за сжатия и утонения пакета одежды в местах максимального прилегания лямок страховочной системы, надетой сверху основной одежды [30]. Данное утверждение подтверждено многими исследованиями, описанными в 1 главе, а также математическим моделированием в главе 3. Для доказательства вышеизложенного были приведены натурные эксперименты, распределённые на три блока, с испытуемым, на которого были надеты разные комбинации повседневной одежды, теплозащитной одежды и страховочной системы, рисунок 5.1 [138].



Рисунок 5.1 – Испытатель в разных вариациях страховочной системы и тепловой защиты в районе тазобедренного сустава [138]: А – в лёгких трикотажных брюках и надетой сверху страховочной системе; Б – в комплекте А + надетых сверху пуховых шортах; В – в пуховых брюках и надетой сверху страховочной системе с шириной лямок 4,3 см; Г – в пуховых брюках и надетой сверху страховочной системе с шириной лямок 7 см; Д – в комплекте В + надетых сверху лёгких хлопчатобумажных шортах

Для достоверности полученных результатов экспериментальных данных, велась тепловизионная съёмка с помощью тепловизора «Testo 875-2» поверхности различных комбинаций испытуемых комплектов теплозащитной одежды и страховочной системы, с целью выявления и подтверждения зон, подверженных тепловым потерям. На рисунке 5.2, в таком же порядке, как и на рисунке 5.1, по данным тепловизора, показаны тепловые потери во всех комплектах испытуемых комбинаций одежды в натурных условиях на улице перед проведением основного испытания. Испытатель находился в положении стоя, при котором отсутствует давление на пакет теплозащитной одежды. Согласно цветовой шкале на съёмке тепловизора одежда, не подверженная пережатию имела синий цвет и только в местах страховочных ремней и пояса тепловые потери показаны красным цветом.

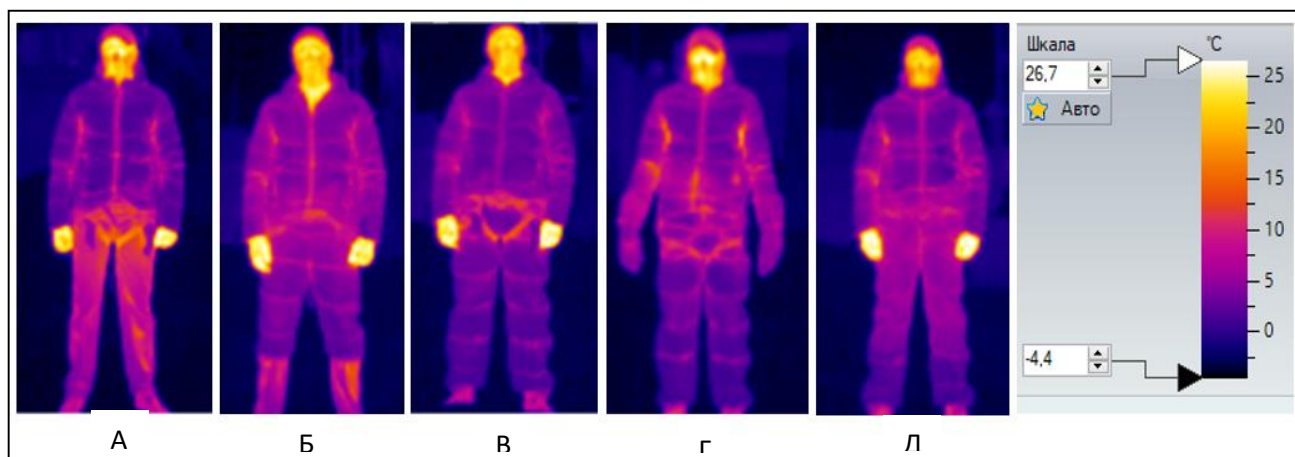


Рисунок 5.2 – Тепловизионные снимки испытателя в разных вариациях страховочной системы и тепловой защиты в районе тазобедренного сустава [138]: А – в лёгких трикотажных брюках и надетой сверху страховочной системе; Б – в комплекте А + надетых сверху пуховых шортах; В – в пуховых брюках и надетой сверху страховочной системе с шириной лямок 4,3 см; Г – в пуховых брюках и надетой сверху страховочной системе с шириной лямок 7 см; Д – в комплекте В + надетых сверху лёгких хлопчатобумажных шортах

В таблице 5.1 перечислены все варианты сочетаний надетой на работника одежды (трикотажные брюки, ветрозащитные шорты, пуховые шорты, пуховые брюки) и страховки, по которым проводился ряд экспериментов, а также их обозначения различными вариантами линий на сводных результирующих графиках [138].

Таблица 5.1 – Сочетания надетых брюк, страховочной системы и тепловой защиты человека в пяти испытаниях [138]

№ п.п	Лёгкие трикота жные брюки	Пухов ые брюки	Страховочная система		Пухов ые шорты	Ветро- защитн ые шорты	Обозначение на сводных графиках, рис. 5.20-5.23
			ширин а лямок 4,3 см	ширин а лямок 7 см			
	Последовательность надевания брюк, страховочной системы и тепловой защиты						
	1	1	2	2	3	3	
1	*		*				—————
2		*	*				- - - - -
3		*		*			- . - . - .
4	*		*		*		— — —
5		*	*			*	— . — .

5.1.1 Методика проведения натурных испытаний

Испытания в открытой среде проводились в феврале 2021 года, со средними значениями температуры окружающей среды 3 °С, влажности 89 %, скорости ветра 1,4 м/с [138]. Серии экспериментов проводились на территории филиала № 1 ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты с предоставлением экспериментальных образцов одежды ООО «БВН инжиниринг» (Приложение И), в том числе шорт – «самосбросов», изготовленных по патенту на полезную модель [150] (Приложение Е).

Известно, что условия окружающей среды могут оказывать влияние на результаты натурных испытаний, поэтому перед их проведением фиксировались значения окружающей среды. Перед каждым экспериментом измерялись и фиксировались данные: температура воздуха, °С; относительная влажность, %; скорость ветра, м/с. Данные окружающей среды измерялась и записывались в протокол испытаний (Приложение К).

Так как испытуемый во время экспериментов находился в новых, стрессовых, условиях, то необходимо было изучить реакцию организма, определить

физиологические показатели. Для этого измерялись и фиксировались: температура тела, °С; артериальное давление, мм рт.ст.; количество ударов сердца в минуту (пульс), уд/мин; количество кислорода в крови, %. Измерения проводились в следующем временном интервале: первый замер всех показателей производился непосредственно в начале испытания, на первых минутах, когда испытуемый находился на открытом воздухе в положении виса в безопорном пространстве. Второй замер производился спустя 10 минут испытания. Третий замер проводился в конце испытания. Данные фиксировались в протоколе испытаний. Алгоритм повторялся для всех пяти экспериментов в каждом исследовании.

Для фиксации всех данных использовались средства измерений, показанные на рисунке Л.1 Приложения Л, с техническими и метрологическими характеристиками, указанными в таблице Л.1 (Приложение Л). Числовые значения по измерениям окружающей среды перед испытанием показаны в таблице М.1 (Приложение М). Физиологические данные испытуемого в таблице 5.2.

Для измерения и фиксирования теплотерь с поверхности кожи испытуемого применялся термометр ТЦМ 1520 с выносными температурными датчиками.

Температурные датчики крепились на кожу испытуемого посредством клейкой ленты (лейкопластыря) следующим образом:

- датчик № 1 на верхнюю поверхность кожи бедра, ниже набедренной лямки страховочной системы. Такое расположение температурного датчика даёт возможность проследить тепловые потери после сдавливания тела набедренной лямкой страховочной системы;
- датчик № 2 на коже бедра, под лямкой страховочной системы, чтобы оценить тепловые потери непосредственно в месте сжатия бедра;
- датчик № 3 на кожу испытуемого в районе ягодиц, выше набедренной лямки страховочной системы, чтобы оценить тепловые потери до сжатия бедра;
- датчик № на кожу верха стопы испытуемого.

Для всех экспериментов места расположения температурных датчиков одинаково.

Таблица 5.2 – Измеренные физиологические данные испытателя во время пяти экспериментов

Испытатель в легких трикотажных брюках и страховочной системе				
Время замеров	Температура тела, °C	Артериальное давление, мм рт.ст	Пульс, уд/мин	Концентрация кислорода в крови, %
Начало испытания	35	122/80	56	97
По истечении 10 минут испытания	36,2	130/85	98	96
Конец испытания	36,6	130/90	102	95
Испытатель в легких трикотажных брюках и страховочной системе с надетыми поверх пуховыми шортами				
Начало испытания	36	122/80	95	97
По истечении 10 минут испытания	36,1	125/98	96	98
Конец испытания	36,3	130/90	85	95
Ширина ремня страховочной системы 4,3 см				
Начало испытания	35,5	120/80	91	98
По истечении 10 минут испытания	36,5	125/85	93	96
Конец испытания	36,8	125/90	100	98
Ширина ремня страховочной системы 7 см				
Начало испытания	36,2	110/90	103	97
По истечении 10 минут испытания	36,5	120/90	96	97
Конец испытания	36,7	120/90	95	97
Испытатель в теплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см, а также надетых сверху легких хлопчатобумажных шортах				
Начало испытания	35,5	110/90	95	96
По истечении 10 минут испытания	36,2	120/90	106	97
Конец испытания	36,7	120/90	108	96

Для проведения каждого эксперимента определены временные границы – 20 минут на один эксперимент и 30 минут на восстановление испытателя в теплом помещении до нормальных физиологических показателей.

После того, как температурные датчики были закреплены на коже испытателя, он одет в определенную экспериментом комбинацию одежды и страховочной системы, физиологические показатели испытуемого измерены и зафиксированы,

он подвешивался за трос на перекладину таким образом, чтобы находиться в состоянии виса в безопорном пространстве в течении 20 минут. Данные прямых измерений по температурным датчикам отображались на цифровом табло термометра и записывались каждые 2 минуты в течении 20 минут для каждого эксперимента [139].

В качестве испытуемого участвовал мужчина с антропометрическими данными: рост 182 см, вес 88 кг. Возраст 41 год. Фото с серии проводимых экспериментов представлены в соответствии с рисунком Н.1 Приложения Н.

5.1.2 Сравнительные натурные эксперименты, направленные на изучение температурных зависимостей на участках тела человека при зависании в лёгких трикотажных брюках, страховочной системе, а также пуховых шортах, надетых сверху

Эксперимент проводился в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см, рисунок 5.3 А, с применением тепловизионной съёмки, рисунок 5.4 А. Данные с температурных датчиков, прикрепленных на теле испытуемого согласно методике, рисунок 5.5, фиксировались через каждые 2 минуты в течении 20 минут общего времени одного эксперимента. Затем поверх уже исследованной комбинации лёгких трикотажных брюк и страховочной системы надевались пуховые шорты, рисунок 5.6, данные тепловизора, рисунок 5.7. Температурные датчики оставались зафиксированными на тех же местах на теле испытуемого, рисунок 5.6. Алгоритм измерений повторялся.

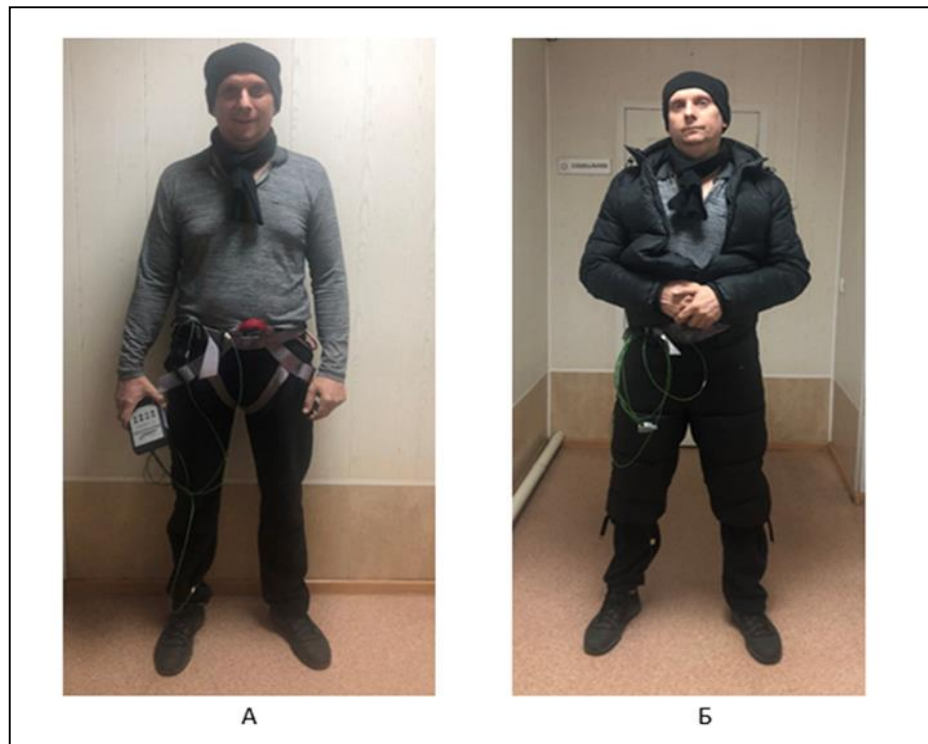


Рисунок 5.3 – Подготовка испытуемого к эксперименту, А – испытуемый в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе; Б – испытуемый в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе с надетыми поверх пуховыми шортами

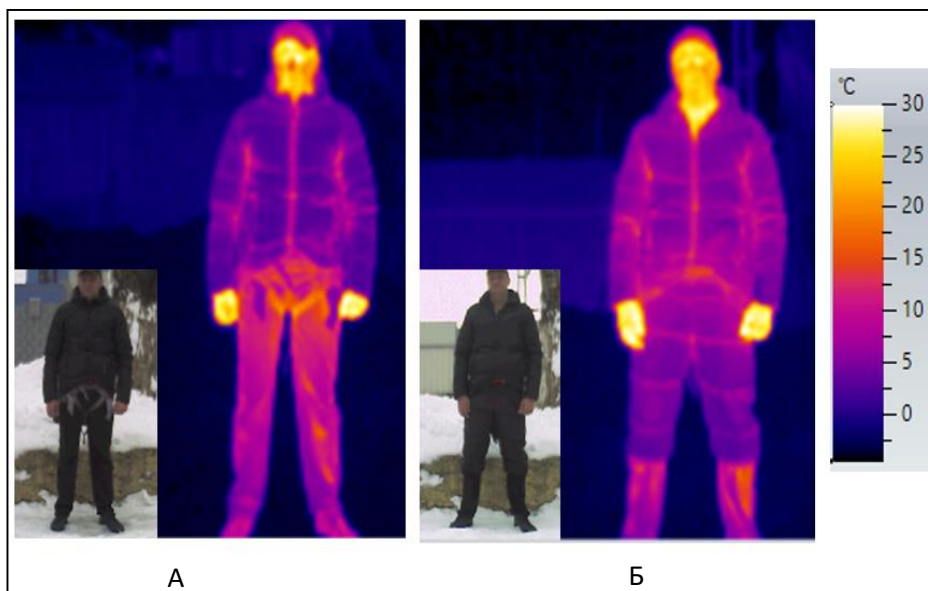


Рисунок 5.4 – Снимки тепловизора в испытуемых комплектах одежды, А – испытуемый в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе; Б – испытуемый в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе с надетыми поверх пуховыми шортами



Рисунок 5.5 – Места крепления температурных датчиков, датчик № 1 – на поверхности бедра, датчик № 2 – на коже под ремнем страховочной системы, датчик № 3 – на коже в районе ягодицы, датчик № 4 – на стопе

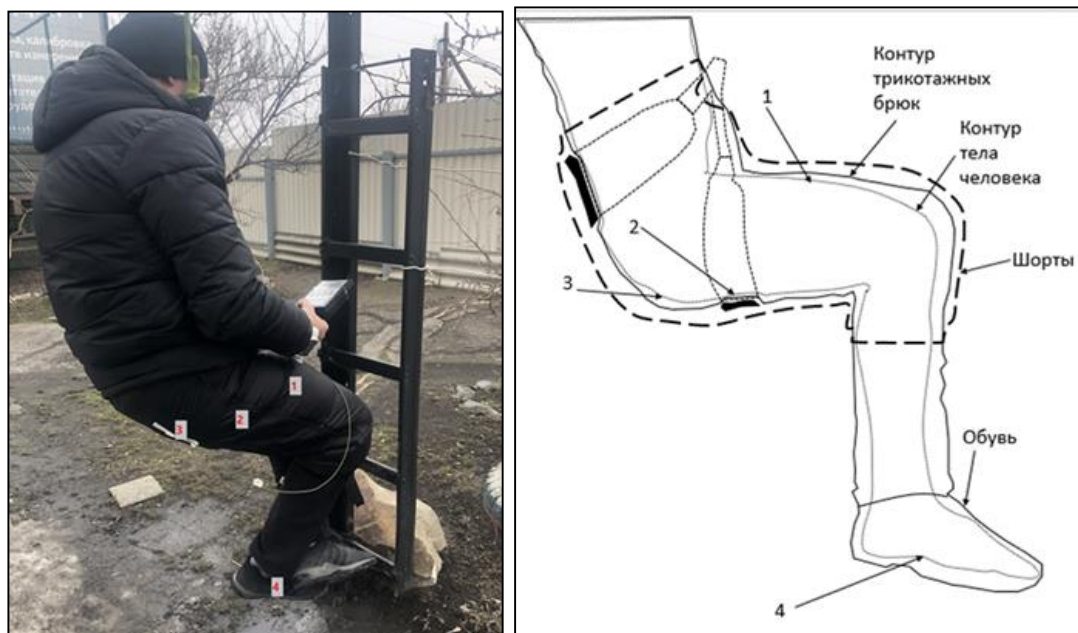


Рисунок 5.6 – Места расположения температурных датчиков эксперимента в пуховых шортах: датчик № 1 – на поверхности бедра, датчик № 2 – на коже под ремнем страховочной системы, датчик № 3 – на коже в районе ягодицы, датчик № 4 – на стопе

Данные с температурных датчиков по двум описываемым экспериментам представлены в таблице О.1 (Приложение О).

Съёмка тепловизора показывает, что в трикотажных брюках и страховочной системе в состоянии виса тепловые потери с тела человека прослеживаются и под лямками страховочной системы, и в зоне бёдер и ягодиц, о чем свидетельствует оранжево-красный окрас рисунка, рисунок 5.7 А. При надевании теплых пуховых шорт поверх этого комплекта, тепловые потери уменьшаются (о чем свидетельствует синий цвет на тепловизионной съёмки). Потеря тепла происходит только в районе голени, так как она не защищена дополнительной теплозащитной одеждой, рисунок 5.7 Б.

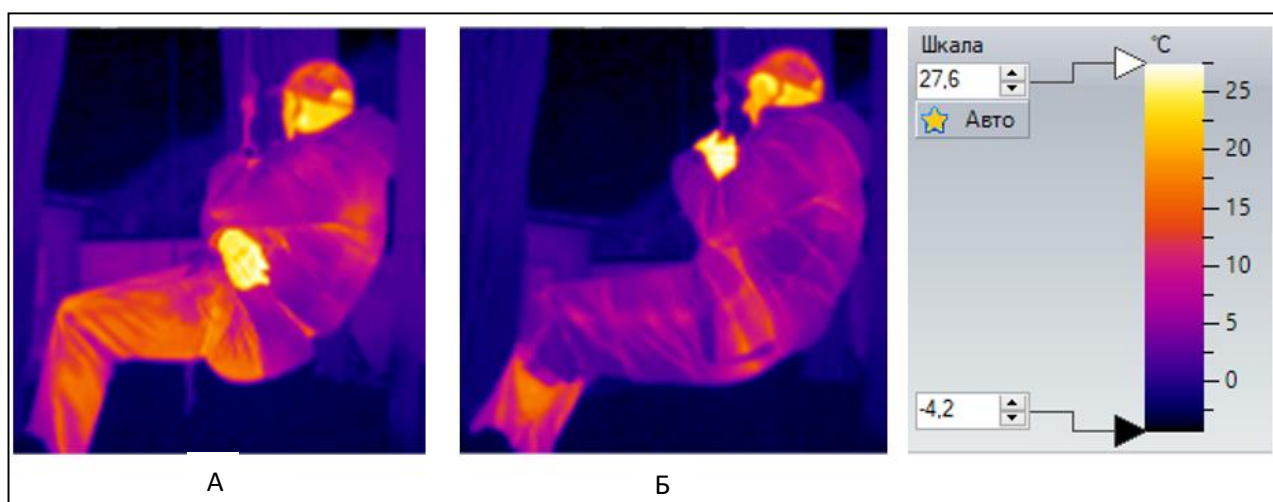


Рисунок 5.7 – Снимки тепловизора при зависании, А – испытал в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе; Б – испытал в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе с надетыми поверх пуховыми шортами

Полученные результаты съёмки тепловизора подтверждают данные числовых значений таблицы О.1 Приложения О, на основании которых построены графики, рисунок 5.8, для наглядного отображения изменения температуры тела во время проведения описываемых экспериментов.

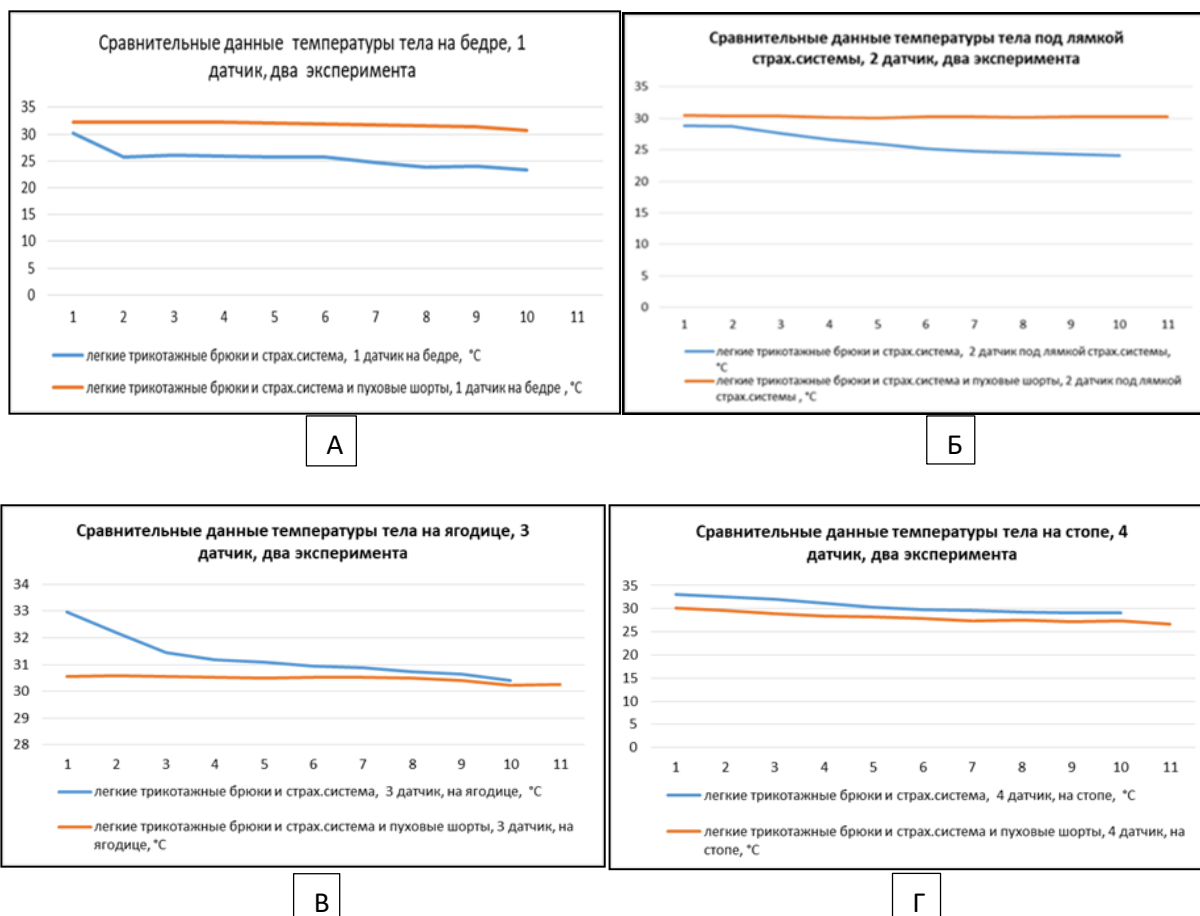


Рисунок 5.8 – Данные температурных датчиков серии экспериментов в лёгких трикотажных брюках и надетых на них сверху пуховых шортах: А – датчик № 1 – сравнительные данные температуры кожи на бедре; Б – датчик № 2 – сравнительные данные температуры кожи под лямкой страховочной системы; В – датчик № 3 – сравнительные данные температуры кожи на ягодице; Г – датчик №4 – сравнительные данные температуры кожи на стопе

Результаты испытаний. Исходя из полученных результатов после 10 измерений в исследовании тепловых потерь в лёгких трикотажных брюках и страховочной системы с шириной лямок 4,3 см по каждому температурному датчику очевидна прослеживаемость к снижению температуры кожи на разных частях тела, куда были прикреплены температурные датчики. Учитывая температуру окружающей среды 3,7 °C при влажности 77,5 % теплотери испытуемого в лёгких трикотажных брюках распределились так: температура кожи на верхней поверхности бедра снизилась почти на 7 °C, под ремнем страховочной

системы на бедре – на 4,5 °С, в районе ягодиц на 2,5 °С, на стопе теплопотери составили около 4 °С в течении 20 минут.

