

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. КОСЫГИНА
(ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)

На правах рукописи



Советников Дмитрий Анатольевич

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ
СПЕЦОДЕЖДЫ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

Специальность 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и
легкой промышленности

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук

Мишаков В.Ю.

Москва 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ УТЕПЛИТЕЛЕЙ	9
1.1. Основные тенденции производства теплоизоляционных утеплителей для создания пакетов одежды, используемой в арктической зоне РФ.....	9
1.2. Критерии выбора сырья для создания нетканых материалов используемых в качестве утеплителей. Физико-химические свойства, составы, технология производства.....	27
1.3. Основные материалы, используемые в производстве теплозащитной одежды для арктической зоны. Типы и виды синтетических нетканых материалов для утеплителей одежды	36
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1.....	43
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ ДЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ	45
2.1. Оценка структурных характеристик исследуемых нетканых теплоизоляционных синтетических утеплителей.....	45
2.2. Методы испытаний волокон, способы их ориентации и расположения в утеплителях	60
2.3. Методы испытаний физико-механических свойств утеплителей и пакетов одежды.....	63
2.4. Теплофизические характеристики утеплителей и методы их оценки.....	73
2.5. Оценка миграции волокон из структуры пакетов одежды.....	78
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2.....	84
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ.....	85
3.1. Исследование деформационных характеристик утеплителей и пакетов одежды.....	85
3.2. Исследование механических свойств утеплителей и пакетов одежды.....	97

3.2.1. Оценка разрывной нагрузки и относительного удлинения.....	97
3.2.2. Оценка устойчивости к миграции волокон.....	99
3.2.3. Оценка теплозащитных свойств	104
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.....	113
ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СУММАРНОГО ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ДО -50°С.....	115
4.1. Теоретическое исследование волокнистых материалов с целью расчета и прогнозирования теплофизических свойств.....	115
4.2. Разработка метода анализа и расчета эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала.....	121
4.3. Экспериментальная оценка модели температурной зависимости коэффициента эффективной теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала.....	124
4.4. Исследования теплосохраняющей способности нетканых утеплителей	129
4.4.1. Теплопроводность иглопробивных нетканых материалов.....	129
4.4.2. Исследования теплового сопротивления отдельных элементов верхней одежды для арктических зоны.....	131
4.4.3. Расчет толщины теплоизоляционного материала.....	135
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4.....	137
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ.....	138
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Технические условия 8585-08894280-319-14 «Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима».....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Изменение № 3 к ТУ 8585-08894280-319-14 «Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима».....	201
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Акт об изготовлении опытной партии вещевого имущества...	204
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Акт внедрения опытной партии изделия.....	205

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня Арктика стала территорией, где сталкиваются политические и экономические интересы многих развитых и развивающихся стран. Противоречия преследуемых целей различными (в первую очередь приарктическими) государствами в Арктике приводят к росту международной напряженности в целом и вероятности возникновения носящих локальный характер международных конфликтов в частности. Конфликтные ситуации различной природы могут стать серьезной помехой на пути достижения Россией поставленных целей в арктическом регионе, которая, как подчеркивается в Основах государственной политики, в значительной мере «должна опираться на взаимовыгодное двустороннее и многостороннее сотрудничество с приарктическими государствами на основе международных соглашений».

Причин обострения геополитической борьбы в Арктике в настоящее время несколько. Главные из них – существующий в настоящее время юридически неопределенный статус национальных границ в регионе, богатство находящихся в его недрах ресурсов (по оценкам некоторых специалистов – до 58% мировых запасов углеводородов), а также стратегическое значение транспортных артерий арктического региона.

В любом случае успешная для России геостратегия в Арктике требует как активного информационно-пропагандистского обеспечения, так и поиска дополнительных союзников и наращивания усилий по укреплению своей обороноспособности данном регионе. Исследование и военное присутствие в арктической зоне становится одной из важнейшей задач на современном этапе развития России.

Ранее не уделялось такого пристального внимания районам вечной мерзлоты, Сибири и Дальнего Востока и, соответственно, не проводились исследования по созданию одежды и обмундирования для данной климатической зоны. Количество воинских частей и подразделений в арктической зоне только увеличивается и, соответственно, все более остро встает вопрос обеспечения

военнослужащих и сотрудников одеждой, позволяющей выполнять служебно-боевые задачи, в основном, при низкой и средней физической нагрузке (энерговыведении), но, вместе с тем, увеличивая время нахождения на «открытом воздухе».

Исследование влияния структуры материалов, входящих в пакет изделий, на теплозащитную функцию и воздухопроницаемость представляет серьезную задачу, решение которой позволяет создавать одежду и изделия с заранее заданными свойствами. В структуре изделия утеплитель выступает как важный элемент, обеспечивающий необходимые теплозащитные свойства и соответствующий воздухообмен.