Числовые данные второго эксперимента, когда на описанный ранее комплект надевались сверху пуховые шорты, полученные с температурных датчиков при 10 замерах, показывают, что теплопотери со всех измеряемых частей тела человека, на которые дополнительно были надеты теплые пуховые шорты поверх лёгких трикотажных брюк и страховочной системы не только уменьшились и приостановились, но и в месте крепления датчика № 1 температура кожи начала расти и в течении 20 минут эксперимента поднялась на 2 °С от первоначальных значений. Это связано с тем, что пуховые шорты создают «барьер» для оттока тепла с тела человека, аккумулируют и сдерживают теплую воздушную прослойку между основной рабочей одеждой и страховочной системой, и тёплой одеждой, надетой сверху. Потери тепла зафиксированы только в районе крепления датчика № 4, на стопе, что обусловлено отсутствием дополнительной согревающей одежды и передавливанием бёдер ремнями страховочной системы, что ведёт к сдавливанию кровеносных сосудов и нарушению кровотока.

Важным показателем физиологических измерений является изменение пульса испытуемого в течении эксперимента. Количество ударов сердца в минуту выросло более чем в два раза. Вероятно, это связано с большой физической нагрузкой при зависании в страховочной системе в безопорном пространстве, что явилось стрессом для неподготовленного организма и важным показателем того, что сердечная система испытывает большую нагрузку, а повышение пульса свыше 100 ударов в минуту классифицируется как тахикардия, что свидетельствует о неспособности сердца эффективно перекачивать кровь. Конечно данное состояние минимизируется, как только человек возвращается в привычную среду и состояние не вызывает серьезных осложнений и дискомфорт. Но если данная нагрузка на организм будет регулярна, то возможность возникновения болезней сердечной системы возрастает. А учитывая индивидуальные особенности каждого человека может послужить переходом болезни в статус профессиональной.

5.1.3 Сравнительные натурные эксперименты, направленные на изучение температуры на участках тела человека при зависании в пуховых брюках и страховочной системе в зависимости от ширины их лямок

Эксперименты, описываемые в данном разделе направлены на изучение тепловых потерь в зависимости от ширины лямок страховочной системы.

Данный блок экспериментов проводился в тёплых пуховых брюках и страховочной системе, надетой сверху. Для этого использовались две страховочные системы с разной шириной набедренных лямок 4,3 см и 7 см. На тёплые пуховые брюки, рисунок 5.9 А, надевалась сверху страховочная система с шириной лямок 4,3 см, рисунок 5.9 Б, и проводились температурные замеры согласно методики эксперимента, описанной ранее. Затем испытуемый отдыхал в теплом помещении до восстановления нормальных физиологических значений и проводилась вторая часть эксперимента, путём надевания на тёплые пуховые брюки страховочной системы с шириной лямок 7 см, рисунок 5.9 В. Проводились замеры, согласно методике.



Рисунок 5.9 – Испытатель перед проведением экспериментов в: А – тёплых пуховых брюках; Б – тёплых пуховых брюках и надетой сверху страховочной системой, ширина лямок 4,3 см; В – тёплых пуховых брюках и надетой сверху страховочной системой, ширина лямок 7 см

Для достоверности проведения эксперимента использовались данные тепловизора, показывающие тепловые потери перед проведением эксперимента в состоянии вися. На рисунке 5.10 А показано воздействие лямок страховочной системы 4,3 см на пуховые брюки (вид спереди и сзади) и страховочной системы с шириной лямок 7 см, рисунок 5.10 Б.

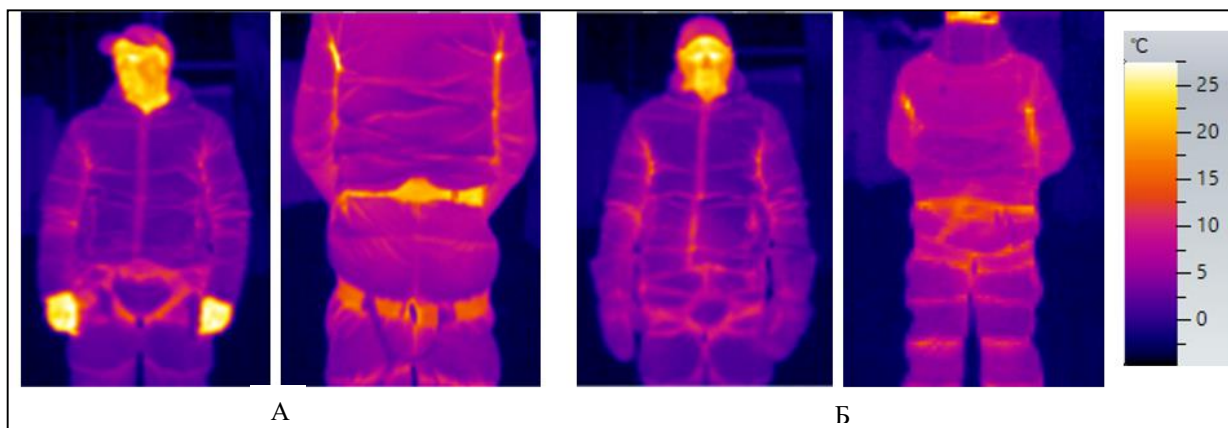


Рисунок 5.10 – Снимки тепловизора в испытуемых комплектах одежды, А – испытатель пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см (вид спереди и сзади);

Б – испытатель в пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 7 см

Места крепления температурных датчиков на коже испытателя описаны в методике ранее и показаны на рисунке 5.11.

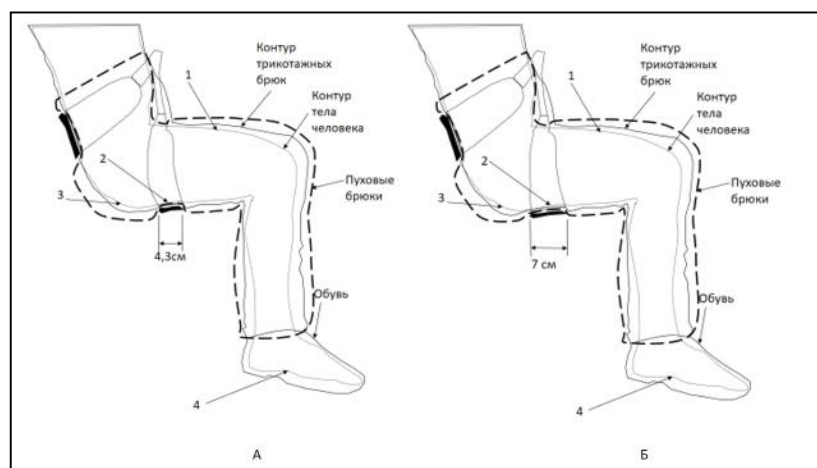


Рисунок 5.11 – Места крепления температурных датчиков: датчик № 1 – на поверхности бедра, датчик № 2 – на коже под ремнём страховочной системы, датчик № 3 – на коже в районе ягодицы, датчик № 4 – на стопе; А) тёплые пуховые брюки и страховочная система с шириной лямок 4,3 см, Б) тёплые пуховые брюки и страховочная система с шириной лямок 7 см

Фрагмент проведения эксперимента с зависанием в безопорном пространстве в разных страховочных системах представлен на рисунке 5.12, снимки тепловизора, подтверждающие адекватность эксперимента представлены на рисунке 5.13.



Рисунок 5.12 – Фрагмент экспериментов, зависание в: А – тёплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см; Б – тёплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 7 см

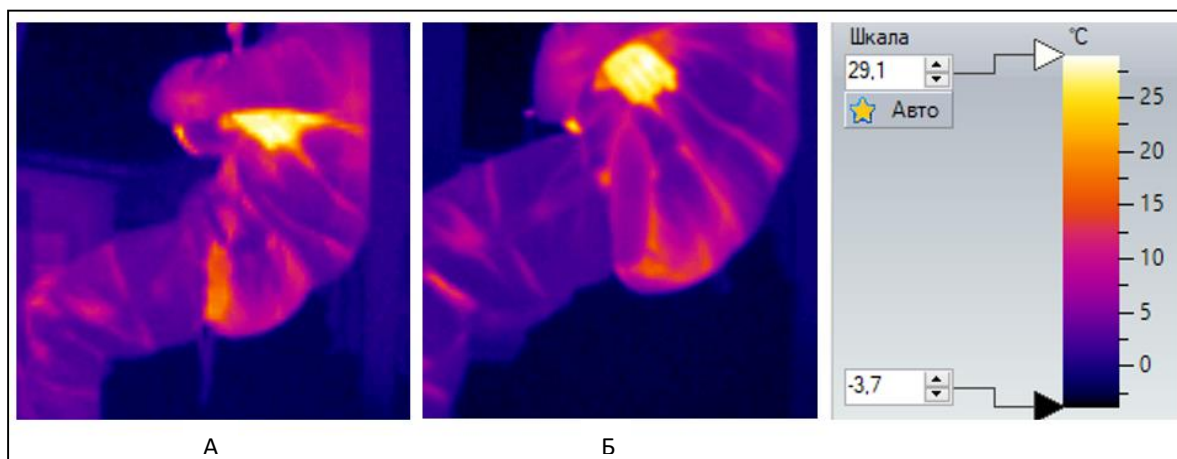


Рисунок 5.13 – Снимки тепловизора в испытуемых комплектах одежды, А – испытатель пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см; Б – испытатель в пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 7 см в подвешенном состоянии

По данным тепловизионной съёмки видно, что тепловые потери существенны с применением двух страховочных систем, но в страховочной системе с шириной лямок 4,3 см они велики непосредственно по месту натяжения лямок системы, а в

страховочной системе с шириной лямок 7 см теплопотери идут в зоне ягодиц. Очевидно это происходит из-за большей площади перетяжки и давления на бёдра лямками страховочной системы, что в свою очередь уменьшает кровоток в зону бёдер и ягодиц, чем провоцирует увеличение тепловых потерь в этих зонах.

Числовые значения по замерам с температурных датчиков по двум экспериментам представлены в таблице О.2 (Приложение О).

Наглядно температурные изменения при проведении сравнительных исследований демонстрируются на диаграммах, рисунок 5.14.

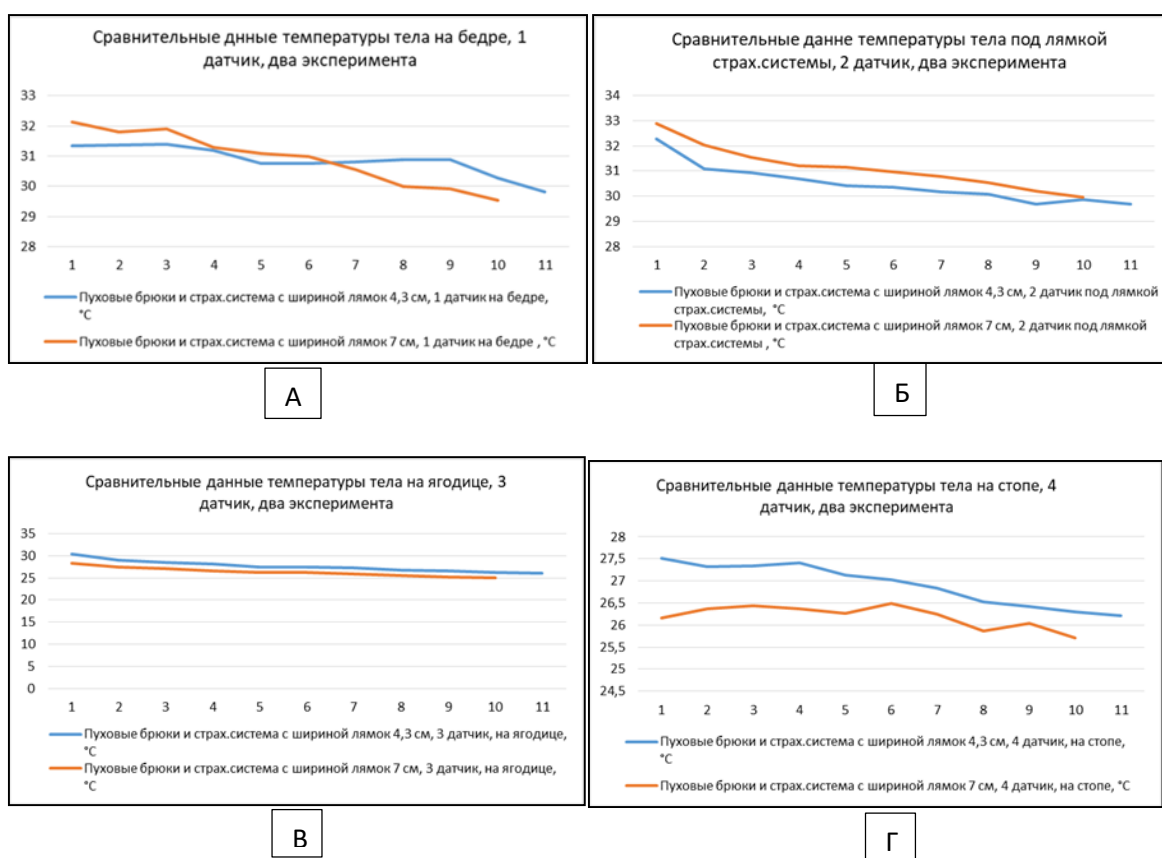


Рисунок 5.14 – Данные температурных датчиков серии экспериментов в пуховых брюках и страховочных системах с различной толщиной набедренных лямок: А – датчик № 1 – сравнительные данные температуры кожи на бедре; Б – датчик № 2 – сравнительные данные температуры кожи под лямкой страховочной системы; В – датчик № 3 – сравнительные данные температуры кожи на ягодице; Г – датчик №4 – сравнительные данные температуры кожи на стопе

Результаты испытаний. Данные рисунка 5.14 показывают, что разница в тепловых потерях в разных страховочных системах не сильно отличается друг от друга, колеблется в пределах 1 – 2 °С по данным разных температурных датчиков. Об этом свидетельствуют и данные субъективных ощущений испытуемого. По его словам, ощущения постепенного замерзания бёдер и ягодичной зоны было одинаково в обеих страховочных системах с лямками разной ширины. Тем не менее, числовые значения, полученные при замерах, показывают, что различные части тела теряли разное количество тепла в разных страховочных системах. Так, теплопотери с верхней части бедра (датчик № 1) были больше в страховочной системе с шириной набедренных лямок 7 см почти в 2 раза (2,59 °С против 1,55 °С), что связано с большей площадью сдавливания бёдер лямками страховочной системы, тогда как в районе ягодиц (датчик № 3) напротив меньше (3,41 °С против 4,44 °С), что свидетельствует о большей нагрузке тела человека, висющего в безопорном пространстве и оказывающем давление на лямки сзади, имитируя сидячее положение. Датчик № 2, зафиксированный под набедренной лямкой страховочной системы в обоих случаях показывал близкие значения, 2,5 – 3 °С потерь тепла.

В данных испытаниях важным являются показания сердечного ритма. Как видно из таблицы 5.2, пульс при испытании в страховочной системе с шириной набедренных лямок 4,3 см к концу эксперименты вырос до 100 ударов в минуту. В то время как при проведении испытаний по зависанию в страховочной системе с шириной набедренных лямок 7 см пульс к концу испытания пошел на убыль и достиг отметки 95 ударов в минуту. Это говорит о том, что площадь передавливания сосудов, находящихся в тазобедренной области была меньше в страховочной системе с более широкими лямками, соответственно нагрузка и стресс на организм тоже снизилась. Об этом также свидетельствуют данные датчика № 4, закреплённого на стопе. При испытании в страховочной системе с более широкими лямками температура кожи стопы снизилась лишь на 0,459 °С за весь период эксперимента. В то время как при зависании в страховочной системе с узкими лямками 4,3 см тепловые потери с поверхности стопы были 1,291 °С.

5.1.4 Сравнительные натурные эксперименты, направленные на изучение тепловых потерь с тела человека при зависании в пуховых брюках, страховочной системе и лёгких хлопчатобумажных шортах, надетых сверху

Блок экспериментов направлен на изучение восстановления тепловой защиты тела человека при зависании в тёплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см посредством надевания поверх них лёгкой дополнительной одежды. В качестве дополнительной одежды использовали лёгкие хлопчатобумажные шорты длиной до колена, рисунок 5.15 В. Для прослеживаемости адекватности эксперимента проводились снимки тепловизора по испытуемым комплектам одежды, рисунок 5.16.



Рисунок 5.15 – Испытатель перед проведением экспериментов в: А – тёплых пуховых брюках; Б – тёплых пуховых брюках и надетой сверху страховочной системой, ширина лямок 4,3 см; В – тёплых пуховых брюках и страховочной системой, с надетыми сверху лёгкими хлопчатобумажными шортами

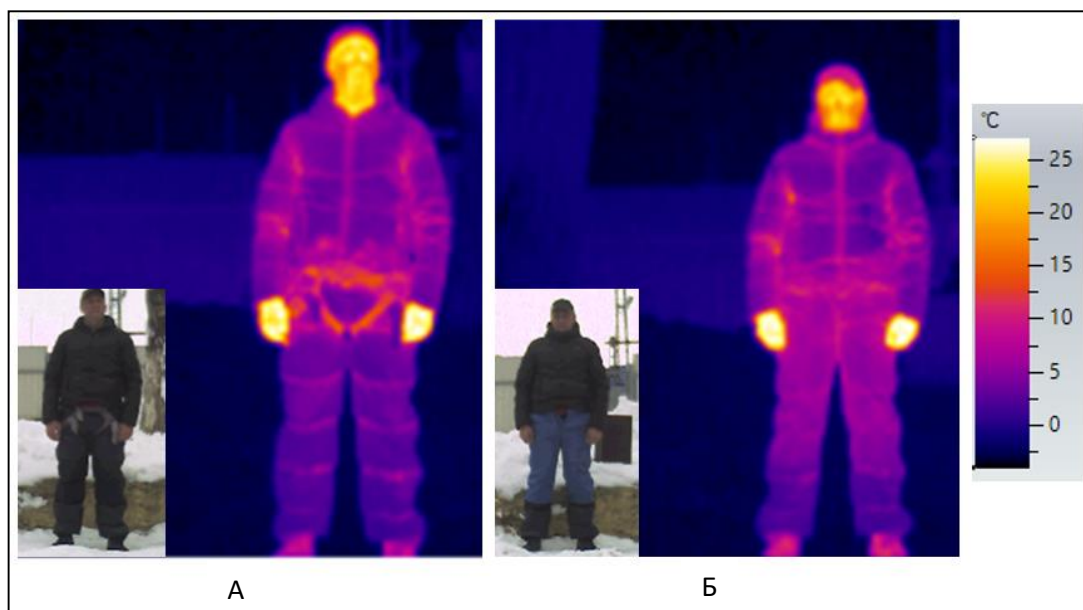


Рисунок 5.16 – Снимки тепловизора в испытываемых комплектах одежды, А – испытуемый в пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см; Б – испытуемый в пуховых брюках и страховочной системе + лёгкие хлопчатобумажные шорты

Места крепления температурных датчиков описаны в методике и показаны на рисунке 5.17 А. Фрагмент проведения эксперимента с зависанием в безопорном пространстве в испытываемом комплекте одежды представлен на рисунке 5.17 Б, снимки тепловизора на рисунке 5.18.

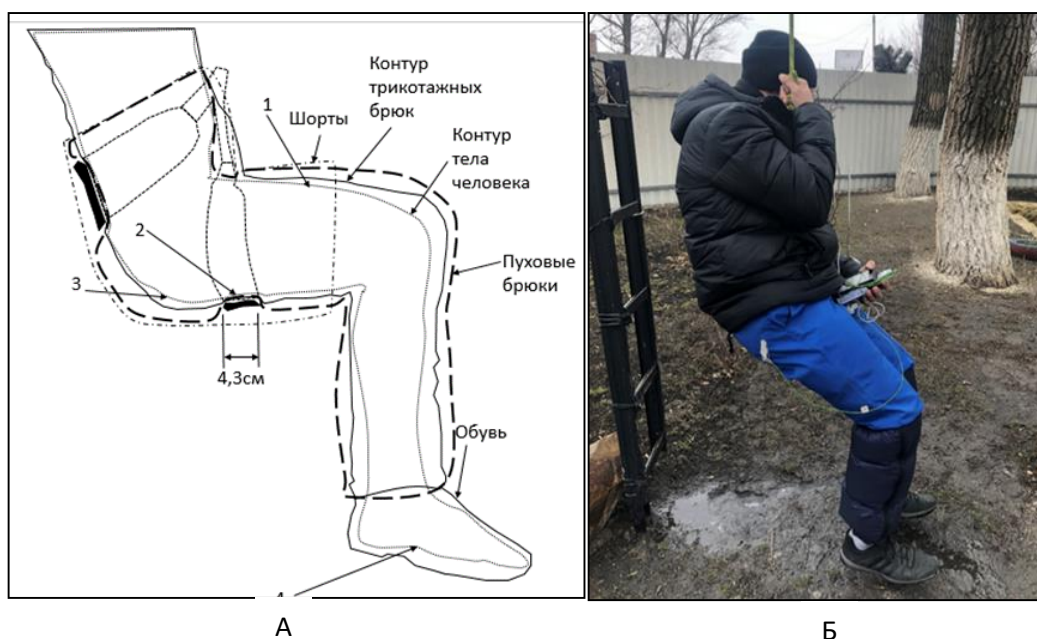


Рисунок 5.17 – Наглядное представление проведения эксперимента, А – Места крепления температурных датчиков согласно методике; Б – Фрагмент проведения эксперимента с зависанием в безопорном пространстве в испытываемом комплекте одежды

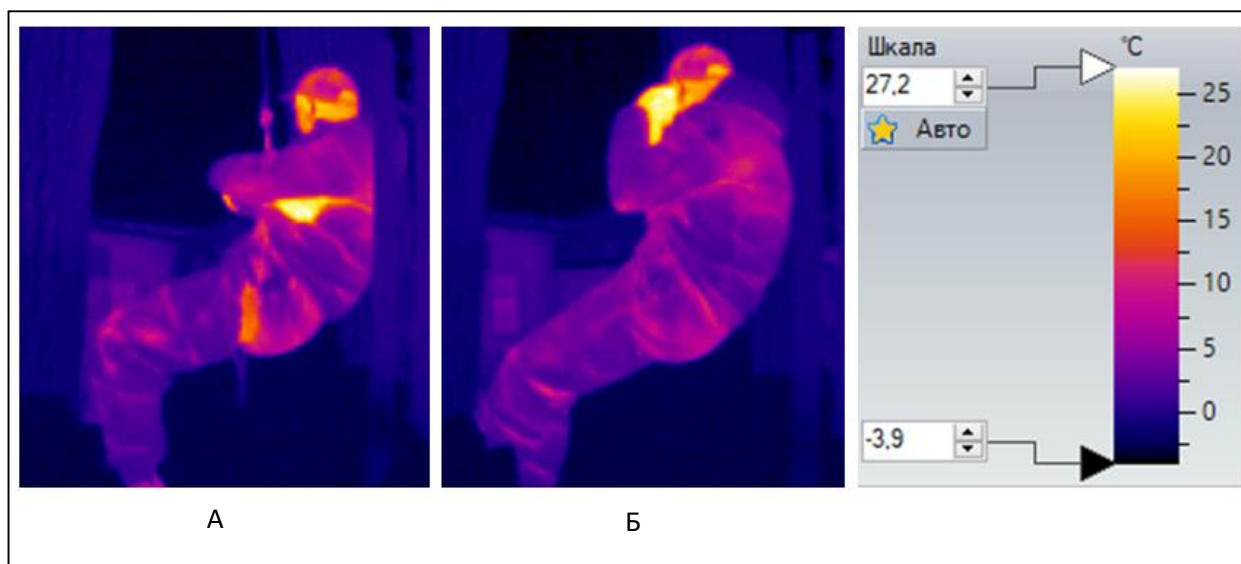


Рисунок 5.18 – Снимки тепловизора в испытуемых комплектах одежды, А – испытатель в пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см; Б – испытатель в пуховых брюках и страховочной системе + лёгкие хлопчатобумажные шорты в подвешенном состоянии

Результаты тепловизионной съёмки подтверждают идею о том, что с надеванием на комплект теплозащитные брюки и страховочная система дополнительной одежды, даже такой незначительной по теплосберегающим свойствам, как лёгкие хлопчатобумажные шорты, тепловые потери сокращаются. Это доказывают и числовые значения по замерам с температурных датчиков по двум экспериментам, представленные в таблице О.3 Приложения О. Наглядно температурные изменения при поведении сравнительных исследований демонстрируются на диаграммах, рисунок 5.19.

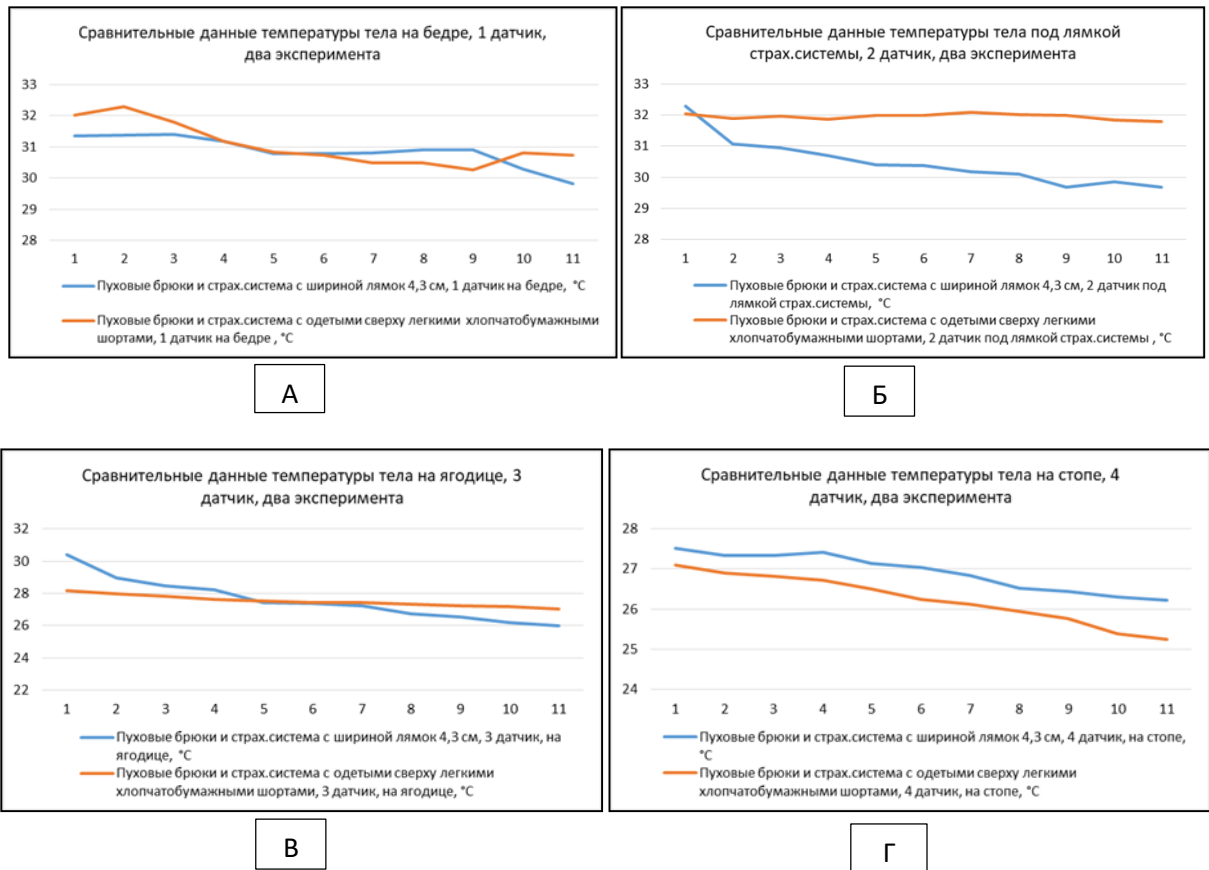


Рисунок 5.19 – Данные температурных датчиков серии экспериментов в пуховых брюках, страховочной системе и надетых сверху хлопчатобумажных шортах: А – датчик № 1 – сравнительные данные температуры кожи на бедре; Б – датчик № 2 – сравнительные данные температуры кожи под ляжкой страховочной системы; В – датчик № 3 – сравнительные данные температуры кожи на ягодице; Г – датчик № 4 – сравнительные данные температуры кожи на стопе

Результаты испытаний. Числовые данные двух экспериментов показывают, что после того, как на пуховые брюки и страховочную систему сверху были надеты дополнительно лёгкие хлопчатобумажные шорты теплопотери сократились. Так, максимальную разницу потерь тепла показывает датчик № 3, закрепленный в районе ягодниц (1,16 °C против 4,44 °C), что указывает на увеличение барьера оттоку тепла с той части тела, которая остывает быстрее всего и максимально пережата ремнями страховочной системы. Датчик № 2, зафиксированный под ремнем страховочной системы также показывает снижения уровня тепловых потерь с 2,59 °C до 0,23 °C, также же, как и датчик № 1, зафиксированный на бедре (1,28 °C против 1,55 °C).

На значения пульса в этом эксперименте также следует обратить внимание. Учитывая, что данные во время эксперимента изменились с 95 до 108 уд/мин, то очевидно негативное влияние страховочной системы с тонкими набедренными лямками 4,3 см на организм испытуемого.

Данные эксперимента в целом показывают улучшение тепловой защиты и уменьшение тепловых потерь при надевании дополнительной одежды на пуховые брюки и страховочную систему.

5.2 Обобщение экспериментальных данных

В итоге проведенных блоков испытаний составлены результирующие графики по каждому температурному датчику, рисунки 5.20 – 5.23. Числовые значения представлены в соответствии с таблицами П.1 – П.4 Приложения П.

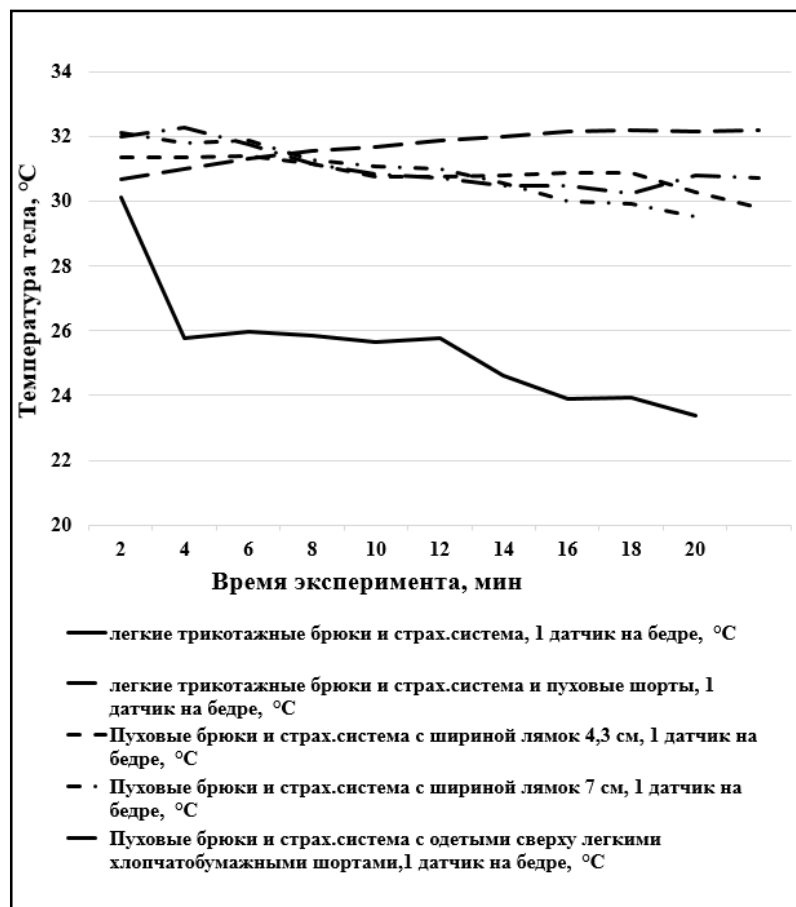


Рисунок 5.20 – Данные температуры кожи на датчике № 1 в пяти экспериментах

По данным сводного графика, рисунок 5.20, который показывает температуру кожи датчика № 1, расположенного на бедре, на теле испытуемого, в разных комбинациях одежды и страховочных систем видно, что максимальные тепловые потери человек несёт в лёгкой одежде, когда не защищён от холодного воздействия окружающей среды, а положительные значения с повышением температуры кожи зафиксированы в эксперименте с надетыми поверх трикотажных брюк пуховыми шортами.

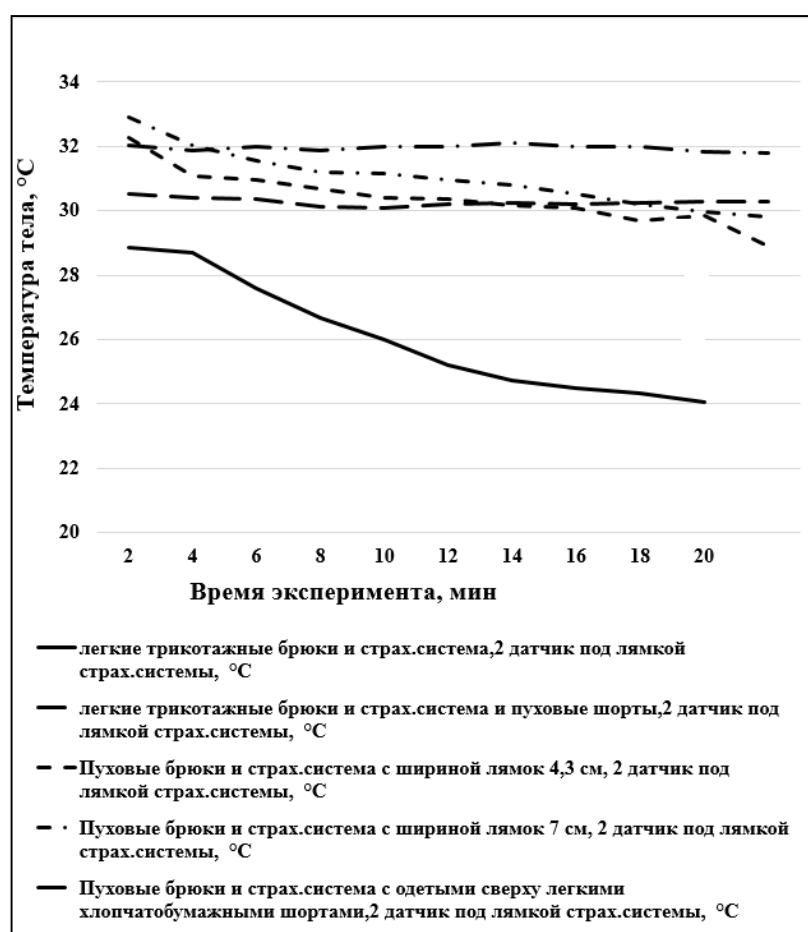


Рисунок 5.21 – Данные температуры кожи на датчике № 2 в пяти экспериментах

По данным графика на рисунке 5.21, где показаны результаты температурных значений датчика № 2, располагающегося на коже испытателя непосредственно под лямкой страховочной системы видно, что наибольшее падение температуры зафиксировано в эксперименте в трикотажных брюках. Температура на датчике № 2 в экспериментах в пуховых брюках и страховочных системах с шириной лямок

4,3 см и 7 см уменьшается [139]. В экспериментах с лёгкими трикотажными брюками и страховочной системой с надетыми поверх пуховыми шортами и пуховыми брюками, и страховочной системой с надетыми сверху лёгкими хлопчатобумажными шортами датчик № 2 показывает стабильность, что указывает на уменьшение тепловых потерь при дополнительной тепловой защите.

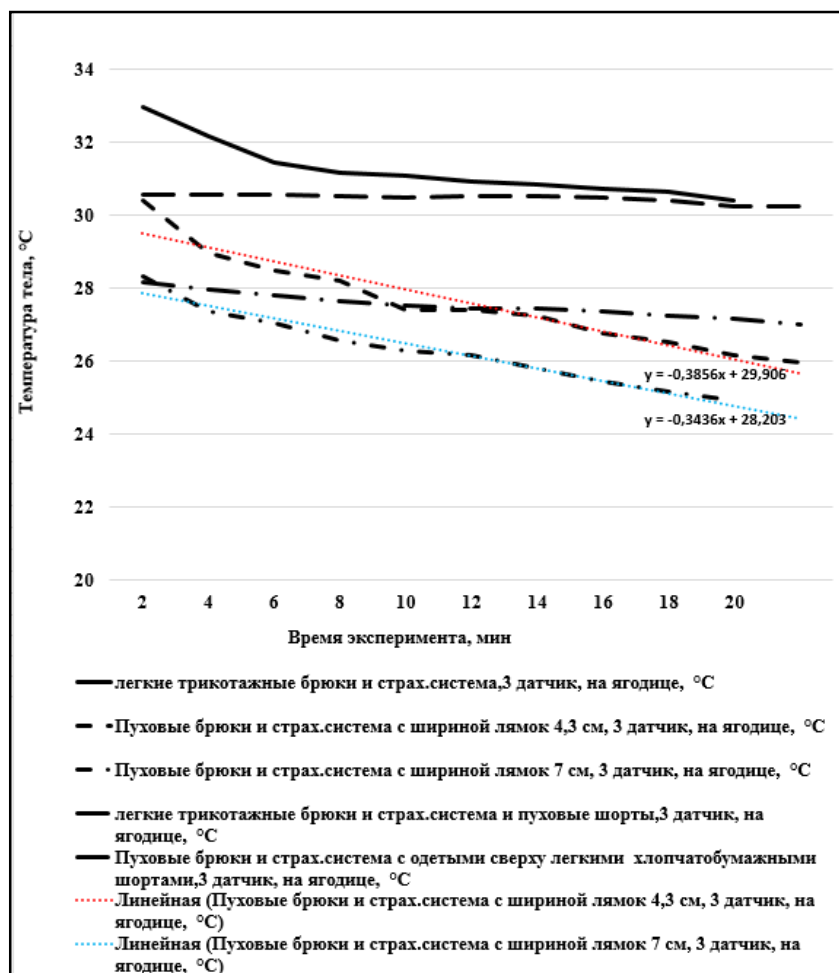


Рисунок 5.22 – Данные температуры кожи на датчике № 3 в пяти экспериментах

Датчик № 3, рисунок 5.22, расположенный на ягодиче испытуемого, показывает стабильность показаний температуры в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе с надетыми поверх пуховыми шортами и пуховых брюках, и страховочной системе с надетыми сверху лёгкими хлопчатобумажными шортами. В лёгких трикотажных брюках и страховочной системе идёт падение температурных значений. Температура датчика № 3 в пуховых брюках и страховочных системах с шириной лямок 4,3 см и 7 см уменьшается по данным

графика в одинаковой динамике. Отличие коэффициента наклона линейного представления составляет 0,03 °С.

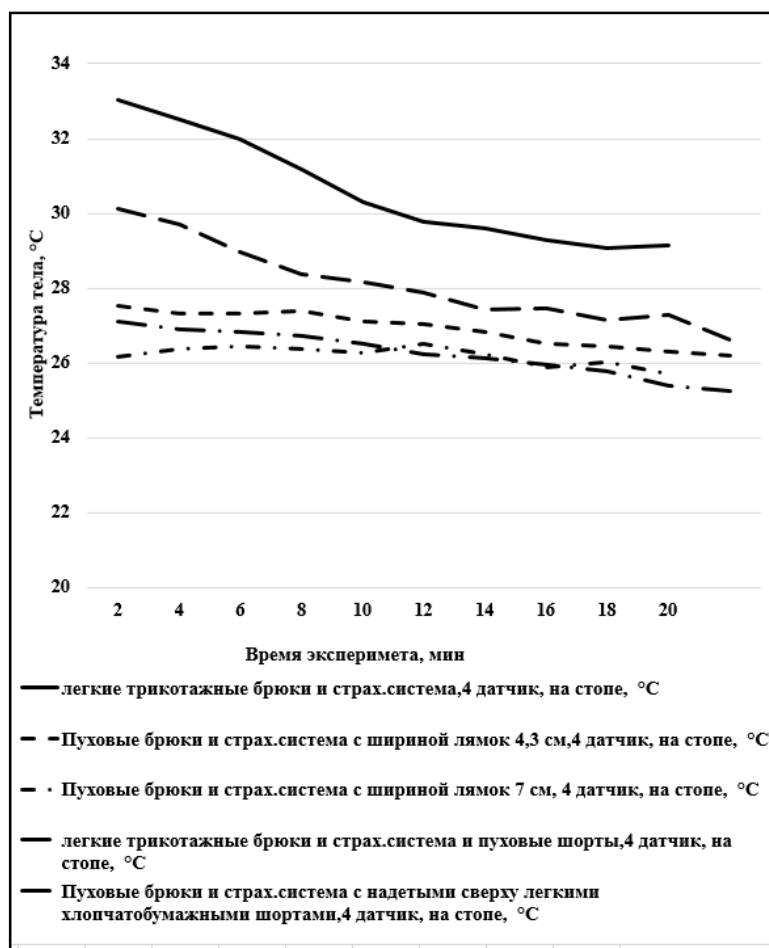


Рисунок 5.23 – Данные температуры кожи на датчике № 4 в пяти экспериментах

Результирующие данные, рисунок 5.23, показывают, что в лёгких трикотажных брюках и страховочной системе, а также в этой же комбинации с надетыми поверх пуховыми шортами наблюдается наибольшее падение температуры кожи в районе стопы, датчик № 4. В экспериментах с пуховыми брюками в различных комбинациях и разных страховочных системах температура в области стопы уменьшается в меньшей степени, это обусловлено значительной тепловой защитой голени.

Известно, что воздух лучший теплоизолятор. Поэтому чем выше у утеплителя наполняющая способность, тем в более низких температурах может использоваться теплозащитная одежда, отшитая с его применением. Проведённые

натурные испытания в отшитой экспериментальной модели шорт-самосбросов умеренного объёма, утеплённые смесовым утеплителем 90/10 (90% смесь пухоперовая, 10% полиэфирное волокно) рассчитаны на использовании в температурном диапазоне от минус 3 °С до минус 30 °С, так как наполняющая способность утеплителя 700 см³/г. Следует отметить, что чем больше к перопуховой смеси будет добавляться синтетической компоненты, тем меньше будет наполняющая способность этой смеси и следовательно температурный диапазон использования при низких температурах будет сокращаться.

Результаты проведённых натурных 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.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5

1. Проведены сравнительные натурные эксперименты в различных комплектациях теплозащитной одежды и страховочных систем с целью определения тепловых потерь с тела человека при зависании в безопорном пространстве при низких температурах окружающего воздуха. Результаты проведённых натурных 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.

2. По итогу представленной серии испытаний установлено, что систолическое и диастолическое артериальное давление испытуемого увеличилось в среднем на 10 мм.рт.ст. по всем экспериментам в разных комплектациях одежды.

В состоянии виса в страховочной системе в холодное время года человек интенсивно начинает замерзать, испытывает общий дискомфорт, стресс и иные физиологические изменения организма (частота сердечных сокращений возросла с 56 до 102 уд/мин за 20 минут эксперимента). Но когда, испытуемый надевал поверх комплекта одежды пуховые теплые шорты, то организм реагировал на это снижением частоты сердечных сокращений (с 95 до 85 уд/мин за 20 минут эксперимента). Вероятно, это связано с тем, что он согревался, расслаблялся, стрессовая нагрузка на организм минимизировалась. Таким образом доказано, что физиологические параметры организма человека при холодовом воздействии зависят от степени дополнительной тепловой защиты тазобедренной области.

3. Изучено тепловое состояние человека, при зависании в страховочной системе при пониженных температурах. Установлено, что надевание поверх страховочной системы ветрозащитных или теплозащитных шорт повышает уровень защиты от потерь тепла, создавая барьер для оттока тепла.

4. Доказано, что надетая поверх основной теплой одежды и страховочной системы дополнительная теплозащитная одежда снижает тепловые потери в местах пережатия пакета одежды лямками страховочной системы, тем самым увеличивая продолжительность рабочего времени при выполнении работ в состоянии виса в безопасном пространстве при низких температурах окружающей среды и минимизирует возможность возникновения негативного воздействия на организм, тем самым предупреждая возникновение профессиональных заболеваний.

5. Данное конструктивное решение не имеет аналогов, что подтверждает патент 192649 Российская Федерация МПК51 А41D 1/08 (2006.01). Теплозащитные шорты-самосбросы.

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 безопорном 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».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедева Е.О. Сохранение здоровья человека и обеспечение безопасности труда в системе «человек – природно – производственная среда – защитная одежда» / Е.О. Лебедева, И.В. Черунова, И.Ю. Бринк // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 9) – С. 1928-1932.
2. Анализ статистики несчастных случаев в российском альпинизме за 2005-2009 гг. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Федерации альпинизма России. – Режим доступа <http://alpfederation.ru/news/archive/1952/> (дата обращения 01.08.2017 г).
3. Федерация альпинизма в России. Горы и маршруты [Электронный ресурс] / Официальный сайт Федерации альпинизма России. – Режим доступа <https://alpfederation.ru/mountains/by-region> (дата обращения 09.02.2022).
4. Бринк И.Ю. Анализ трудовой деятельности промышленного альпинизма в условиях пониженных температур / И.Ю. Бринк, М.А. Гончарова // В сборнике: Природа, общество, техника и мышление: тенденции и приоритеты. Сборник научных трудов по материалам I Международного научно-практического форума молодых учёных. – 2017. – С. 346–354.
5. Обращение с запросом «Промышленный альпинизм». Статистика ключевых слов в Яндексе [Электронный ресурс] / wordstat.yandex.ru. – Режим доступа <https://wordstat.yandex.ru/words> (дата обращения 27.03.2017).
6. Измеров Н.Ф. Физиолого – гигиенические принципы создания одежды для защиты от холода / Н.Ф. Измеров, Р.Ф. Афанасьева, О. В. Бурмистрова // Медицина труда и промышленная экология. Научно-исследовательский институт медицины труда им. акад. Н.Ф. Измерова. – Москва. – 2006. – № 8. – С. 29–35.
7. Афанасьева Р.Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода / Р.Ф. Афанасьева. – М.: Легкая индустрия, 1977. – 136 с.
8. Делль Р.А. Гигиена одежды: Учеб. пособие для вузов / Р.А. Делль, Р.Ф. Афанасьева, З.С. Чубарова. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 160 с.

9. 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

10. Михайлова М. С. Перспективы и проблемы развития промышленного альпинизма в России / М. С. Михайлова, М. Н. Переверзева // *Вестник международной академии промышленного альпинизма в России*. – 2008. – Т 11. – № 2. – С. 27–31.

11. Гончарова М. А. Нормативно – законодательная база, применимая к высотным работам методом промышленного альпинизма / М. А. Гончарова, И. Ю. Бринк // *Молодой ученый*. – 2016. – № 25 (129). – С. 466–471.

12. О внесении дополнения в Единый тарифно - квалификационный справочник работ и профессий рабочих, выпуск 1 [Электронный ресурс] / Постановление Минтруда РФ от 17.05.2001 N 41 (ред. от 12.07.2002). Доступ из справочно - правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_74469/f16d893090d9031e778ef580a6f29dc670a1aaa0/ (дата обращения 02.05.2020).

13. Стасева Е.В. Совершенствование и повышение эффективности организации охраны труда в строительстве на основе системы управления рисками / Е.В. Стасева, С.Л. Пушенко, Н.А. Страхова // *Справочник специалиста по охране труда*. – 2012. – № 12. – С. 24–36.

14. Временные правила безопасности в промышленном альпинизме [Электронный ресурс]: утверждены на заседании Межведомственной комиссии по аттестации аварийно – спасательных формирований, спасателей и образовательных учреждений по их подготовке, Протокол № 2 от 09 июня 2001 года. 179 Спасательный центр МЧС России. Доступ из базы нормативно – правового обеспечения «Гарант». – Режим доступа

<https://base.garant.ru/400680996/948c9c0734b6e944a4727660f2d5a027/>

(дата

обращения 12.06.2021 г).

15. Сопельникова Н. Г. Исследование и разработка исходной информации при проектировании средств индивидуальной защиты / Н. Г. Сопельникова, Е. Е. Руденко, Н. Л. Ушакова // Молодые учёные – развитию текстильной и лёгкой промышленности: межвузовский сб. науч. трудов. Ч.2. ПОИСК – 2004. – Иваново: ИГТА, 2004.

16. Бейтуганов М. Г. Исследование и разработка средств защиты работающих от падения с высоты при монтаже строительных конструкций: диссертация ... кандидата технических наук: 05.26.01 / М. Г. Бейтуганов. – М., 1982. - 196 с.: ил. + Прил. (2 бр.).

17. Гончарова М.А. К вопросу нормативного обеспечения изделий для альпинизма и нормативного регулирования промышленного альпинизма в России / М.А. Гончарова, И.Ю. Бринк, В.Ф. Богданов // В сборнике: Научные исследования и разработки: приоритетные направления и проблемы развития по материалам X Международного междисциплинарного форума молодых ученых. – 2017. – С. 276–287.

18. МПОТ РМ 012–2000. Межотраслевые правила по охране труда при работах на высоте [Электронный ресурс]: утверждено Постановлением Минтруда РФ от 04.10.2000 N 68. Доступ из справочно – правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_79896/ (дата обращения 24.05.2020).

19. Правила по охране труда при работе на высоте [Электронный ресурс]: утверждены приказом № 155Н от 28.03.2014 г. (в редакции Приказа Минтруда России от 17.06.2015 г № 383Н). Доступ из справочно – правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169008/ (дата обращения 24.05.2020).

20. Правила по охране труда при работе на высоте [Электронный ресурс]: утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 16 ноября 2020 года № 782н. Доступ из справочно – правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371453/ (дата обращения 25.05.2020).

21. Сопельникова Н. Г. К вопросу об использовании страховочных систем при проведении аварийно-спасательных работ / Н. Г. Сопельникова // Строительство в прибрежных районах: материал 2-й научно-практической конференции; под науч.ред. проф. К. Н. Макарова / М-во образования РФ. – Сочи: РИО СГУТиКД. – 2003. – С. 99 -101.

22. Мартынов А. И. Промальп (промышленный альпинизм) / А. И. Мартынов. – М.: ТВТ Дивизион, 2004. – 272 с.

23. Сопельникова Н. Г. Исследование и разработка защитного костюма для выполнения работ методами промышленного альпинизма на основе биомеханических характеристик человека: дис... канд. техн. наук: 05.19.04 / Сопельникова Нонна Григорьевна. – Шахты: РГБ, 2007.

24. Ступаков А. А. Организация, оборудование и безопасность высотных работ в строительстве и эксплуатации высотных зданий и сооружений / А. А. Ступаков // Механизация строительства. – 2013. – № 12 (834). – С. 45–48.

25. Филь Е. С. Нормативная база промышленного альпинизма / Строительство-2014. Проблемы и перспективы развития современных инженерно-экологических систем / Е. С. Филь // Материалы международной научно-практической конференции. – Ростов - на – Дону. – 2014. – С. 56–58.

26. Сопельникова Н. Г. Безопасность труда в промышленном альпинизме / Н. Г. Сопельникова, Е. Е. Руденко, Ю. Е. Чертов // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – № 2. – С. 25–27.

27. Цирин И.М. Подготовка промышленных альпинистов / И.М. Цирин // Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – № 6. – с.34.

28. Сопельникова Н. Г. К проблеме техники безопасности верхолазных и высотных работ / Н. Г. Сопельникова, Е. Е. Руденко, Ю. В. Кобзарь // Швейная промышленность. – 2005. – № 3. С. 31–32.
29. ГОСТ Р 12.4.303–2016. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 40 с.
30. 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.
31. Goncharova M.A Increasing industrial climbers working abilities in negative temperature conditions with the help of additional heat-shielding clothes (Повышение работоспособности промышленных альпинистов в условиях отрицательных температур с помощью дополнительной теплозащитной одежды) / М. А. Goncharova, N.A. Dmitrienko // International scientific conference of young researchers for academic disciplines, Madrid, 30 of November 2016 г. – С. 64-73.
32. МУК 4.3.1895-04. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания: Методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 20 с.
33. 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.
34. Мартынов А.И. Альпинизм от А до Я. Энциклопедия [Электронный ресурс] / Mountain.ru. – Режим доступа <http://www.mountain.ru/useful/enciclop/poni13.shtml> (дата обращения 12.03.2017 г)

35. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Москва: Из-во «Кодекс», 2017. – 16 с.
36. Физиология кровообращения. Физиология сосудистой системы: Руководство по физиологии / Б.И. Ткаченко, Г.С. Мазуркевич, А.И. Тюкавин и др.; Отв. ред. Б.И. Ткаченко. – Ленинград: Наука, 1984. – 652 с.
37. Громов А.П. Биомеханика травмы / А.П. Громов // – М.: Медицина, 1979. – С. 242.
38. Заболеваемость населения по основным классам болезней. Здравоохранение [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (Дата обращения 15.05.2018 г).
39. ГОСТ 12.4.103-83. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7 с.
40. ГОСТ 12.4.103-2020. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2020. – 12 с.
41. ГОСТ Р 59123-2020. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Общие требования и классификация. – Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2021. – 4 с.
42. Черунова И.В. Теоретические основы комплексного проектирования специальной теплозащитной одежды: диссертация ... доктора технических наук: 05.19.04 / Черунова Ирина Викторовна. – Шахты, 2008. – 394с.: ил. - Библиогр.: с. 244–307.
43. МР 2.2.8.2027-06. Гигиенические требования к теплоизоляции комплекта средств индивидуальной защиты от холода в различных климатических регионах и методы ее оценки: методические указания: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 07.09.2006; введены впервые: ввод в действие с 07.09.2006 / разработаны: ГУ "Научно-исследовательский институт

медицины труда" РАМН (Р.Ф. Афанасьева, О.В. Бурмистрова, В.М. Бурмистров). – М.: Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – 2006. – № 4. – 66 с.

44. МР 2.2.8.0111-16. Методика определения должной теплоизоляции обуви и рукавиц, предназначенных для защиты от холода, которые устанавливают гигиенические требования к комплекту средств индивидуальной защиты от холода и его составляющим (спецодежда, головной убор, рукавицы, обувь): методические рекомендации: утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 23.03.2016: введены впервые: ввод в действие с 23.03.2016 / Разработаны ФГБУ «НИИ медицины труда» (Р. Ф. Афанасьева, Т. К. Лосик, Н. А. Бессонова, О. В. Бурмистрова, Т. К. Кравченко). – М.: Роспотребнадзор, 2016. – 25 с.

45. Афанасьева Р.Ф. Критерии оценки теплового состояния для обоснования нормативных требований к производственному климату / Р.Ф. Афанасьева, Г.Н. Репин, Л.В. Павлухин // Гигиена и санитария. – 1983. – №7. – С.79–81.

46. ГОСТ 31399-2009. Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. – Москва. – ФГУП «Стандартинформ», 2011 – 19 с.

47. ГОСТ EN 340-2012. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Общие технические требования. – Москва. – ФГУП «Стандартинформ», 2013. – 25 с.

48. Несвязные утеплители: монография / И.Ю. Бринк, М.А. Гончарова, В.Ф. Богданов, В.И. Романенко, Е.Е. Ширшов, С.А. Колесник // ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Новочеркасск: Лик, 2019. – 82 с.: ил.

49. Основы проектирования тепловой защиты аутдор-снаряжения: монография / И.Ю. Бринк, В.Ф. Богданов, С.А. Колесник, под. ред. С.А. Колесник // ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Новочеркасск, Лик, 2016. – 82 с.

50. Бринк И.Ю. Методологические основы проектирования одежды с перопуховым наполнителем: диссертация ... доктора технических наук: 05.19.04 / Бринк Иван Юрьевич. – Новочеркасск, 1995. – 305с.: ил. – Библиогр.: с. 289–305.
51. Пат. 6041437 United States of America, МПК51 А41В 11/00; А41D 13/00. Waterproof thermal insert for outdoor sports pants / Edward C. Barker, Brian L. Gay, John D. Brenner.; заявитель и патентообладатель Edward C. BarkerBrian L. GayJohn D. Brenner. № 09/311,728. Заявл. 14.05.1999. Опубл. 28.03.2000.
52. Пат. 2448621 Российская Федерация, МПК51 А41D 13/00. Комбинезон для альпинистов / Москаленко Надежда Григорьевна. Заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Амурский государственный университет», № 2010153394/12, заявл. 24.12.2010, опубл. 27.04.2012, Бюл. № 12.
53. Пат. 183007 Российская Федерация МПК51 А41D 1/00. Брюки / Ковицина Ю.В.; заявитель и патентообладатель Ковицина Ю. В., № 2017142424, заявл. 05.12.2017, опубл. 07.09.2018, Бюл. № 25.
54. Пат. 5864888 United States of America, МПК51 А41D 1/06. Removable and convertible ski pants / Eric L. Archer; Заявитель и патентообладатель Eric L. Archer, № 899162, заявл. 23.07.1997, опубл. 02.02.1999.
55. Пат. 5315716 United Stated of America, МПК51 А41D 1/06. Easily removable and donnable pants / Gregory H. Baum; Заявитель патентообладатель Gregory H. Baum, № 983,377, заявл. 30.11.1992, опубл. 31.05.1994.
56. Богомолов К.Л. Разработка методов проектирования и изготовления спецодежды с ячеистыми заполнителями: автореф. дис. канд. техн. наук: 05. 19. 04 / Богомолов Константин Львович; ЛИТиЛП. – Ленинград, 1990. 19 с. – Библиогр.: с. 18–19.
57. Князева К. В. Анализ показателей структуры ячеистых заполнителей швейных изделий / К.В. Князева, К.Л. Богомолов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 1989. – №6. – С. 76–78.

58. Бузов Б.А. Практикум по материаловедению швейного производства: Учеб пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д.Г. Петропавловский. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.
59. Молькова И.В. Разработка пакетов материалов для одежды специального назначения и исследование их теплозащитных свойств / дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 / Молькова Ирина Владимировна; Иваново, 2004. – 166 с. – Библиогр.: с. 119–128.
60. Серебрякова Л.А. Использование нетканых материалов в качестве утепляющей прокладки / Л.А. Серебрякова, Т.В. Чадова, Г.А. Лаврушин // Швейная промышленность. – 2005. – №1. – С.47–48.
61. Рекомендации по рациональному применению утепляющих материалов при изготовлении швейных изделий [Электронный ресурс] / АО «Центральный Научно-Исследовательский Институт Швейной промышленности». – Режим доступа <https://cniishp.ru/dokumenty/kachestvo-izdelij/rekomendacii-po-racionalnomu-primeneniyu-uteplyayushhikh-materialov.html> (дата обращения 29.07.2021).
62. Бунькова Т. О. Проблемы подбора пакета материалов одежды с пухоперовым утеплителем / Т.О. Бунькова, Е.В. Арчинова // Молодой ученый. – 2011. – №11. Т.1. – С. 35–37.
63. ГОСТ Р 50576-93. Изделия перопуховые. Общие технические условия. – Москва: Издательство стандартов, 2001 – 18 с.
64. Воропаева Н. К. Рекомендации по подбору материалов в пакет пуховой одежды / Н. К. Воропаева, Н. С. Мокеева, А. Н. Семенова // Швейная промышленность. – 1994. – N 6. – С. 39–40.
65. DIN EN 12935-2001. Перо и пух. Требования гигиены и чистоты. – ВНИИКИ, 2000г. – 9 с.
66. Matthew E.F. The structure and properties of down feathers and their use in the outdoor industry / E.F. Matthew. – M. School of Design, the University of Leeds, 2015. – pp. 229.

67. Данцова Т.Ф. Проектирование одежды с объемным утеплителем: учебное пособие для вузов / Т.Ф. Данцова, Т.В. Денисова, Е.Е. Руденко. – Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2009. – 133 с.
68. Fuller M. E. The structure and properties of down feathers and their use in the outdoor industry/ School of Design The University of Leeds Under the supervision of Dr Ningtao Mao, Dr Mark Taylor, Professor Stephen Russell. – April 2015.
69. Gao J., Pan, N. & Yu, W., 2010. Compression behavior evaluation of single down fiber and down fiber assemblies. J. Text. Inst., 101(3), pp.253–260.
70. Gao J., Yu, W. & Pan, N., 2007b. Structures and properties of the goose down as a material for thermal insulation. Text. Res. J., 77(8), pp.617–626.
71. Kasturiya N., Subbulakshmi M.S., Gupta S.C. & Raj H., 1999. System design of cold weather protective clothing. Defence Sci. J., 49(5). – pp. 457–464.
72. Kaufman W.C., Bothe, D. & Meyer, S.D., 1982. Thermal insulating capabilities of outdoor clothing materials. Science, 215(4533). – pp. 690–691.
73. Рукавишникова А.С. Исследование влияния вязкости несвязных утеплителей на тепловое сопротивление пакетов одежды для защиты от пониженных температур в условиях ветра: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 / Рукавишникова Анна Сергеевна. – Шахты, 2007. – 221 с.
74. Бузов Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) Учеб.для студ.высш.уч. заведений / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. Под. Ред. Бузова Б.А. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
75. Современные материалы для производства спецодежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.lpb.ru/?id=2634> (дата обращения 17.10.2018).
76. Гоголева Н.С. Анализ рынка утеплителей в России и за рубежом / Н.С. Гоголева, Ю.Я. Тюменев, Г.К. Мухамеджанов // Электронное периодическое издание «Сервис в России и за рубежом». Выпуск 1 (39). – 2013, с.4–11.
77. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества: Справочник / К.Г. Гущина, С. А. Беляева, Е.Я. Командрикова [и др.] – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 312 с.

78. Алейникова О.А. Аналитическое исследование путей повышения качества пакетов с объемными утеплителями / О.А. Алейникова, Л.А. Бекмурзаев // Ресурсосберегающие технологии производства швейных изделий: Сборник научных трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. – Шахты – 2006. – С. 13–15.
79. Афанасьева Р.Ф. О дифференциальной оценке теплового состояния человека и теплозащитных свойств одежды / Р.Ф. Афанасьева, С.Г. Окунева // Гигиена и санитария. – 1975. – № 6. – С. 102–105.
80. Бузанов Г.Б. К вопросу исследования теплозащитных свойств текстильных материалов и пакетов из них / Г.Б. Бузанов, М.И. Сухарев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1974. – № 4. – С. 11–14.
81. Бузанов Г.Б. Экспериментальная установка для определения теплового сопротивления материалов / Г.Б. Бузанов, М.И. Сухарев // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 1973. – Т. 16. – № 3. – С.163–166.
82. Командрикова Е.Я. Исследование влияния вынужденной конвекции на теплозащитные свойства пакетов одежды: дисс.... канд. техн. наук: 05.19.04 / Командрикова Елизавета Яковлевна. – М., 1970. – 176 с: ил. - Библиогр.: с. 168–174.
83. Меликов Е.Х. Метод определения теплофизических свойств материалов одежды для Севера / Е.Х. Меликов, Л.Н. Расторгуева, А.В. Стерликов // Швейная промышленность. – 1998. – №6. – С.20.
84. Миронов С. А. Исследование воздухопроницаемости и теплообмена в слое волокон в зависимости от их ориентации для прогнозирования теплотехнических характеристик текстильных материалов: Дис. ... канд. техн. наук: 05.14.04 / Миронов Сергей Александрович; Москва, 2004 137 с. РГБ ОД, 61:05-5/1361.

85. Мишаков В.Ю. Влияние состава и влажности нетканого полотна на его воздухопроницаемость / В.Ю. Мишаков, Н.М. Малыхина, В.И. Рубцов, Б.А. Бузов // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1991. – № 4. – С.17–19.
86. Молькова И.В. Экспериментальная оценка теплозащитной способности пакетов одежды с комбинированными утеплителями / И.В. Молькова, Б.П. Куликов, В.В. Веселов // Технология текстильной промышленности. – 2003. – №3. – С.84–88.
87. Назаренко Е.В. Поведение объёмных утеплителей в отсеках теплозащитных пакетов / Е.В. Назаренко, О.А. Алейникова, Л.А. Бекмурзаев // Ресурсосберегающие технологии производства швейных изделий: сборник научных трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. – Шахты: ЮРГУЭС - 2006. – С.4–6.
88. Farnworth B. & Osczevski R.J. Heat transport in cold weather clothing. In Fourteenth Commonwealth defence conference on operational clothing and combat equipment. Australia: Defence Research Establishment Ottawa. – 1985. – pp. 1–47.
89. Rossi R., Comfort and thermo regularity requirements in cold weather clothing. In J. T. Williams, ed. Textiles for cold weather apparel. Cambridge: Woodhead Publishing. – 2009. – pp. 1– 18.
90. ГОСТ 3811 – 72. Материалы текстильные, ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотности. - Москва: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1972. – 28 с.
91. Меркулова А.В. Проблемы оценки качества перо-пухового сырья / А.В. Меркулова, И.В. Черунова // Инновации и перспективы сервиса: международная научно-технич. конф., г.Уфа, 23-24 ноября 2004 г. – Уфа: УГИС., 2004. – С. 154–156.
92. Назаренко Е.В. Факторы, формирующие качество перо-пуховых композиций / Е.В. Назаренко, Л.А. Бекмурзаев // Ресурсосберегающие технологии производства швейных изделий: сборник научных трудов // Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. – Шахты: ЮРГУЭС, 2006. – С.17–19.

93. Недина В.Т. Исследование аэродинамических свойств текстильных материалов / В.Т. Недина, М.И. Сухарев, П.А. Филиппов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983. – №1 (151). – С.15–18.

94. Пат. № 2751689 (ФРГ). Теплоизолирующий наполнитель перо, пух + присадочный материал. В 68 1/00 28.09.77. 83. Пат. № 2829599 (ФРГ). Слоистый материал для защитной одежды и способ его получения. МКИ Д – 06, №10, 1980.

95. 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. – 2020. – № 77 (119). – С. 57–61.

96. Бринк И.Ю. Некоторые особенности проектирования защитной пуховой одежды для экстремальных климатических условий / И.Ю. Бринк, Ю.А. Бурцев, Е.О. Лебедева // Производство. Технология. Экология. ПРОТЭК-2001: сб. трудов международной науч.-практ. конф. – том 1. – Москва: Станкин, 2001. – С.103–106.

97. Бекмурзаев Л.А. Проектирование изделий с объемными материалами: Монография / Л.А. Бекмурзаев. – Шахты: ЮРГУЭС, 2001. – 195с.

98. Лопатченко Т.П. Исследование и разработка специального теплозащитного снаряжения спасателей МЧС: дисс. . . канд. техн. наук: 05.19.04 / Лопатченко Татьяна Павловна. – Шахты, 2003. – с. 200: ил. – Библиогр.: с. 161–169.

99. Бринк И.Ю. Развитие производства пуховой одежды / И.Ю. Бринк // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 1991. – №1. – С.77–80.

100. Исследование теплозащитных свойств одежды / Ханада Каяко. – Сэньи сэйхин, 1979. – Т.20. – №7. – Р.273–279.

101. Лопатченко Т.П. Исследование деформационных свойств объемных утепляющих материалов для проектирования одежды и снаряжения специального назначения / Т. П. Лопатченко, А. С. Рукавишникова // М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение

высш. проф. образования "Донской гос. технический ун-т". – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2014. – 177 с.

102. Советников Д.А. Разработка и исследование пакета материалов для спецодежды военнослужащих, используемой в арктической зоне: дисс. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Советников Дмитрий Анатольевич. – Москва, 2017. – с. 205.

103. Мокеева Н.С. Разработка единого формализованного описания швейного изделия / Н.С. Мокеева, Т.А. Проскурдина, И.В. Урядникова // Швейная промышленность. – 2003. – №3. – С.30–31.

104. Дружинина Т.В. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование: учебное пособие для студентов вузов по направлению 240100 "Химическая технология и биотехнология", специальностям 240201 "Технология и оборудование производства химических волокон и композиционных материалов на их основе" и 280202 "Инженерная защита окружающей среды" / [Дружинина Т. В. и др.] ; под ред. Дружининой Т. В. – Москва: МГТУ им. А. Н. Косыгина: Группа компаний "Совъяж Бево", 2006 (Смоленск: Смоленская обл. тип. им. В.И. Смирнова). – 470 с.

105. Папков С.П. Теоретические основы производства химических волокон / С. П. Папков. – М.: Химия, 1990. – 270 с.

106. Юркевич В.В. Технология производства химических волокон / В.В. Юркевич, А.Б. Пакшвер. – М.: Химия, 1987 г. – 304 с.

107. Перепёлкин К.Е. Химические волокна. Развитие производства, методы получения, перспективы: монография // К.Е. Перепёлкин. – СПб.: РИО СПГУТД, 2008 – 354 с.

108. Перепёлкин К.Е. Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов / К.Е. Перепелкин // Хим. волокна. – 2005. – №2. – С. 37–51.

109. Черунова И.В. Развитие технологических решений для теплозащитной одежды / И.В. Черунова, Е.Б. Стефанова, А.В. Меркулова // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8 (часть 1) – С. 34–36.

110. Мухамеджанов Г.К. Российский рынок нетканых утеплителей: состояние, основные типы и способы производства, особенности, методы испытаний и свойства / Г.К. Мухамеджанов // Рабочая одежда и средства инд. защиты. – 2009. – № 3 (46). – С.8–11.
111. Матвеев В.С. Особенности получения химических волокон из полимеров с различной жесткостью цепей макромолекул / В.С. Матвеев, К.Е. Перепёлкин, А.В. Волохина // Химические волокна. – 1984. – № 3 (ч.1), №4 (ч.2) – С. 17–20, – С. 14–19.
112. Никитин Б.И. Производство перопуховых изделий / Б.И. Никитин, Н.Б. Никитина// М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
113. Борисова Н.А. Разработка спецодежды для защиты от повышенных температур / Н.А. Борисова, Н.С. Мокеева // Швейная промышленность. – 2001. – №2. – С.35–36.
114. Пат. 3892909 USA, A 41 g 11/00, 428/371. Synthetic down/ Samuel E. Miller (USA). - №359200; Filed 10.05.1973; Date of Patent 1.07.1975. – 6 p.
115. Черунова И.В. Экспериментальное исследование технологических характеристик пакетов материалов базовых конструкций с использованием несвязных утеплителей / И.В. Черунова, А.В. Крысова // Социально - экономические и технико - технологические проблемы развития сферы услуг: сб. науч. трудов, – Ростов – на – Дону: РИС ЮРГУЭС, 2006. – Вып.5. – 4.2. – Т.2. – С.190 – 194.
116. Черунова И.В. Исследование комплексных утепляющих смесей для антистатической спецодежды / И.В. Черунова, А.В. Меркулова // Научная мысль Кавказа. – 2006. – №3. – С. 184–187.
117. Черунова И.В. Исследование аэродинамических свойств несвязных утепляющих смесей / И.В. Черунова, А.В. Меркулова // Социально - экономические и технико - технологические проблемы развития услуг: сб. науч. трудов. – Ростов н/Д: РИС ЮРГУЭС, 2007. – Вып.5 – 4.2. – Т.2. – С.185–189.
118. EN 12130: 1998E. Feather and down - Test methods - Determination of the filling power (massic volume). – 2018. – 5с.

119. 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.

120. Зайцева А.Г. Исследование применения инновационных технологий в процессе разработки одежды для активных видов отдыха / А. Г. Зайцева // Студенческая наука XXI века. – 2016. – № 2–1 (9). – С. 240–257.

121. Утеплитель для одежды Шелтер. Первый российский утеплитель из микроволокон [Электронный ресурс] / Официальный сайт Фабрики нетканых материалов Весь мир. – Режим доступа: <http://www.sh.wesmir.com> (Дата обращения 17.11.2018 г).

122. Утеплитель профессионалов. Первый российский утеплитель из микроволокон [Электронный ресурс] / Официальный сайт Фабрики нетканых материалов Весь мир. – Режим доступа: <http://www.sh.wesmir.com/b2b/tour.php> (дата обращения 23.03.2019).

123. Синтепон: оборудование для производства, состав, технические характеристики [Электронный ресурс] / Золотое руно. – Режим доступа: <http://www.zolotoe-runo.sl.ru> (дата обращения 23.03.2019).

124. ГОСТ 12023 – 2003. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2003. – 6 с.

125. ГОСТ 15902.3–79. Плотна нетканые. Методы определения прочности. – Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1979 – 6с.

126. Гончарова М. А. Исследование реологических характеристик синтетических утеплителей / М.А. Гончарова, В.Ф. Богданов // Евразийское научное объединение. – 2019. – № 6 (52). – С. 78–80.

127. Гончарова М. А. Исследование наполняющей способности нетканых материалов на регулярной структуре / М. А. Гончарова, И. Ю. Бринк // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции

«Перспективы и технологии развития в области технических наук» – г. Нижний Новгород. – 2019. – С. 38–41.

128. Ширшов Е.Е. Исследование наполняющей способности нетканых материалов / Е.Е. Ширшов, И.Ю. Бринк, С.А. Колесник, М.А. Гончарова // Наука сегодня: вызовы и решения: материалы междунар. научно- практ. конф. (Вологда, 30.01.2019) / НЦ "Диспут". – Вологда, 2019 – С. 28–30.

129. Физико-механические свойства нетканого полотна холлофайбер: отчет по научно-исследовательской работе/под науч. рук. Курденковой А.В. – М.: МГТУ, 2011. – 55 с.

130. Трещалин М.Ю. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов / М.Ю. Трещалин, М.В. Киселев, Г.К. Мухамеджанов, А.В. Трещалина, Ю.М. Трещалин // Издание 3-е, перераб. и доп. – М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2017. – 292 с., ил.

131. Гончарова М.А. Исследование наполняющей способности чипсов из нетканых материалов / М.А. Гончарова, В.Ф. Богданов, И. Ю. Бринк // В сборнике: Наука - эффективный инструмент познания мира. Основные тенденции развития науки в XXI веке. Материалы всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 9–13.

132. Романенко В.И. Исследование наполняющей способности различных видов пуха / В.И. Романенко, В.Ф. Богданов В.Ф, И.Ю. Бринк // Наука сегодня: проблемы и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции, г. Вологда, 28 ноября 2018 г.: в 2 частях. Часть 1. – Вологда: ООО «Маркер», 2018. – 120 с.

133. Бринк И. Ю. Аналитический расчёт наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей / И. Ю. Бинк, Е. Е. Ширшов, С.А. Колесник, В.Ф. Богданов, М. А. Гончарова // Школа Науки. – 2019. – № 8 (19). – С. 1–3.

134. 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 // Технология легкой промышленности. – 2019. – № 3. – С. 65–67.

135. 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. 58–61.

136. Жаворонков А.И. Математическая модель системы «Человек – теплозащитная одежда – среда» с АСР температуры / А.И. Жаворонков // Автоматизация технологических процессов легкой промышленности: Тезисы доклада. Всесоюзная научно-техническая конференция. – 1982. – С. 62.

137. Кудрявцев В.И. Усовершенствованная технология проектирования теплозащитной одежды на основе уточненных моделей теплообмена: дисс. канд. техн. наук: 05.19.04 / Кудрявцев Виталий Игоревич. – Новочеркасск, 2004 – 197 с.ил. – Библиогр.: с.152–161.

138. 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.

139. ОСТ 17–325–2005. Типовые размерные признаки мужчин. - АО Центральный Научно – Исследовательский Институт Швейной Промышленности. – Москва, 2005.

140. Бахвалов Ю. А. Обратные задачи электротехники: монография / Ю. А. Бахвалов, Н. И. Горбатенко, В. В. Гречихин // М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Российский гос. политехнический ун-т (НПИ) им. М. И. Платова. – Новочеркасск: Изд-во журн. "Известия высш. учеб. заведений. Электромеханика", 2014. – 210 с.

141. ГОСТ 12023–2003. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 11 с.

142. ГОСТ 12.4.011–89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 8 с.

143. 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.

144. ГОСТ 29104.21 – 91. Ткани технические. Методы определения жесткости при изгибе. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 8 с.

145. Бринк И. Ю. Расчёт и исследование специальной пуховой теплозащитной одежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 / Иван Юрьевич Бринк. – Шахты, 1987. – 150 с.

146. Бринк И.Ю. Особенности проектирования и изготовления обуви с пухо-перовым наполнителем / И.Ю. Бринк, Т.Т. Фомина, Г.П. Любич // Тезисы доклада Всесоюзной научно-технической конференции «Совершенствование методов моделирования и конструирования обуви, изготовленной по индивидуальным заказам населения» г. Шахты, 1988 г.

147. Фомина Т.Т., Любич, Г.П., Бринк, И.Ю. Расширение ассортимента материалов для утепляющей обуви. Семинар МДНТП, октябрь 1990 г.

148. Marmot – Одежда и снаряжение для активного отдыха и спорта [Электронный ресурс] / Scandinavianoutdoor.ru – Режим доступа: <http://eurotourist.club/site.php?http://ru.marmot> (дата обращения 11.04.2021).

149. Liliana D'alba, Thomas Holm Carlsen, Árni Ásgeirsson, Matthew D. Shawkey and Jón Einar Jónsson Contributions of feather microstructure to eider down insulation properties. *Journal of Avian Biology* 48: 1150–1157, 2017 doi: 10.1111/jav.01294. – Режим доступа: <https://core.ac.uk/display/153396368?source=2> (дата обращения 11.04.2021).

150. Экологическая потребность и экономическая выгода переработки отходов швейного производства – куда сдать отходы, оборудование, процессы утилизации текстиля [Электронный ресурс] / Экспертный журнал о мусоре,

отходах производства. – Режим доступа <https://vseomusore.com/pererabotka-otkhodov/ekologicheskaya-potrebnost-i-ekonomicheskaya-vygoda-pererabotki-otkhodov-shvejnogo-proizvodstva-kuda-sdat-othody-oborudovanie-protsessy-utilizatsii-tekstilya/> (Дата обращения 12.02.2021 г).

151. 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.

152. ГОСТ 12.0.002–2014. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения. – М.: Стандартинформ Российской Федерации, 2017. – 28 с.

153. Мухин Н.М. Определение реологических и физико-механических свойств полимерных материалов, Методические указания [Электронный ресурс] / Н.М. Мухин, В.Г. Бурындин // . – УГЛТУ. – 2011. – С. 33. – Режим доступа https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/208/3/Muhin_N.M.pdf (дата обращения 01.04.2022 г).

154. Способы получения нетканых материалов. Производство нетканых материалов. Часть 1. [Электронный ресурс] / kiev.63.ru. – Режим доступа: <https://kiev63.ru/vidy-tkanej/tehnologiya-netkanyh-materialov.html> (дата обращения 01.03.2021г).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Образцы теплозащитной одежды для альпинистов и промышленных альпинистов

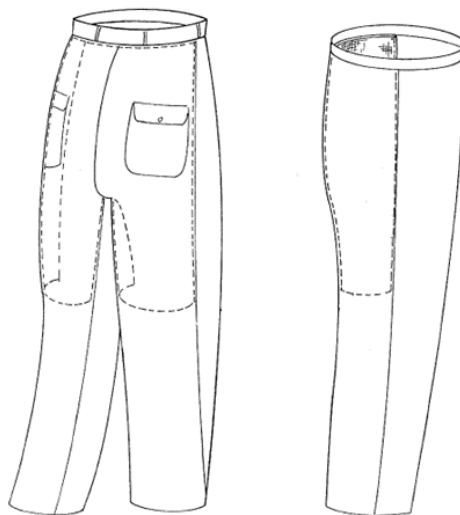
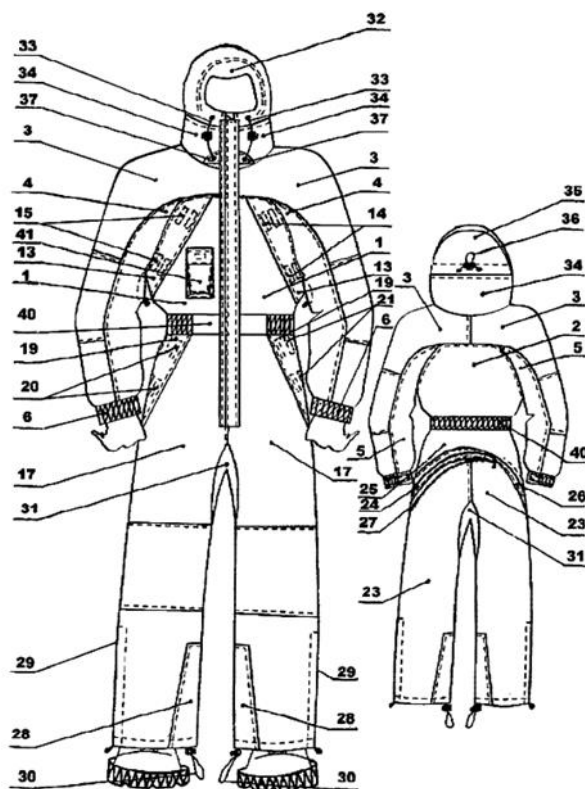


Рисунок А.1 – Брюки, с усиленной тепловой защитой, патент US 6041437 [51]



Фиг. 1

Рисунок А.2– Комбинезон для альпинистов, патент RU 2448621 [52]

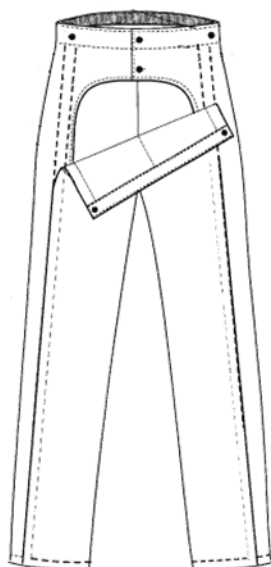


Рисунок А.3 – Брюки повышенной комфортности, патент RU 183007 [53]

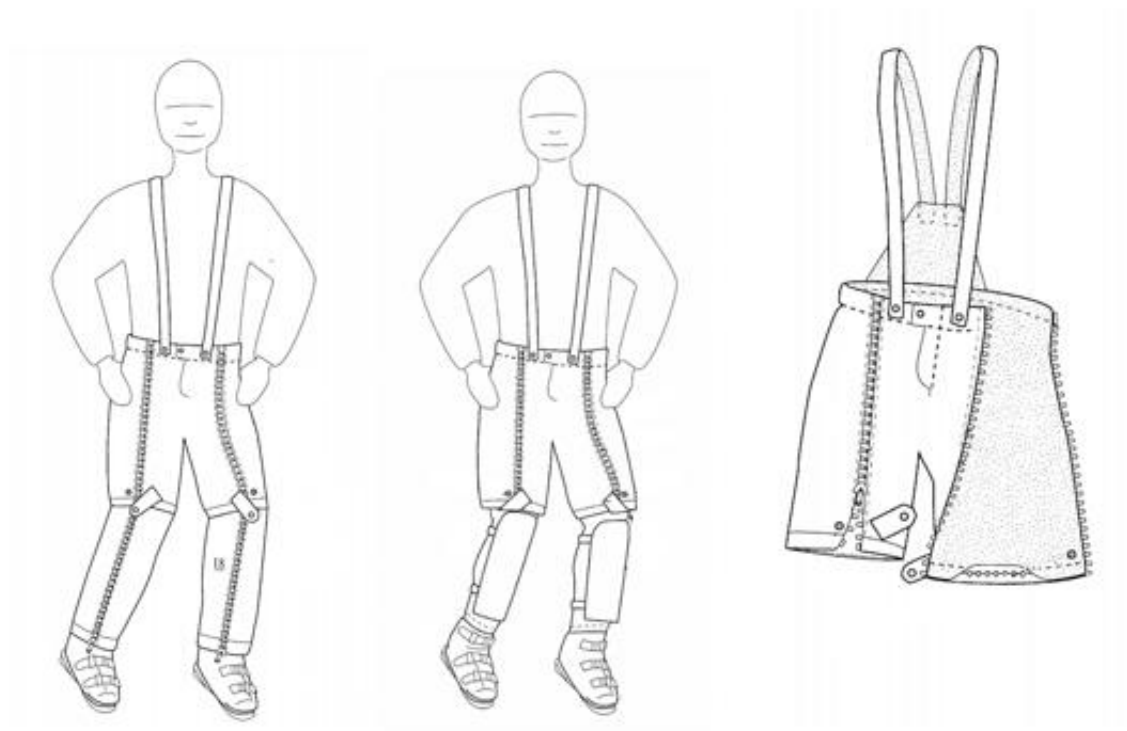


Рисунок А.4 - Брюки, трансформируемые в шорты, патент US 5864888 [54]

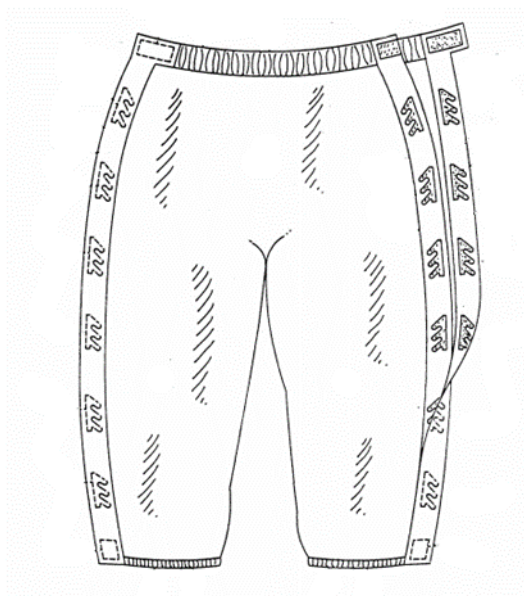


Рисунок А.5— Теплозащитные легкосъемные шорты, патент US 5315716 [55]



Рисунок А.6 - Пуховые брюки-самосбросы Крокусы, ООО «БВН-Инжиниринг»



Рисунок А.7 - БРЮКИ-САМОСБРОСЫ УТЕПЛЕННЫЕ COURSE, производитель СПЛАВ



Рисунок А.8 - Штаны-самосбросы СЛАНА П (Sivera)



Рисунок А.9 - Брюки-самосбросы BASK LEDGE V2



Рисунок А.10 - Брюки- самосбросы BASK HIKE 05



Рисунок А.11 - Полукомбинезон Баск Meribel V3



Рисунок А.12 - Брюки самосбросы Moska "Rapid" от компании "Moska"



Рисунок А.13 - Шорты-самосбросы BVN Крокусы-2



Рисунок А.14 - ODLO Шорты мужские PRIMALOFT LOFTONE



Рисунок А.15 - Бриджи-самосбросы утеплённые Ледень, производитель Сивера



Рисунок А.16 – Шорты горнолыжные фирмы PHENIX RUS SKI EF372GB05



Рисунок А.17 - ШОРТЫ-САМОСБРОСЫ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ HEAD RACE SHORT M



Рисунок А.18 - Шорты Energiapura Adelboden Sr

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

**Программа и методика испытаний наполняющей способности несвязных
композиционных утеплителей (МИНИ FP)**

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации,
метрологии и испытаний в Ростовской области»
(ФБУ «Ростовский ЦСМ»)

СОГЛАСОВАНО:
Генеральный директор
ООО «БВН инжиниринг»
_____/А.Ю.Сироткин/
«05» 08 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Первый заместитель генерального
директора ФБУ «Ростовский ЦСМ»
_____/В.А. Романов/
«05» 08 2019 г.

**ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ
НАПОЛНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕСВЯЗНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ**

Разработчик:
Инженер по метрологии 2 категории
филиала №1 ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты
_____/М.А. Гончарова/
«05» 08 2019 г.

г. Шахты

2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения.....	3
2. Определения, обозначения и сокращения.....	3
3. Объект испытаний.....	3
4. Цель испытаний.....	3
5. Виды испытаний.....	3
6. Объем требований для проведения испытаний.....	4
7. Общие положения.....	4
8. Условия и порядок проведения испытаний.....	5
9. Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний...	6
10. Оцениваемые характеристики при проведении испытаний.....	8
11. Обоснования масштабирования методики. Критерии подобия.....	8
12. Подготовка образцов и оборудования.....	9
13. Программа проведения испытаний.....	10
14. Расчет данных, полученный при испытании.....	11
15. Отчётность по испытаниям.....	12
Приложение А. Форма протокола испытаний	13

1. Область применения

Настоящая программа и методика испытаний разработана ФБУ «Ростовский ЦСМ». Может применяться предприятиями легкой промышленности, научно-исследовательскими институтами и иными предприятиями, а также частыми лицами для проведения измерений наполняющей способности смесей утеплителей. Распространяется на измерение наполняющей способности пуха и пера водоплавающей птицы, а также иных несвязных утеплителей и несвязных композиционных утеплителей искусственного, синтетического и смешанного происхождения и устанавливает содержание, программу и методику ее испытания с целью испытания образцов малого объема, предоставляемых производителями.

2. Определения, обозначения и сокращения

Несвязный утеплитель (НУ) – однотипный утеплитель, состоящий из отдельных не связанных друг с другом элементов не подверженных сваливанию;

Несвязный композиционный утеплитель (НКУ) – утеплитель, состоящий из смеси однотипных несвязных утеплителей;

Испытуемый образец (ИО) – навеска несвязного утеплителя заданной массы.

3. Объект испытаний – пухо-перовое сырье водоплавающих птиц, а также **иные несвязные утеплители (НУ), несвязные композиционные утеплители (НКУ) искусственного, синтетического и смешанного происхождения.**

4. Цель испытаний – измерение наполняющей способности (FP) **испытываемых образцов (ИО) уменьшенного объема, предоставляемых производителями.**

5. Виды испытаний.

Данная программа и методика испытаний позволяет проводить исследовательские испытания для изучения определенных характеристик свойств объекта и определительные испытания, проводимые для определения значения характеристик объекта. Также программа и методика испытаний позволяет проводить сравнительные испытания, когда применяются аналогичные по

характеристикам или одинаковые объекты испытаний, проводимые в идентичных условиях для сравнения характеристик их свойств.

6. Испытания проводятся в объеме требований:

- настоящей программы и методики испытаний;
- EN 12130: 1998E Feather and down - Test methods - Determination of the filling power (massic volume);
- ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство;
- ГОСТ 15.309-98 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения;
- ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения (с Изменением N 1).

7. Общие положения

Испытания проводят в испытательной лаборатории предприятия-изготовителя или иной лаборатории, аккредитованной на данный вид деятельности.

Испытания проводятся комиссией, утвержденной приказом по испытательной лаборатории. Комиссия включает представителей:

- начальника испытательной лаборатории;
- исполнителя, имеющего право на проведение испытаний;
- представителя заказчика (при необходимости или по требованию заказчика).

Продолжительность проведения испытаний при измерении наполняющей способности для одного испытуемого образца складывается из 48 часов, которые отводятся на подготовку испытуемого образца и 30 минут на полный цикл одного испытания.

8. Условия и порядок проведения испытания

Испытания проводятся в лабораторных условиях со стандартными атмосферными условиями (таблица 1) по ГОСТ Р ИСО 139-2007.

Таблица 1 – Атмосферные условия по ГОСТ Р ИСО 139-2007

Параметр	Значение	Погрешность
Температура воздуха	20 °C	± 2 °C
Относительная влажность	65 %	± 4 %

Для измерений характеристик окружающей среды использовать средства измерений в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Средства измерений характеристик окружающей среды

Средство измерения	Требования	Погрешность, (класс точности)	Измеряемые параметры
Термогигрометр ИВА-6Н	ГОСТ Р 52931-2008	$\pm 0,3$ °C ± 3 %	Температура, влажность воздуха

Допускается применение других средств измерений при условии обеспечения требуемой точности измерений.

Испытания проводятся испытательной комиссией. Руководителем испытательной комиссии является руководитель лаборатории, проводящей испытания. Специалист, обеспечивающий функционирование специализированных рабочих мест, должен иметь достаточную подготовку и необходимую квалификацию в соответствии с требованиями программы и методики испытаний при работе со специализированным оборудованием, в том числе:

- знать требования настоящей программы и методики испытаний;
- знать ассортимент, состав испытуемых несвязных композиционных утеплителей;
- знать требования эксплуатационной документации и иметь навыки работы с оборудованием рабочих мест;
- строго выполнять рекомендации по безопасной эксплуатации используемого испытательного и измерительного оборудования;

- иметь допуск к работе на испытательном оборудовании.

Последовательность работ и результаты измерений должны протоколироваться. Проводимые в процессе исследовательских испытаний работы и выявленные в процессе работ несоответствия требованиям программы и методике испытаний должны быть зафиксированы в протоколе испытаний (с указанием даты, наименования испытуемого образца, наименования проводимой проверки и результатов).

По выявленным замечаниям должны быть проведены корректирующие мероприятия, утверждены акты по анализу несоответствий и выпущены необходимые извещения об изменении в документации.

Меры по безопасности испытаний:

- при проведении испытаний необходимо соблюдать правила техники безопасности и правила противопожарной безопасности, принятые в лаборатории;
- испытательное оборудование должно быть заземлено;
- персонал, проводящий испытания, должен быть экипирован спецодеждой, предназначенной для проведения работ в чистых помещениях;
- к проведению испытаний допускается персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности на рабочем месте;
- ответственность за выполнение правил техники безопасности несет руководитель лаборатории, проводящего испытания.

9. Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний

В таблице 3 и 4 указаны средств измерений и испытательное, вспомогательное оборудование для проведения испытаний.

Таблица 3 – Средства измерений

№ п/п	Наименование средств измерений	Погрешность (класс точности)
1	Лента измерительная по ГОСТ 7502-98	± 1 мм
2	Термогигрометр ИВА-6Н-Д по ГОСТ Р 52931-2008	$\pm 0,1$ % $\pm 0,3$ °С
3	Весы лабораторные по ГОСТ Р 53228-2008	$\pm 0,01$ г
4	Секундомер механический СОПпр-2а-3-000 по ТУ 25-1894.002-90	класс точности второй
5	Мерный стакан по ГОСТ 1770-74	Класс В
6	Влагомер весовой МХ-50	Воспроизводимость - 0,02% Разрешение при измерении влажности – 0,01/0,1%.

Таблица 4 – Испытательное и вспомогательное оборудование

№ п/п	Наименование испытательного оборудования	Примечания
1	Цилиндрический стакан	С плоским дном, стоящий на основе, изготовленный из гладкого, антистатического прозрачного материала
2	Плунжер	Оказывающий давление на ИО 14,7 Па
3	Крышка для цилиндра	Из проволоочной сетки по ISO 3310-1
4	Воздушно-поршневой компрессор для аэрирования испытуемого материала	Мощность не менее 1,5 кВт
5	Перфорированная емкость	Для «отдыха» испытуемого материала

Перечень применяемых при испытании средств измерений приведен в таблице 3:

- для контроля линейных размеров высоты столба испытуемого образца в цилиндрическом стакане без нагрузки, под нагрузкой и после снятия нагрузки используется лента измерительная;

- для определения массы испытуемых образцов используются мерный стакан, весы лабораторные;

- для определения времени аэрирования испытуемого образца в цилиндрическом стакане, для определения нахождения испытуемого образца под нагрузкой и после снятия нагрузки используется секундомер механический;

- для определения влажности (массовой доли влаги) пробы пухо-перового сырья и/или синтетической компоненты перед проведением испытаний используется анализатор влажности.

Средства измерений, указанные в таблице 3, должны быть поверены и иметь действующие сроки поверки, в соответствии с требованиями законодательства РФ в области обеспечения единства измерений.

Допускается применение других средств измерений при условии обеспечения требуемой точности измерений. Допускается применение испытательного и вспомогательного оборудования похожего на вышеописанное оборудование, которое дает такой же результат, в пределах экспериментальной погрешности. Оборудование должно быть подходящей конструкции, для эффективности результатов испытаний, особенно в случае аэрации испытуемых образцов.

10. Оцениваемые характеристики при проведении испытаний

При проведении испытаний подлежат оцениванию характеристики, приведенные в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики, подлежащие испытанию

№ п/п	Наименование характеристики, единица измерения
1	Мини наполняющая способность (Мини FP), MFP
2	Модуль Юнга для режима сжатия утеплителя, E_0 , Па
3	Модуль Юнга для режима восстановления, E_v , Па

11. Обоснования масштабирования методики. Критерии подобия

В EN 12130: 1998E определены стандартные размеры цилиндрического стакана для определения наполняющей способности (Fill Power) пуха.

Данная Программа и методика испытаний распространяются на определения наполняющей способности пухо-перовой смеси водоплавающих птиц, а также синтетического и искусственного несвязного материала, и несвязных композиционных утеплителей. В данной программе и методике испытаний

используются уменьшенные размеры испытательного и вспомогательного оборудования, позволяющие определить мини FP. Параметры испытательного и вспомогательного оборудования методик по EN 12130: 1998E и Мини FP приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры испытательного и вспомогательного оборудования

Наименование характеристики, единица измерения	По EN 12130: 1998E	По методике 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

12. Подготовка образцов и оборудования

Перед проведением испытаний должно быть организовано:

- рабочее место ответственного за испытание;
- подготовлен документ «Журнал регистрации условий окружающей среды», где фиксируются данные влияющих величин при проведении испытаний (Таблица 1) с помощью средств измерений, указанных в Таблице 2;
- подготовлен документ «Протокол испытаний», где фиксируются действительные значения измерений в ходе проведения испытаний.

Материал, подлежащий испытанию, должен быть массой не менее 2 г, подготовленный в соответствии с процессом, согласно ГОСТ Р 53397-2009.

Для измерения влажности (массовой доли влаги) пробы пухо-перового сырья и/или синтетической компоненты перед проведением испытаний используется анализатор влажности MX-50. Согласно ГОСТ 53397-2009 содержание влаги в перо-пуховом сырье должно быть не более 13%. Образец, соответствующий критериям по измеренной влажности пробы, помещается в цилиндрический стакан и накрывается крышкой из металлической сетки. Через сетку материал аэрируется (вентируется) посредством компрессора внутри цилиндрического стакана в течение 60 ± 5 с.

Материал для испытаний удаляется из цилиндрического стакана и помещается в перфорированную ёмкость для испытуемого образца и, в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 139-2007, подготавливается к испытаниям в обычной атмосфере, сохраняется свободным, «отдыхает» в ёмкости для образца, в течение 48 ч.

Для обеспечения надежности испытательного процесса и минимизации воздействия на него статического электричества необходимо промыть цилиндрический стакан после 30 измерений теплой водой, разведенной с анионактивным моющим средством (концентрация 0,4 мл/л), затем дважды прополоскать холодной дистиллированной водой.

13. Программа проведения испытаний

При проведении испытаний должны определяться характеристики, указанные в таблице 5 настоящей Программы и методики испытаний.

Наполняющая способность в уменьшенном количестве (Мини FP)

Обработка материала осуществляется согласно стандарту ГОСТ Р 53397-2009, температура и относительная влажность регулируется в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 139-2007.

Необходимо убедиться, что цилиндрический стакан находится в вертикальном положении, а значение шкалы, нанесенного на нем, равно нулю.

Из испытуемых материалов берется испытуемый образец (ИО) массой 2 г, и помещается в цилиндрический стакан, диаметром 140 мм, накрывается крышкой из металлической сетки, разрыхляется аэрацией до однородной массы, и когда принимает статическое положение и устойчивый минимальный объём, снимая крышку из проволоочной сетки замеряется высота свободно лежащего слоя ИО по двум диаметрально противоположным точкам, при помощи ленты измерительной, прикрепленной по высоте к цилиндрическому стакану (h_0).

Далее на ИО оказывается давление плунжером сверху, равное 14,7 Па. В результате этого масса ИО начинает оседать. Через 60 с замеряется высота столба

ИО по двум диаметрально противоположным точкам, при помощи ленты измерительной, прикрепленной по высоте к цилиндрическому стакану (h_1).

Плунжер снимается и ИО в течении 60 с восстанавливается. Далее замеряется высота столба ИО по двум диаметрально противоположным точкам, при помощи ленты измерительной, прикрепленной по высоте к цилиндрическому стакану (h_v).

Данный алгоритм измерений проводится по три раза на каждый испытуемый образец. По результатам выводится среднеарифметическое значение и заносится в протокол.

Необходимо ИО подвергать аэрации каждый раз после поднятия плунжера и измерения восстановления ИО. Аэрация (вентиляции) проводится в течение 60 ± 5 с.

14. Расчет данных, полученный при испытании

FP – безразмерный параметр, который характеризует объем навески испытуемого образца 2 г под давлением 14,7 Па в кубических дюймах, определяется по формуле (1):

$$FP = \frac{1}{2} \cdot \frac{h_1 \cdot S_{\text{осн.ст}} \cdot 28,35}{16,39} \quad (1)$$

где h_1 – высота столба испытуемого образца в цилиндрическом стакане после воздействия стандартной нагрузки;

$S_{\text{осн.ст}}$ – площадь основания стакана равная 153,86 см²;

28,35 г – масса испытуемого образца по EN 12130:1998E;

2 г – масса испытуемого образца по данной методике;

16,39 – коэффициент перевода, см³.

Для обработки результатов измеряется начальная высота столба ИО, h_0 , высота столба ИО после воздействия стандартной нагрузки, h_1 , высота столба ИО после снятия стандартной нагрузки, h_v , отношение высоты ИО во время приложения нагрузки к высоте ИО после снятия нагрузки h_1/h_v , отношение высоты ИО после снятия нагрузки к высоте до приложения нагрузки, h_v/h_0 , отношение восстановленной высоты после снятия нагрузки к высоте столба ИО при нагрузке h_v/h_1 . По измеренным параметрам определяются модуль Юнга для режима сжатия

испытуемого образца E_0 по формуле 2 и для режима восстановления E_B по формуле 3 соответственно:

$$E_o = \frac{14,7h_0}{(h_0-h_1)}, \text{ Па}; \quad (2)$$

$$E_B = \frac{14,7h_B}{(h_B-h_1)}, \text{ Па}. \quad (3)$$

Разница между показателями FP одной и той же пробы не должна превышать 5 %.

Модуль Юнга E_0 характеризует упругость ИО, сжимающегося от уровня аэрированного состояния до уровня при стандартной нагрузке 14,7 Па, а модуль упругости E_B характеризует упругость массы ИО в диапазоне от сжатого состояния при стандартной нагрузке до восстановленного состояния.

15. Отчётность по испытаниям

По результатам испытаний оформляется протокол испытаний, форма которого приведена в приложении А настоящей Программы и методики испытаний.

В протоколе отражаются результаты по каждому испытанию.

Протокол испытаний должен быть подписан сотрудником, проводившим испытание и утвержден ответственным лицом организации, проводившей испытания.

**Приложение А. Форма протокола испытаний
(обязательное)**

Протокол испытаний № _____

от _____

Наименование несвязного
композиционного утеплителя
(НКУ): _____

Состав НКУ: _____

Принадлежность: _____

1. Испытания произведены в соответствии с: _____

2. Средства измерений: _____

3. Условия испытаний:

Температура
окружающего
воздуха

°C

Относительная
влажность воздуха

%

4. Проведение испытаний:

Измеренное значение массы НКУ:

Наименование НКУ	h 0 (ср)	h1 (ср)	hв (ср)	FP	E0	Eв

Заключение: _____

Испытания провел: _____

(ФИО специалиста)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Данные, полученные в результате измерения наполняющей способности НКУ (утиный пух/ПЭ), (гусиный пух/ПЭ) и расхождение результатов в относительных и абсолютных величинах

Таблица В.1 – Результаты измерения наполняющей способности НКУ (утиный пух/ПЭ)

Соотношение компонент: пух/ПЭ	EN 12130 FP	Мини FP	Абсолютное расхождение	Относительное расхождение	Расхождение в абс. ед.
(100/0)	530	560	-30	-0,057	0,057
(90/10)	510	530	-20	-0,039	0,039
(80/20)	500	490	10	0,02	0,020
(70/30)	480	460	20	0,042	0,042
(60/40)	480	530	-50	-0,104	0,104
(50/50)	410	430	-20	-0,049	0,049
(40/60)	370	440	-70	-0,189	0,189
(30/70)	330	390	-60	-0,182	0,182
(20/80)	300	340	-40	-0,133	0,133
(10/90)	250	290	-40	-0,16	0,16
(0/100)	180	210	-30	-0,166667	0,167
Среднее расхождение в абсолютных единицах					0,107

Таблица В.2 – Результаты измерений наполняющей способности НКУ (гусиный пух/ПЭ)

Соотношение компонент: пух/ПЭ	EN 12130 FP	Мини FP	Абсолютное расхождение	Относительное расхождение	Расхождение в абс. ед.
(100/0)	810	800	10	0,012	0,012
(90/10)	800	770	30	0,037	0,037
(80/20)	760	750	10	0,013	0,013
(70/30)	730	725	5	0,007	0,007
(60/40)	680	740	-60	-0,088	0,088
(50/50)	630	680	-50	-0,079	0,079
(40/60)	540	500	40	0,074	0,074

(30/70)	350	390	-40	-0,114	0,114
(20/80)	290	360	-70	-0,241	0,241
(10/90)	260	320	-60	-0,230	0,230
(0/100)	200	220	-20	-0,1	0,1
Среднее расхождение в абсолютных единицах					0,094

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Данные по измеренным волокнам четырех образцов параллелепипедной формы с длинной стороны 10×10 мм² и 20×20 мм²

Таблица Г.1 – Данные по измеренным волокнам в чипсах 10×10 мм²

Наименование образца	Чипс 1	Чипс 2	Чипс 3	Чипс 4	Чипс 5	Среднеарифметическое значение
Синтепон – 150						
Масса, г	0,016	0,015	0,020	0,016	0,015	0,016
Максимальная длина волокна, мм	35	60	70	65	60	58
Минимальная длина волокна, мм	3	3	3,5	3,5	3	3,2
Синтепон - 200						
Масса, г	0,030	0,031	0,028	0,025	0,030	0,029
Максимальная длина волокна, мм	70	65	60	65	65	65
Минимальная длина волокна, мм	3	3,5	3,5	3	3	3,2
Shelter® Tour						
Масса, г	0,034	0,030	0,028	0,025	0,025	0,028
Максимальная длина волокна, мм	65	70	65	70	60	66
Минимальная длина волокна, мм	3	3	3	3	3,5	3,1
Shelter Loft™						
Масса, г	0,024	0,027	0,030	0,024	0,020	0,025
Максимальная длина волокна, мм	40	35	50	30	35	38
Минимальная длина волокна, мм	3	2,5	3	2,5	3	2,8

Таблица Г.2 – Данные по измеренным волокнам в чипсах 20×20 мм²

Наименование образца	Чипс 1	Чипс 2	Чипс 3	Чипс 4	Чипс 5	Среднеарифметическое значение
Синтепон – 150						
Масса, г	0,076	0,092	0,071	0,087	0,071	0,079
Максимальная длина волокна, мм	80	80	75	80	70	77
Минимальная длина волокна, мм	3	3	2	2	3	2,6
Синтепон - 200						
Масса, г	0,15	0,13	0,15	0,15	0,16	0,14
Максимальная длина волокна, мм	85	80	90	75	80	82
Минимальная длина волокна, мм	3	3,5	3,5	3	3	3,2
Shelter Tour™						
Масса, г	0,12	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11
Максимальная длина волокна, мм	95	90	85	80	90	88
Минимальная длина волокна, мм	3	3	3	3	3,5	3,1
Shelter Loft™						
Масса, г	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,086
Максимальная длина волокна, мм	65	60	60	65	70	64
Минимальная длина волокна, мм	3	2,5	3	2,5	3	2,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Числовые данные по лабораторным исследованиям наполняющей способности и реологических характеристик различных видов утеплителей

Таблица Д.1 – Числовые замеренные данные для построения диаграммы при исследовании наполняющей способности испытуемых утеплителей

Вид пуха	FR нетканого материала	FR нарезанного в дисках	FR чипсов в цилиндрическом стакане
Синтепон -100	159,90	152,29	226,53
Синтепон-150	174,75	158,95	214,35
Синтепон-200	186,17	172,92	244,42
Синтетический утеплитель с шерстью, плотность 230 г/м	92,51	63,58	102,03
Shelter Micro	144,67	142,77	272,21
Пух утиный			500,00
Вид пуха	Е ₀ , Па	Е _в , Па	
Синтепон -100	44,25	70,70	
Синтепон-150	89,82	91,90	
Синтепон-200	95,34	125,98	
Синтетический утеплитель с шерстью, плотность 230 г/м	77,51	718,20	
Shelter Micro	235,20	235,20	
Вид пуха	Е₀, Па	Е_в, Па	
Синтепон -100	44,25	70,70	
Синтепон-150	89,82	91,90	
Синтепон-200	95,34	125,98	
Синтетический утеплитель с шерстью, плотность 230 г/м	77,51	718,20	
Shelter Micro	235,20	235,20	

Таблица Д.2 – Числовые замеренные данные для построения диаграммы зависимости наполняющей способности от средней поверхности площади чипсов для нетканых полотен на регулярной структуре

холлофайбер	FP	Е ₀ , Па	Е _в , Па
целые диски	163,7096	70,63805	84,55752
4 части	180,0805	153,762	112,6388
16 частей	167,8975	112,9227	103,0709
64 части	144,6736	126,42	99,68966

Синтепон 150	FP	Е ₀ , Па	Е _в , Па
целые диски	204,45	82,75	84,56
4 части	202,92	104,76	112,64
16 частей	196,83	100,09	103,07
64 части	191,50	93,36	99,69

Синтепон 200	FP	Е ₀ , Па	Е _в , Па
целые диски	208,20	83,25	115,20
4 части	210,54	95,23	112,64
16 частей	212,56	101,09	120,02
64 части	215,54	102,74	125,85

Шерстон 230	FP	Е ₀ , Па	Е _в , Па
целые диски	55,62	42,52	50,25
4 части	62,25	43,58	54,12
16 частей	74,58	48,74	55,24
64 части	95,52	50,21	56,87

Таблица Д. 3 – Исходные данные для расчета наполняющей способности испытуемых образцов в регулярной структуре

Вид пуха	Нетканый материал (FP)	Чипсы (FP)
Синтепон-150	174,82	214,34
Синтепон-200	186,24	244,42
Шерстон-230	92,51	102,14
Пух утиный	600	

Таблица Д.5– Аналитический расчёт наполняющей способности образцов
утеплителей с расчётом относительной погрешности

[illegible]

Таблица Д.6 – Показатели наполняющей способности, модуля сжатия и восстановления испытываемых смесей, где Δ - относительная погрешность, %, E_o - модуль Юнга сжатия, Па, E_v - модуль Юнга восстановления, Па

Наименование образца	FP	Δ , %	E_o , Па	Δ , %	E_v , Па	Δ , %
пух гусь белый	850	7	22	5	34	14
shelter optimum 200	540	4	25	5	49	17
shelter optimum 150	620	7	27	6	49	9
shelter optimum 100	510	3	22	4	44	26
shelter sport 200	520	3	22	5	39	5
! shelter sport 100	640	9	26	9	51	34
shelter loft 150	480	4	26	2	35	5
shelter tour 100	600	10	25	8	39	10
shelter tour 200	550	7	27	6	42	14
! shelter merino 150	520	3	23	4	35	12
! shelter camel 150	550	12	23	3	36	14
shelter micro 150	450	6	27	7	46	20
shelter x-static 100	500	5	24	5	34	6
шарики	540	1	21	1	31	15
Ср. Отн. Погрешность		6		5		14

Таблица Д.7 – Результирующие данные наполняющей способности и средней относительной погрешности измерений.

Наименование образца	FP	Δ , %
пух гусь белый	850	7
shelter optimum 200	540	4
shelter optimum 150	620	7
shelter optimum 100	510	3
shelter sport 200	520	3
! shelter sport 100	640	9
shelter loft 150	480	4
shelter tour 100	600	10
shelter tour 200	550	7
! shelter merino 150	520	3
! shelter camel 150	550	12
shelter micro 150	450	6
shelter x-static 100	500	5
шарики	540	1
Ср. отн. Погрешность, %		6

Таблица Д. 8 – Числовые данные модуля Юнга для режима сжатия

Наименование образца	h0 (1)	h0 (2)	h0 (3)	h1 (1)	h1 (2)	h1 (3)	E01	E02	E03	E0ср.	Ср. откл.	Отн. отк. %	E0ср.	Отн. отк. %
пух гусь белый	20,00	19,00	18,50	6,25	6,10	6,90	21,38	21,65	23,44	22,16	1,12	5,06	22,00	5
shelter optimum 200	9,50	10,25	9,75	4,00	3,90	4,25	25,39	23,73	26,06	25,06	1,20	4,79	25,00	5
shelter optimum 150	11,75	9,50	9,25	5,00	4,40	4,50	25,59	27,38	28,63	27,20	1,53	5,61	27,00	6
shelter optimum 100	10,50	11,75	12,00	3,85	3,75	4,00	23,21	21,59	22,05	22,28	0,83	3,75	22,00	4
shelter sport 200	12,00	12,00	10,75	3,90	3,80	4,05	21,78	21,51	23,59	22,29	1,13	5,06	22,00	5
shelter sport 100	11,00	10,50	12,00	4,35	5,15	5,00	24,32	28,85	25,20	26,12	2,40	9,20	26,00	9
shelter loft 150	8,50	8,50	8,25	3,65	3,70	3,40	25,76	26,03	25,01	25,60	0,53	2,08	26,00	2
shelter tour 100	10,75	10,75	11,00	4,80	4,75	4,00	26,56	26,34	23,10	25,33	1,94	7,64	25,00	8
shelter tour 200	10,00	10,25	8,00	4,30	4,35	3,85	25,79	25,54	28,34	26,55	1,55	5,83	27,00	6
shelter merino 150	11,00	11,00	12,00	3,90	4,05	3,85	22,77	23,27	21,64	22,56	0,83	3,69	23,00	4
shelter camel 150	10,00	11,25	11,75	3,55	4,45	4,35	22,79	24,32	23,34	23,48	0,77	3,30	23,00	3
shelter micro 150	7,50	7,25	7,50	3,30	3,65	3,25	26,25	29,60	25,94	27,27	2,03	7,45	27,00	7
shelter x-static 100	9,50	10,00	9,50	3,90	3,55	3,75	24,94	22,79	24,29	24,01	1,10	4,59	24,00	5
шарики	13,00	13,00	13,50	4,10	4,05	4,00	21,47	21,35	20,89	21,24	0,31	1,45	21,00	1
Средняя относительная погрешность, %														5

Таблица Д. 9 – Результирующие данные модуля Юнга сжатия и средней относительной погрешности измерений

Наименование образца	E0, Па	Δ, %
пух гусь белый	22	5
shelter optimum 200	25	5
shelter optimum 150	27	6
shelter optimum 100	22	4
shelter sport 200	22	5
! shelter sport 100	26	9
shelter loft 150	26	2
shelter tour 100	25	8
shelter tour 200	27	6
! shelter merino 150	23	4
! shelter camel 150	23	3
shelter micro 150	27	7
shelter x-static 100	24	5
шарики	21	1
Ср. Отн. Погрешность		5

Таблица Д.10 – Числовые данные измеренного модуля Юнга для режима восстановления E_v испытываемых образцов.

[illegible]

Таблица Д.11 - Результирующие данные модуля Юнга восстановления и средней относительной погрешности измерений

Наименование образца	Ев, Па	$\Delta, \%$
пух гусь белый	34	14
shelter optimum 200	49	17
shelter optimum 150	49	9
shelter optimum 100	44	26
shelter sport 200	39	5
! shelter sport 100	51	34
shelter loft 150	35	5
shelter tour 100	39	10
shelter tour 200	42	14
! shelter merino 150	35	12
! shelter camel 150	36	14
shelter micro 150	46	20
shelter x-static 100	34	6
шарики	31	15
Ср. Отн. Погрешность		14

Таблица Д.12 – Числовые данные измерений смеси ПУХ+ shelter sport 100 в процентных содержаниях 90/10; 80/20; 70/30; 60/40; 50/50 по формуле и по эксперименту

Смеси НКУ	FP смеси по опыту	FP по формуле
ПУХ+ shelter Optimum 200 (50/50)	479,04	542,03
ПУХ+ shelter Optimum 200 (60/40)	538,92	520,90
ПУХ+ shelter Optimum 200 (70/30)	556,66	532,71
ПУХ+ shelter Optimum 200 (80/20)	585,49	531,82
ПУХ+ shelter Optimum 200 (90/10)	638,72	530,94
ПУХ+ shelter sport 100 (50/50)	678,64	769,85
ПУХ+ shelter sport 100 (60/40)	836,10	795,19
ПУХ+ shelter sport 100 (70/30)	842,76	820,52
ПУХ+ shelter sport 100 (80/20)	880,46	845,86
ПУХ+ shelter sport 100 (90/10)	887,11	871,20
ПУХ+ shelter X-Static (50/50)	456,86	513,42
ПУХ+ shelter X-Static (60/40)	503,44	516,74
ПУХ+ shelter X-Static (70/30)	503,44	520,07
ПУХ+ shelter X-Static (80/20)	503,44	523,40
ПУХ+ shelter X-Static (90/10)	507,87	526,72
ПУХ+ shelter Tour 200 (50/50)	592,15	542,25
ПУХ+ shelter Tour 200 (60/40)	667,55	539,81
ПУХ+ shelter Tour 200 (70/30)	742,96	537,37
ПУХ+ shelter Tour 200 (80/20)	734,09	534,93
ПУХ+ shelter Tour 200 (90/10)	563,32	532,49

Таблица Д.13 - Построение расчёта доверительного интервала, осуществлённого методом Стьюдента в программной среде Excel

Смеси НКУ	FR смеси по опыту	FR по формуле	Относительное отклонение, % округленное, %	Относительное отклонение, %	Стандартное отклонение, ед. изм.	Стандартное отклонение, ед. изм.	Интервал	
ПУХ+ shelter Optimum 200 (50/50)	479,04	542,03	-0,11621	-0,12	44,54066	44,54066	Правая граница 62,01221	Левая граница 23,53357
ПУХ+ shelter Optimum 200 (60/40)	538,92	520,9	0,034594	0,03	12,74206	12,74206		
ПУХ+ shelter Optimum 200 (70/30)	556,66	532,71	0,044959	0,04	16,93521	16,93521		
ПУХ+ shelter Optimum 200 (80/20)	585,49	531,82	0,100918	0,1	37,95042	37,95042		
ПУХ+ shelter Optimum 200 (90/10)	638,72	530,94	0,202998	0,2	76,21197	76,21197		
ПУХ+ shelter sport 100 (50/50)	678,64	769,85	-0,11848	-0,12	64,49521	64,49521		
ПУХ+ shelter sport 100 (60/40)	836,1	795,19	0,051447	0,05	28,92774	28,92774		
ПУХ+ shelter sport 100 (70/30)	842,76	820,52	0,027105	0,03	15,72605	15,72605		
ПУХ+ shelter sport 100 (80/20)	880,46	845,86	0,040905	0,04	24,46589	24,46589		
ПУХ+ shelter sport 100 (90/10)	887,11	871,2	0,018262	0,02	11,25007	11,25007		
ПУХ+ shelter X-Static (50/50)	456,86	513,42	-0,11016	-0,11	39,99396	39,99396		
ПУХ+ shelter X-Static (60/40)	503,44	516,74	-0,02574	-0,03	9,40452	9,40452		
ПУХ+ shelter X-Static (70/30)	503,44	520,07	-0,03198	-0,03	11,75919	11,75919		
ПУХ+ shelter X-Static (80/20)	503,44	523,4	-0,03814	-0,04	14,11385	14,11385		
ПУХ+ shelter X-Static (90/10)	507,87	526,72	-0,03579	-0,04	13,32896	13,32896		
ПУХ+ shelter Tour 200 (50/50)	592,15	542,25	0,092024	0,09	35,28463	35,28463		
ПУХ+ shelter Tour 200 (60/40)	667,55	539,81	0,236639	0,24	90,32582	90,32582		
ПУХ+ shelter Tour 200 (70/30)	742,96	537,37	0,382586	0,38	145,3741	145,3741		
ПУХ+ shelter Tour 200 (80/20)	734,09	534,93	0,37231	0,37	140,8274	140,8274		
ПУХ+ shelter Tour 200 (90/10)	563,32	532,49	0,057898	0,06	21,8001	21,8001		
Среднее значение, ед. изм.		602,411			42,77289	42,77289		
Относительное отклонение, %					0,07	0,07	±0,03	
				Доверительный интервал	19,23932			

Таблица Д.14 – Числовые данные измерений реологических характеристик утино́го пуха и трёхмерных кластерных образцов, полученных из Shelter «Micro»

Испытуемый материал	FP материала	E0	Eв	Масса
Утиный пух (в большом стакане)	504,45	23,05	39,83	30,00
Shelter "Micro" (аэрация путём извлечения из стакана) - диагональ (трёхмерный кластер)	541,57	29,12	50,60	30,00
Shelter "Micro" (аэрация палочкой) - диагональ (трёхмерный кластер)	518,73	34,24	53,88	30,00
Shelter "Micro" (аэрация путём извлечения из стакана) - полоса (трёхмерный кластер) - с «мусором»	405,94	30,59	47,61	30,00
Shelter "Micro" (аэрация палочкой) - полоса (трёхмерный кластер) - с «мусором»	383,10	33,05	54,15	30,01
Shelter "Micro" (аэрация путём извлечения из стакана) - полоса (трёхмерный кластер) - без «мусора»	399,28	30,14	45,30	30,01
Shelter "Micro" (аэрация палочкой) - полоса (трёхмерный кластер) - без «мусора»	400,23	36,43	54,07	30,01

*Под термином «мусор» в данном случае понимают включения отдельных волокон, частиц, и разрушенных частей кластеров в процессе их отрывания.

Таблица Д.15 – Экспериментальные данные измерений поведения пакетов с разными комбинациями утеплителей в нормальных условиях, при низких температурах и под различным давлением, оказываемым на них

Экспериментальные данные прямых измерений									
№	Наполнитель пакета	Модули Юнга при воздействии давления 14,7 Па при комнатной температуре 22 °С		Модули Юнга при воздействии давления 14,7 Па при температуре минус 45 °С		Модули Юнга при воздействии давления 72,6 Па при комнатной температуре 22 °С		Модули Юнга при воздействии давления 72,6 Па при температуре минус 45 °С	
		Е ₀	Е _в	Е ₀	Е _в	Е ₀	Е _в	Е ₀	Е _в
1	Пух + шерсть (70/30)	44	83	50	80	125	147	120	155
2	Пух + ПП (70/30)	57	115	67	107	121	146	144	188
3	Пух + ПЭ (70/30)	65	138	47	111	145	189	116	170
4	Пух (100/0)	50	58	28	31	125	133	127	137
Относительные величины изменения Е ₀ / Е _в при всех условиях эксперимента									
№	Наполнитель пакета	Е ₀ / Е _в , 22 °С		Е ₀ / Е _в , минус 45 °С		Е ₀ / Е _в , 22 °С		Е ₀ / Е _в , минус 45 °С	
		14,7 Па		минус 45 °С		72,6 Па		минус 45 °С	
5	Пух + шерсть (70/30)	0,53		0,62		0,85		0,77	
6	Пух + ПП (70/30)	0,49		0,63		0,83		0,76	
7	Пух + ПЭ (70/30)	0,47		0,42		0,76		0,68	
8	Пух (100/0)	0,86		0,90		0,94		0,92	

Таблица Д. 16 - Фрагмент экономического расчёта производства (резка+ измельчение) НКУ в программе Excel

Стоимость режущей машины				Стоимость и процентное содержание компонент НКУ								
Примечание	Цена оборудования, руб	Альтернативные издержки в мес, руб	Требуемое количество пуха в партии, кг	Стоимость пуха водоплавающих птиц, руб/кг	Содержание компоненты X, %	Количество пуха водоплавающих птиц для производства НКУ, кг	Количество компоненты X в партии НКУ, кг	Стоимость пуха водоплавающих птиц на партию НКУ, руб	Стоимость компоненты X, руб/кг	Количество компоненты X в партии НКУ, кг	Стоимость компоненты X на партию НКУ, руб	
№ п.п.												
1	Приобретение российской или китайской режущей машины	700000	4083,3	2000	3500	25	1500	500	5250000	1000	500	500000
2	Резка осуществляется на специализированном производстве		0	2000	3500	25	1500	500	5250000	1000	500	500000

Продолжение таблицы Д.16

Стоимостные соотношения нарезки чипс										
Количество рабочих часов в месяц	Производительность машины резки, кг/час	Время на переработку, час	Мощность оборудования, кВт	Стоимость электроэнергии, руб/Вт*ч	Стоимость потраченной электроэнергии, руб	Стоимость обслуживания персонала с налогами, руб/мес.	Стоимость обслуживающего персонала руб/партия	Стоимость получения чипс компоненты X, руб/кг	Стоимость чипс, руб/кг	
160	1500	0,33333333	0,5	5	0,833333333	60000	125	134,340208	0,26868042	1000,26868
160	1500	0,33333333	15	5	25	60000	125	150	0,3	1000,3

Стоимостные соотношения режима смешивания и затаривания													
Общие экономические параметры производственной линии													
Производительность линии смешивания, кг/час	Потребляе мая электриче ская мощность линии смешиван ия, кВт	Затраты времени на смешиван ие компонен т НКУ, час.	Стоимост ь электроэ нергии на произво дство партии НКУ, руб	Стоимост ь персонал а для смешиван ия и затариван ия компонен т партии НКУ, руб	Стои мость смеш ивани я и затар ивани я парти и НКУ, руб	Стои мость смеш ивани я одног о килог рамм а НКУ, руб	Стоимост ь получени я одного килограм ма НКУ (резка смешиван ие), руб	Загру зка маши ны резки , мес	Загруз ка линии смеш ивани я, мес	Стои мость парти и НКУ, руб	Стои мость НКУ, руб/кг	Альтер нативн ые издерж ки за год, руб	Отнесе ние альтер нативн ых издерж ек на партию НКУ, руб
20	10	100	5000	37500	42500	21,25	21,518680 42	0,002 08333 3	0,625	57930 37,36 1	2896, 5186 8	48991,0 9313	46,0142 2698
20	10	100	5000	37500	42500	21,25	21,55	0,002 08333 3	0,625	57931 00	2896, 55	0	21,55

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Патент Российской Федерации на полезную модель



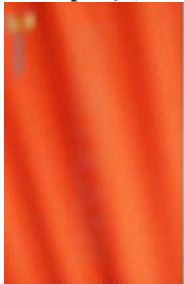
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (рекомендуемое)

Современные материалы, применяемые в качестве поверхностных и подкладочных материалов теплозащитной одежды

Таблица Ж.1 - Современные материалы, применяемые в качестве
поверхностных материалов теплозащитной одежды

№ п/п	Наименование и внешний вид	Описание материала	Преимущества материала	Область применения
1	Ткань Fitsystem (Фитсистем) 15240 	Состав – полиэстер / нейлон Обработки- WR, CIRE Плотность – 38 гр/м² ± 5% Ткань произведена по инновационным технологиям, протестирована системой оценки и контроля качества Texlevel®.	Преимущества ткани: износостойкость (долго сохраняют свой внешний вид даже при длительном использовании, после многочисленных стирок); легкость в уходе; защищают от дождя, влаги и ветра (имеют специальные водонепроницаемые и водоотталкивающие покрытия и пропитки); цветостойкость; экологичность (производятся только из сертифицированных компонентов). Термокомфортны. Практичны и безопасны. Производятся только из сертифицированных компонентов.	Повседневная и модельная верхняя одежда, спортивная одежда и одежда для активного отдыха, верхняя одежда для Детей и подростков; профессиональная одежда
2	Northsea Aqua 5 	Современная полиуретановая «дышащая» мембрана	Разработана с целью обеспечить максимальный комфорт при работе в экстремальных условиях. Высокая поропроницаемость, высокая водоупоность.	Назначение — сохранить тело человека сухим, защитить его от переохлаждения, поддержать нормальную температуру тела, вывести наружу испаряемую телом влагу при экстремальных физических нагрузках и не сковывать движений.

Продолжение таблицы Ж.1

3	Мембранный материал Рипстоп 	Высокопрочная ткань, имеющая комбинированную структуру плетения с армированной пряжей. Она представлена множеством модификаций, в зависимости от состава и некоторых качественных характеристик.	Повышенная прочность на раздир, при сохранении веса и плотности ткани - за счёт упрочняющих нитей мелкие порезы и дырки не могут свободно разойтись на такой ткани. Рипстоп производится с различными характеристиками текстуры, веса, водонепроницаемости, водостойкости, огнеупорности, пористости (пропускаемости воздуха или воды)	Используется для пошива всевозможной спецодежды, вещей и обмундирования для спорта и отдыха, походов и экспедиций, охоты и рыбалки.
4	Dewspo (Дюспо) 	Плотный и стойкий к изнашиванию и повреждениям материал из ПЭ волокон, очень приятный наощупь. Плотность ткани Дюспо 240 т (текс).	Защита от ветра, непродуваемость. Паропроницаемость. В костюмах, куртках и брюках из дюспо не возникает парникового эффекта даже при интенсивной физической деятельности. Водонепроницаемость. Прочность, износостойкость и устойчивость к механическим повреждениям.	Основная сфера применения дюспо – армейская одежда, спортивные костюмы для зимних видов спорта, туристическая и охотничья одежда.
5	Taslan (Таслан) 	Синтетическая ткань на основе нейлоновых (полиамидных) волокон с репсовым плетением и водонепроницаемой пропиткой.	Преимущества: легкость, прочность износостойкость воздухопроницаемость водонепроницаемость защита от загрязнений не требует особого ухода.	Спортивная верхняя одежда и одежда для активного отдыха. Детская верхняя одежда.
6	Alova (Алова) 	Многослойное мембранное полотно на основе синтетических волокон. В зависимости от назначения ткани, показатели плотности варьируются в пределах от 180 до 270 г/м², ткань из 100% полиэстера.	Водонепроницаемость – 8000 мм. Воздухопроницаемость (продуваемость) - всего 1,5дм3/м2*сек. Паропроницаемость - 1000г/м2/24ч. Дополнительно, в некоторых видах – грязеотталкивающая пропитка.	Из этого материала шьется одежда и туристическая экипировка под разные нужды и температуры, и в первую очередь – для непростых погодных условий.

Продолжение таблицы Ж.1				
7	CORDURA (Кордура) 	Толстая нейлоновая ткань с особой структурой нити, с водоотталкивающей пропиткой и с полиуретановым покрытием.	Высокая прочность на разрыв и, устойчивость к механическим воздействиям. Высокая устойчивость к истиранию. Водоотталкивающие свойства. Хорошая паропроницаемость и ветроустойчивость. Легко чистится.	Может применяться при изготовлении специальной одежды (например, мото-экипировки), целиком или в отдельных элементах.

Таблица Ж.2 - Современные материалы, применяемые в качестве подкладочных теплозащитной одежды.

№ п/п	Наименование и внешний вид	Описание материала	Преимущества материала	Область применения
1	NYLON Taffeta20D	100% нейлон, 100% полиэстер	Ткань хорошо растягивается и совсем не мнется, защищает от ветра и быстро высыхает при намокании. Показывает высокие водоотталкивающие показатели. Обладает стойкостью к износу и механическим повреждениям.	Таффета применяется для подкладок и пошива различных изделий. Тонкий и легкий подкладочный материал поддается драпированию и не образует жестких швов. Особенность его в способности поддерживать оптимальный микроклимат за счет влагоотведения.
2	Флис	100% ПЭ волокна	Отличается высоким уровнем теплосберегаемости и гидрофобности. Флисовая одежда способна греть за счет своей структуры, которая удерживает большое количество воздуха.	Широко применяется при изготовлении спортивной и детской одежды (толстовки, комбинезоны) термобелья и аксессуаров (варежки, шапки, носки), в качестве утеплителя для верхней одежды (курток, брюк, шапок), а также предметов домашнего текстиля (халаты, одеяла, покрывала).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(обязательное)

**Выдержки из технического описания конструкторской документации на
теплозащитные шорты-самосбросы**

ООО «БВН инжиниринг»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «БВН Инжиниринг»
Сироткин А.Ю.
«15» 10 2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

Арт: 354310 Шорты самосбросы Крокусы

Арт: 470906 Упаковочный компрессионный мешок

(для жилетов Альпинист, Альпина, Памир)

При заказе все размеры должны быть кратны 2**Рекомендуемая температура эксплуатации от -3 до -30**

Дата введения

15.10.2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Модельер-конструктор

 Редькина О.В.

г. Новочеркасск

Т а б л и ц а 1 - Карта нормирования основных и вспомогательных материалов мужских брюк (бридж) самосбросов

№ п/п	Наименование материала	Назначение материала	Ед. изм.	Расход на ед. изделия									Примечание	
				76	80	84	88	92	96	100	104	108		112
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основная ткань 100% Nylon	Основная Шорты	м	1,4	1,42	1,47	1,5	1,55	1,59	1,64	1,76	1,89	2,01	Раскладка только 2 ух комплектная при ширине 145 см
2	Отделочная ткань 100% Nylon	Отделка Шорт	м	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,53	0,56	0,6	Раскладка только 2 ух комплектная при ширине 145 см
3	Подкладочная ткань 100% Nylon	Подкладка Шорт	м	1,11	1,13	1,13	1,18	1,23	1,31	1,43	1,53	1,64	1,75	Раскладка только 2 ух комплектная При ширине 145 см

№ п/п	Наименование материала	Назначение материала	Ед. изм.	Расход на ед. изделия										Примечание
				76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Спандбонд объемный 80 г/м ²	Для придания объема мелким деталям	м	0,1										Раскладка только 4 ух комплектная При ширине 149 см
5	Пухо-перовая смесь 90/10 Расход на 176 рост	Утеплитель	гр	218	224	228	230	236	240	244	248	252	258	Шорты
6	Молния Т5, 2-ух замковая, разъемная, реверсивная, слайдер увеличенный, пулер перекидной УКК	Боковые застежки	см	Шорты										164 рост
														176 рост
														188 рост
7	Стропа, облегченная 30-40 мм	Для исключения закусывания молнии	см	Шорты										164 рост
														176 рост
														188 рост
8	Лента контактная 40 мм	На пояс спинки для пат	м	0,1х2										Мягкая
		На пояс для держателя бретель		0,04х3										
		Для пат пояса		0,05х2										Жесткая
		Для держателя бретель		0,04х3										

Т а б л и ц а 2 - Карта расходов утеплителя для изготовления шорт-самосбросов

№ п/п	Наименование деталей	Ед. изм.	Вес гр.									
			76	80	84	88	92	96	100	104	108	112
Шорты												
1	Внутренняя планка	Гр 164	58									
		Гр 176	64									
		Гр 188	68									
2	Самосбросы	Гр 164	122	124	128	130	134	138	140	144	148	150
		Гр 176	130	136	138	142	146	150	154	156	160	164
		Гр 188	142	146	150	154	158	162	166	170	172	176

Т а б л и ц а 3 – Спецификация лекал и деталей кроя на шорты - самосбросы

Спецификация на модель шорты- самосбросы

Julivi

Наименование предмета шорты

Группа Зима

Конструктор: РЕДЬКИНА

Дата: 15.10.2020

Базовый размер: 100 176

Размеры: 76,80,84,88,92,96,(100),104,108,112,116,120

Росты: 164,170,(176),182,188

Полноты: (-)

НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ		КОД ДЕТАЛЕЙ	ДОП.	ПАРАМ.	ЛЕК.
БК					
1	Внутренняя планка				В 1
2					
2	Пата пояса				В 1
2					
3	ПОЯС СПИНКИ				В 1
2					
4	Пояс переда				В 1
2					
5	Держ. лямок				В 1
3					

	6	ЗПБ шорт					В	1
	1							
7		ППБ шорт					В	1
	1							
	8	Пата низа шорт					В	1
	1							

								ИТОГО
 14								:

Основная

1	Внутренняя планка					В	1
2							
2	Кулиса спинки					В	1
1							
3	Бочок ППБ					В	1
2							
4	ПОЯС СПИНКИ					В	1
2							
5	Пояс переда					В	1
2							
6	ППБ бридж					В	1
2							
7	Клапан ППБ					В	1
2							
8	Внутренняя ЗПБ шорт					В	1
2							
9	Внешняя ЗПБ шорт					В	1
2							
10	Пата низа шорт					В	1
2							

ИТОГО								 19
								:

Отделка

1	Усилитель верха ЗПБ					В	1
2							

ИТОГО								 2
								:

Подкладка

	1	Бочок ППБ					В	1
	2							
2		ЗПБ шорт					В	1
	2							
	3	ППБ шорт					В	1
	2							

ИТОГО

| 6
:

Спанбонд

1	ПОЯС СПИНКИ				В	1
1						
2	Пояс переда				В	1
1						
3	Клапан ППБ				В	1
2						
4	Пата низа шорт				В	1
2						

ИТОГО

| 6

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(обязательное)

АКТ о совместном проведении натурных испытаний в открытой среде при пониженной температуре воздуха на территории ФБУ «Ростовский ЦСМ» совместно с ООО «БВН Инжиниринг»

[РСТ]
РОССТАНДАРТ

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии
и испытаний в Ростовской области»
(ФБУ «Ростовский ЦСМ»)
пр. Соколова, 58/173, г. Ростов-на-Дону,
Ростовская область, 344000
Тел: (863) 264-19-74 Факс: (863) 291-08-02
E-mail: info@rostcsm.ru http://rostcsm.ru/
ОКПО 02567716 ОГРН 1026103163833
ИНН/КПП 6163000840/616301001
13.02.2021 № *09/13/21*
на № _____

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала № 1
ФБУ «Ростовский ЦСМ»
в г. Шахты
«*23*» *02* 20*21* г.

АКТ

о совместном проведении серии натурных испытаний в открытой среде при пониженной температуре воздуха на территории ФБУ «Ростовский ЦСМ» совместно с ООО «БВН Инжиниринг»

Настоящий акт составлен в том, что на базе филиала № 1 ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты аспиранткой Гончаровой М.А. совместно с представителем (испытателем) филиала № 1 ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты, с использованием средств измерений утвержденного типа для проведения измерений, а также с предоставлением необходимого инвентаря и специальной теплозащитной одежды ООО «БВН инжиниринг», были проведены натурные испытания при низких температурах окружающей среды в феврале 2021 года для исследования теплопотерь с тела человека, находящегося в страховочной системе в состоянии виса в безопорном пространстве.

По итогам проведены сравнительные натурные эксперименты в различных комбинациях теплозащитной одежды и страховочной системы с целью определения наиболее эффективной комбинации системы человек – одежда – страховочная система – окружающая среда с целью снижения тепловых потерь с тела человека при зависании в безопорном пространстве при низких температурах окружающего воздуха.

Испытания проводились для следующих комбинаций сочетания одетых брюк, страховочной системы и тепловой защиты человека в пяти испытаниях

№ п.п	Трикотаж- ные брюки	Пуховые брюки	Страховочная система		Пуховые шорты	Ветро- защитные шорты
			ширина лямок 4,3 см	ширина лямок 7 см		
Последовательность одевания брюк, страховочной системы и тепловой защиты						
	1	1	2	2	3	3
1	*		*			
2		*	*			
3		*		*		
4	*		*		*	
5		*	*			*

Установлено, что наиболее эффективно сочетание, когда страховочная система одевается под теплозащитные брюки или теплозащитные шорты, изготовленные в соответствии с патентом № 192649. Теплозащитные шорты-самосбросы.

Представители филиала №1 «ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты

Директор филиала № 1
ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты
Инженер по метрологии

Д.П. Мироновский
Д.С. Агуреев

Представители ООО «БВН инжиниринг»

Генеральный директор
К.э.н.

А.Ю. Сироткин



Представители ФГБОУ ВО ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты:

Аспирант кафедры КТиД
Доктор технических наук,
профессор

М.А. Гончарова

И.Ю. Бринк

ПРИЛОЖЕНИЕ К

(рекомендуемое)

Бланк заполнения данных при проведении натурных испытаний (пример)

Эксперимент № 1. Натурные испытания. Зависание в страховочной системе, ПУХОВЫХ БРЮКАХ и ЛЕГКИХ ШОРТАХ сверху.

Место проведения: Территория филиала № 1 ФБУ «Ростовский ЦСМ» в г. Шахты.

Инвентарь и испытуемая одежда предоставлена: ООО «БВН-Инжиниринг»

Испытатель: молодой человек, рост 182 см, вес 88 кг. Возраст 41 год.

Общее время прохождения испытаний: 20 минут

Ширина ремня страховочной системы: _____

Дата испытаний: _____

Данные окружающей среды:

Температура воздуха

Влажность

Скорость ветра _____

Иные погодные признаки (осадки, туман) _____

Время замеров	Температура тела испытателя	Давление испытателя	Пульс испытателя
Перед проведение испытаний			
По истечении 10 минут испытания			
По завершению испытания			

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ Л (рекомендуемое)

Средства измерений, используемые для измерения данных при проведении натурных испытаний



Рисунок Л.1 – Средства измерений, используемые при испытаниях

Таблица Л.1 – Метрологические характеристики средств измерений, участвующих в испытаниях.

№	Наименование и тип средства измерений	Диапазон измерений	Погрешность (класс точности)	Измеряемый показатель, единица измерения
1	Тонометр механический, OMRON Тонометр автоматический ручной, СК	20...300 мм.рт.ст	3 мм.рт. ст.	Артериальное давление, мм.рт.ст Артериальное давление, мм.рт.ст
2	Измеритель Fingertip Pulse Oximeter, SH-01	0...100 %	$\pm 2 \%$	Концентрация кислорода в крови, SpO2, % Пульс, уд/мин
3	Термометр электронный ЛТ-300	(50...+300)°C	$\pm 0,2 \%$	Температура тела, °C
4	Термогигрометр ИВА-6-Н-Д	(-20...+60) °C (0...98) % (70...110)кПа	$\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,2,5 \%$ $\pm 0,1 \text{ кПа}$	Температура окружающей среды, °C Относительная влажность, %
5	Прибор комбинированный TESTO 4102 (анемометр)	(+0.6...40) м/с	$\pm(0.2\text{м/с} + 1.5\% \text{ от изм. знач.})$	Скорость ветра, м/с
6	Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 1520	(-50...200) °C	$\pm 0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температура кожи, °C

ПРИЛОЖЕНИЕ М
(обязательное)

Измеренные данные окружающей среды во время проведения пяти экспериментов

Таблица М.1 –Измеренные данные окружающей среды во время проведения пяти экспериментов

Условия эксперимента	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость ветра, м/с
Легкие трикотажные брюки и страх.система	3,7	77,5	1,3
Легкие трикотажные брюки и страх.система и пуховые шорты	3,1	83,4	1,1
Теплые пуховые брюки и страховочная система с шириной лямок 4,3 см	3,0	88,4 Небольшой дождь	1,3
Теплые пуховые брюки и страховочная система с шириной лямок 7 см	3,2	87,0 Небольшой дождь	1,8
Теплые пуховые брюки и страховочная система с шириной лямок 4,3 см и легкие хлопчатобумажные шорты сверху	3,6	90,0 Небольшой дождь	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

(рекомендуемое)

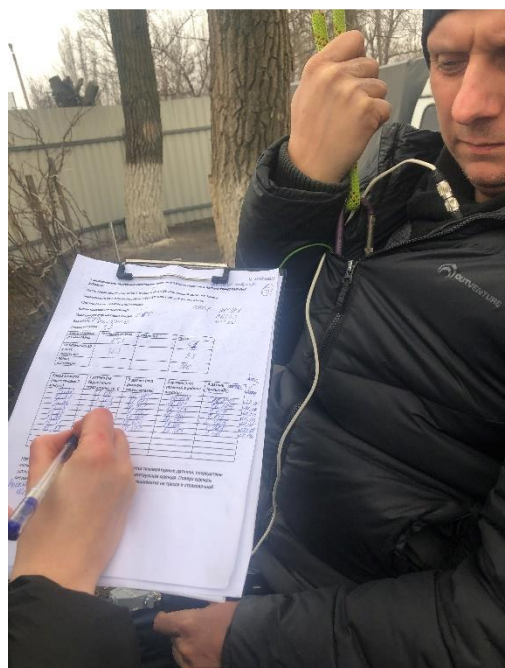
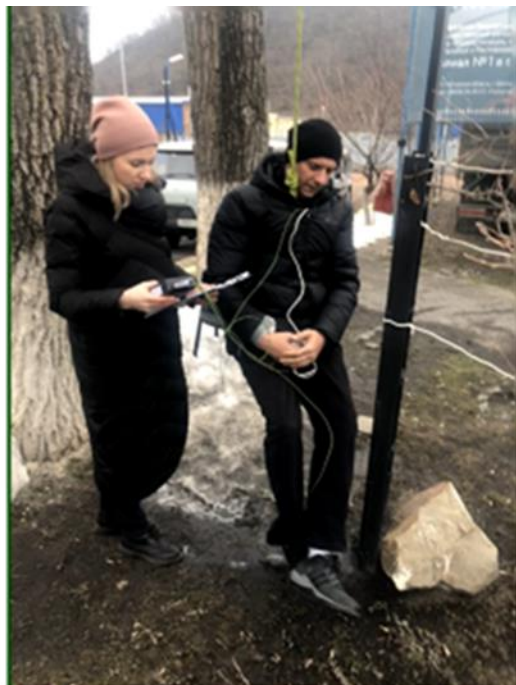
**Фоторафии серии натурных испытаний, проводимых на базе ФБУ
«Ростовский ЦСМ»**

Рисунок Н.1 – Процесс замеров и фиксации результатов эксперимента

ПРИЛОЖЕНИЕ О

(обязательное)

**Данные температурных датчиков, расположенных на коже испытателя,
при проведении серии натурных испытаний**

Таблица О.1- Показатели температуры кожи во время испытания

Время замеров (каждые 2 минуты)	датчик № 1 (на поверхности бедра), °С	датчик № 2 (на теле под ремнем страх. системы) °С	датчик № 3 на теле в районе ягодицы, °С	датчик № 4 (на стопе) в обуви, °С
Испытатель в легких трикотажных брюках и страховочной системе				
11,46	30,143	28,861	32,960	33,016
11,48	25,765	28,709	32,181	32,523
11,50	25,979	27,597	31,439	31,982
11,52	25,849	26,664	31,167	31,163
11,54	25,670	25,996	31,076	30,304
11,56	25,783	25,192	30,926	29,783
11,58	24,610	24,734	30,868	29,589
12,00	23,905	24,483	30,719	29,294
12,02	23,934	24,339	30,630	29,065
12,04	23,396	24,074	30,419	29,145
Испытатель в легких трикотажных брюках и страховочной системе с одетыми поверх пуховыми шортами				
12,30	32,213	30,524	30,562	30,116
12,32	32,18	30,420	30,580	29,700
12,34	32,186	30,359	30,557	28,958
12,36	32,152	30,132	30,538	28,356
12,38	32,004	30,075	30,506	28,156
12,40	31,87	30,221	30,511	27,866
12,42	31,697	30,227	30,527	27,407
12,44	31,564	30,190	30,495	27,456
12,46	31,313	30,229	30,418	27,153
12,48	31,024	30,277	30,239	27,276
12,50	30,674	30,266	30,265	26,631

Таблица О.2 – Данные измеренных значений по температурным датчикам двух экспериментов

	датчик № 1 (на поверхности бедра), °C	датчик № 2 (на теле под ремнем страх. системы) °C	датчик № 3 на теле в районе ягодицы, °C	датчик № 4 (на стопе) в обуви, °C
Испытатель теплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см				
13,20	31,356	32,284	30,408	27,510
13,22	31,363	31,083	28,981	27,329
13,24	31,397	30,941	28,482	27,334
13,25	31,183	30,695	28,200	27,401
13,27	30,772	30,405	27,401	27,125
13,29	30,767	30,370	27,395	27,028
13,31	30,812	30,179	27,251	26,840
13,33	30,900	30,093	26,748	26,517
13,35	30,899	29,689	26,511	26,429
13,37	30,280	29,860	26,174	26,291
13,40	29,810	29,691	25,963	26,209
Испытатель в теплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 7 см				
14,50	32,141	32,883	28,343	26,160
14,52	31,804	32,024	27,382	26,370
14,54	31,893	31,554	27,048	26,431
14,58	31,304	31,212	26,567	26,361
15,00	31,098	31,140	26,298	26,265
15,02	30,991	30,960	26,150	26,496
15,04	30,552	30,796	25,812	26,244
15,06	30,008	30,533	25,440	25,872
15,08	29,928	30,194	25,162	26,031
15,10	29,545	29,946	24,931	25,701

Таблица О.3 - Данные измеренных значений по температурным датчикам двух экспериментов

Время замеров (каждые 2 минуты)	датчик № 1 (на поверхности бедра), °C	датчик № 2 (на теле под ремнем страх. системы) °C	датчик № 3 на теле в районе ягодицы, °C	датчик № 4 (на стопе) в обуви, °C
Испытатель теплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см				
13,20	31,356	32,284	30,408	27,510
13,22	31,363	31,083	28,981	27,329
13,24	31,397	30,941	28,482	27,334
13,25	31,183	30,695	28,200	27,401
13,27	30,772	30,405	27,401	27,125
13,29	30,767	30,370	27,395	27,028
13,31	30,812	30,179	27,251	26,840
13,33	30,900	30,093	26,748	26,517
13,35	30,899	29,689	26,511	26,429
13,37	30,280	29,860	26,174	26,291
13,40	29,810	29,691	25,963	26,209
Испытатель в теплых пуховых брюках и страховочной системе с шириной лямок 4,3 см, а также одетых сверху легких хлопчатобумажных шортах				
14,10	32,021	32,028	28,172	27,088
14,12	32,281	31,886	27,951	26,886
14,14	31,780	31,972	27,797	26,815
14,16	31,180	31,860	27,644	26,720
14,18	30,831	31,987	27,525	26,499
14,20	30,740	31,991	27,435	26,237
14,22	30,491	32,094	27,442	26,111
14,24	30,490	32,003	27,345	25,940
14,26	30,260	31,996	27,235	25,762
14,28	30,813	31,845	27,179	25,391
14,30	30,736	31,797	27,007	25,242

ПРИЛОЖЕНИЕ П

(обязательное)

Результирующие данные по каждому датчику в пяти экспериментах

Таблица П.1 – Сводные данные по датчику №1, по пяти экспериментам

Данные на бедре, датчик 1, в пяти экспериментах					
	легкие трикотажные брюки и страх.система,	легкие трикотажные брюки и страх.система и пуховые шорты,	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 4,3 см,	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 7 см,	Пуховые брюки и страх.система с надетыми сверху легкими хлопчатобумаж ными шортами,
	1 датчик на бедре, °C	1 датчик на бедре, °C	1 датчик на бедре, °C	1 датчик на бедре, °C	1 датчик на бедре, °C
	30,143	30,674	31,356	32,141	32,021
	25,765	31,024	31,363	31,804	32,281
	25,979	31,313	31,397	31,893	31,78
	25,849	31,564	31,183	31,304	31,18
	25,67	31,697	30,772	31,098	30,831
	25,783	31,87	30,767	30,991	30,74
	24,61	32,004	30,812	30,552	30,491
	23,905	32,152	30,9	30,008	30,49
	23,934	32,186	30,899	29,928	30,26
	23,396	32,18	30,28	29,545	30,813
		32,213	29,81		30,736

Таблица П.2 – Сводные данные по датчику №2, по пяти экспериментам

Данные температур, датчик 2 на теле под ремнем, в пяти экспериментах					
	легкие трикотажные брюки и страх.система, 2 датчик под лямкой страх.системы, °C	легкие трикотажные брюки и страх.система и пуховые шорты,2 датчик под лямкой страх.системы, °C	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 4,3 см, 2 датчик под лямкой страх.системы, °C	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 7 см, 2 датчик под лямкой страх.системы, °C	Пуховые брюки и страх.система с надетыми сверху легкими хлопчатобумаж ными шортами,2 датчик под лямкой страх.системы, °C
	28,861	30,524	32,284	32,883	32,028
	28,709	30,42	31,083	32,024	31,886
	27,597	30,359	30,941	31,554	31,972
	26,664	30,132	30,695	31,212	31,86
	25,996	30,075	30,405	31,14	31,987
	25,192	30,221	30,37	30,96	31,991
	24,734	30,227	30,179	30,796	32,094
	24,483	30,19	30,093	30,533	32,003
	24,339	30,229	29,689	30,194	31,996
	24,074	30,277	29,86	29,946	31,845
		30,266	29,691		31,797

Таблица П.3 – Сводные данные по датчику №3, по пяти экспериментам

Данные температур, датчик № 3 на теле в районе ягодицы, в разных экспериментах					
	легкие трикотажные брюки и страх.система, 3 датчик, на ягодице, °С	легкие трикотажные брюки и страх.система и пуховые шорты,3 датчик, на ягодице, °С	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 4,3 см, 3 датчик, на ягодице, °С	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 7 см, 3 датчик, на ягодице, °С	Пуховые брюки и страх.система с надетыми сверху легкими хлопчатобумаж ными шортами,3 датчик, на ягодице, °С
	32,96	30,562	30,408	28,343	28,172
	32,181	30,58	28,981	27,382	27,951
	31,439	30,557	28,482	27,048	27,797
	31,167	30,538	28,2	26,567	27,644
	31,076	30,506	27,401	26,298	27,525
	30,926	30,511	27,395	26,15	27,435
	30,868	30,527	27,251	25,812	27,442
	30,719	30,495	26,748	25,44	27,345
	30,63	30,418	26,511	25,162	27,235
	30,419	30,239	26,174	24,931	27,179
		30,265	25,963		27,007

Таблица П.4 – Сводные данные по датчику №4, по пяти экспериментам

Данные температур, датчик 4 на стопе, в пяти экспериментах					
	легкие трикотажные брюки и страх.система, 4 датчик, на стопе, °С	легкие трикотажные брюки и страх.система и пуховые шорты,4 датчик, на стопе, °С	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 4,3 см,4 датчик, на стопе, °С	Пуховые брюки и страх.система с шириной лямок 7 см, 4 датчик, на стопе, °С	Пуховые брюки и страх.система с надетыми сверху легкими хлопчатобумаж ными шортами,4 датчик, на стопе, °С
	33,016	30,116	27,51	26,16	27,088
	32,523	29,7	27,329	26,37	26,886
	31,982	28,958	27,334	26,431	26,815
	31,163	28,356	27,401	26,361	26,72
	30,304	28,156	27,125	26,265	26,499
	29,783	27,866	27,028	26,496	26,237
	29,589	27,407	26,84	26,244	26,111
	29,294	27,456	26,517	25,872	25,94
	29,065	27,153	26,429	26,031	25,762
	29,145	27,276	26,291	25,701	25,391
		26,631	26,209		25,242

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

(обязательное)

АКТ о внедрении «Программы и методики испытания наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» на предприятии ООО «БВН Инжиниринг»



Общество с ограниченной ответственностью

· БВН инжиниринг ·

Адрес (место нахождения): 346400, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая 39/166
 Фактический и почтовый адрес: 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая 39/166
 ОКПО 12116707, ОГРН 1026102216821, ИНН 6150007341, КПП 615001001
 ОКВЭД 72.19 14.12 14.13.21 14.13.22 46.90
 р/с 40702810052090033378 в ЮГО-ЗАПАДНЫЙ БАНК ПАО СБЕРБАНК
 к/с 30101810600000000602, БИК 046015602
 Тел./факс 8(8635)22-43-57, 22-80-17, e-mail: bvn@bvn.ru; web: bvn.ru; bvntravel.ru

Исх. № 21/84 от 01 сентября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ
 Генеральный директор
 ООО «БВН инжиниринг»
 «__» _____ 20__ г.

АКТ

о внедрении Программы и методики испытания наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей (Мини FP) на предприятии ООО «БВН инжиниринг», разработанной в рамках диссертационной работы Гончаровой Марией Александровной

Мы, нижеподписавшиеся, представитель ООО «БВН инжиниринг», в лице генерального директора Сироткина А.Ю. и представитель Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты), аспирант кафедры «Конструирование, технологии и дизайн» Гончарова М.А. и доктор технических наук, профессор Бринк И.Ю. составили настоящий акт о внедрении разработанной Программы и методики испытаний в производственный процесс на предприятии ООО «БВН инжиниринг».

На основании данной Программы и методики на предприятии ООО «БВН инжиниринг» появилась возможность проводить большее количество испытаний наполняющей способности различных утеплителей, применимых в производстве, за счет уменьшения испытываемого материала, что, в свою очередь, экономит денежные средства на проведение испытаний и позволяет расширить связи с поставщиками утеплителя для испытаний в уменьшенном объеме.

Разработанная Гончаровой М.А. «Программы и методики испытания наполняющей способности несвязных композиционных утеплителей» (Мини FP) является одним из наиболее эффективных и перспективных способов проведения испытаний в большом объеме работ с привлечением малого количества испытываемого сырья.

Представители ФГБОУ ВО ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты:

Аспирант кафедры КТиД

Доктор технических наук,
профессорПредставитель ООО «БВН инжиниринг»
Генеральный директор
к.э.н.

М.А. Гончарова

И.Ю. Бринк

А.Ю. Сироткин



ПРИЛОЖЕНИЕ С

(обязательное)

АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма»



Общество с ограниченной ответственностью

· БВН инжиниринг ·

Адрес (место нахождения): 346400, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая 39/166
 Фактический и почтовый адрес: 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая 39/166
 ОКПО 12116707, ОГРН 1026102216821, ИНН 6150007341, КПП 615001001
 ОКВЭД 72.19 14.12 14.13.21 14.13.22 46.90
 р/с 40702810052090033378 в ЮГО-ЗАПАДНЫЙ БАНК ПАО СБЕРБАНК
 к/с 30101810600000000602, БИК 046015602
 Тел./факс 8(8635)22-43-57, 22-80-17, e-mail: bvn@bvn.ru; web: bvn.ru; bvntravel.ru

Исх. № 21/48 от 10.10. 20 21 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны
 «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма»

1. *Объект внедрения.* Теплозащитная одежда для альпинистов и промышленных альпинистов, для защиты от тепловых потерь при нахождении в стоянии виса в страховочной системе.
2. *Характеристики.* Дополнительная тепловая защита мест пережатия пакета одежды лямками страховочной системы, улучшение эргономических, эксплуатационных характеристик, увеличение климатического диапазона использования за счет добавления к перо-пуховой смеси синтетической компоненты, экономическая привлекательность готовой продукции.
3. *Объем внедрения.* Объем выпущенной партии теплозащитной одежды (шорты-самосбросы) с использованием разработанной конструкции пакета по внедренной технологии на общую сумму 2000000 руб.
4. *Сроки внедрения.* Разработанная конструкция теплозащитных шорт-самосбросов для промышленных альпинистов внедрены в производство в период с 2019 г по 2021 г.

Предложенная Гончаровой М.А. разработка может с успехом применяться при проектировании теплозащитной одежды, необходимой для минимизации тепловых потерь при выполнении высотных работ методом промышленного альпинизма или альпинизме при отрицательных температурах окружающей среды.

Генеральный директор, к.э.н.

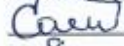


А.Ю. Сироткин

ПРИЛОЖЕНИЕ Т

(обязательное)

АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма»

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «СтройАрсенал»
 Самойлов Р.М.
« 8 » 02 2022 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны
«Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма»

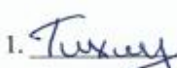
Разработанная дополнительная теплозащитная одежда с возможностью интеграции со страховочной системой для альпинистов и промышленных альпинистов, применяемая при выполнении высотных работ в безопасном пространстве внедрена в производство для опытной носки на предприятии ООО «СтройАрсенал» и апробирована при выполнении работ на высотных зданиях города Москвы и Московской области в период с 01.12.2021 г по 07.02.2022 г.

За время опытной носки, которая осуществлялась при выполнении высотных работ при низких температурах окружающей среды в рабочем зимнем костюме, страховочной системе и надетой сверху них разработанной теплозащитной одежды (шорт-самосбросов), на основании субъективных ощущений, выявлены следующие преимущества:

- нижней части тела стало гораздо теплее и, следовательно, условия выполнения работ стали значительно комфортнее;
- увеличилось время проведения работ на открытом воздухе при низких температурах при сохранении ощущения «комфортно» в среднем на 20-30 минут.

В результате применения дополнительной теплозащитной одежды (шорт-самосбросов) возможно увеличение времени нахождения промышленного альпиниста в безопасном пространстве с состоянием виса при низких отрицательных температурах в открытой среде, улучшение качества выполняемых работ, связанного с нормальным функционированием организма, минимизация возможного возникновения профессиональных заболеваний.

Члены комиссии:

1.  Тихонов А.Ю.
2.  Зайковский В.В.
3.  Кондренко Д.И.



ПРИЛОЖЕНИЕ У

(обязательное)

АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны «Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма»

УТВЕРЖДАЮ

ООО «ФлексКом»

 Шабалкин А.Ю.

«16» 03 2021 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ**результатов диссертационной работы Гончаровой Марии Александровны
«Разработка и исследование теплозащитной одежды для промышленного альпинизма»**

Теплозащитная одежда, шорты-самосбросы, проходила опытную носку с строительной компании ООО «ФлексКом» в период с 15.01.2021 г. по 15.03.2021 г. в городе Москва во время выполнения отделочных работ при строительстве жилых зданий.

Эксплуатация опытной модели шорт-самосбросов в качестве дополнительной теплозащитной одежды, позволила создать комфортные условия работы на высоте. За время выполнения ежедневных производственных заданий ухудшения самочувствия не зафиксировано. Время работы увеличилось в среднем на 20-30 минут до наступления первых признаков замерзания тела в районе бедер и ягодиц.

Применение теплозащитной одежды в виде шорт-самосбросов в производственном процессе направлено на минимизацию тепловых потерь при пережатию основного костюма лямками страховочной системы, сохранении здоровья работающего, формирования безопасных условий труда и может быть рекомендовано для дальнейшего использования при выполнении высотных работ методом промышленного альпинизма.

Генеральный директор



Шабалкин А.Ю.