Создание утепленной одежды для климатических условий, в которых возможны температуры минус 50 и менее °С предусматривает формирование пакетов для ее создания, а также применение в них современных наполнителей.

Для обеспечения военнослужащих ранее использовалась одежда для районов с холодным климатом, которая не в полной мере пригодна для арктической зоны.

Решение этих задач стало возможным в связи с появлением и созданием по разным технологиям (по способам производства и используемого сырья) новых утепляющих материалов и прокладок в одежде.

В настоящее время на смену утепляющим материалам и прокладкам в одежде из натуральных волокон пришли новые инновационные материалы - высокообъемные и формоустойчивые нетканые утеплители из синтетических волокон различных способов скрепления (в т.ч термического). Наличие многочисленных пор различных конфигураций обеспечивает высокие теплозащитные свойства и улучшенные деформационные характеристики.

Появилась возможность создания пакета одежды с новыми неткаными утеплителями, улучшающими потребительские свойства, а также обеспечивающими наименьшую потерю тепла в процессе эксплуатации одежды в арктической зоне.

Разработка пакета материалов для спецодежды, используемой в арктической

зоне, должна проводиться на основании исследования физико-механических параметров нетканых материалов с использованием современных методов испытания деформационных структурных, термических характеристик. Теплозащитные свойства, воздухо- и паропроницаемость зависят от состава и природы сырья, технологии изготовления и структуры материалов, входящих в пакет изделий.

Выбор применения синтетических нетканых утеплителей для создания одежды военнослужащих обусловлен следующими основными факторами:

- влагопроницаемость натуральных материалов – намокание сводит на нет теплосберегающие функции почти любого утеплителя. Воздухонаполненная синтетика в условиях повышенной влажности работает лучше, чем пух или шерсть, обладая очень низкой гигроскопичностью и выполняя свои функции даже во влажном состоянии. В тоже время многократное замораживание разрушает структуру натуральных волокон в отличие от синтетических, что приводит к их разрушению;

- отсутствие возможности своевременного ухода за одеждой из натуральных материалов. Например, пух капризен в производстве и уходе – для его «удержания» в одежде требуется применение особых пухосодержащих тканей, которые препятствуют миграции волокон, то есть попросту не дают пуху лезть из одежды. При намокании пух теряет свои теплозащитные свойства и очень долго сохнет. А при частой стирке и активной носке истирается в пыль и сваливается;

- высокая устойчивость синтетических волокон к бактериальным загрязнениям и насекомым при отсутствии возможности своевременной химической обработки одежды, аллергенность натуральных материалов;

- экономическая целесообразность (увеличение сроков службы одежды, более низкая цена, широкая распространенность, импортозамещение и т.д.).

В настоящее время исследование и сравнение каждого вида утеплителя, применяемого в обмундировании, является длительным и наукоемким и финансово затратным процессом.

Также, при создании одежды военнослужащих в арктической зоне необходимо учитывать различные факторы и многогранность выполняемых задач. Поэтому возникает необходимость создания обобщенной концепции подбора материалов, определяющей их структуру применительно ко всем пакетам, используемым в вышеуказанной одежде, которая подразумевает применение нетканых утеплителей только с заданными упругими свойствами.

Целью данной работы является разработка и исследование современных инновационных нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды, проектирование показателей материалов и пакетов одежды с заданными свойствами в арктической зоне России.

Научная новизна заключается в том, что:

- научно обоснованы состав и структура утеплителя, разработан и исследован новый нетканый материал для специальной одежды, применяемой в арктической зоне России;
- разработан метод расчета и выявлены зависимости требуемых значений эффективного коэффициента теплопроводности от плотности среды для нетканых утепляющих материалов;
- экспериментально подтверждена теоретическая модель расчета эффективного коэффициента теплопроводности;
- получены регрессионные модели температурной зависимости эффективного коэффициента теплопроводности;
- получены новые данные по теплофизическим и потребительским свойствам нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

- разработан новый нетканый теплозащитный материал, выполненный из бикомпонентных термоплавких штапельных волокон с высокими теплозащитными свойствами, полученный комбинированным способом (Приложение № 2);

– разработано и утверждено изменение в нормативно-техническую документацию ТУ 8585-08894280-319-14 «Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима» (Приложение № 2);

– изготовлена опытная партия спецодежды по ТУ 8585-08894280-319-14 изм. 3 на предприятии «Военформ-дизайн», осуществляющей поставку обмундирования (Акт выпуска опытной партии имущества - приложение № 3);

– проведена опытная носка спецодежды в подразделении в/ч 55056 и получены положительные результаты (Приложение № 4);

– исследованы и даны рекомендации по теплозащитным свойствам пакетов и элементов верхней одежды для арктических условий.

Автор защищает:

– оценку современного состояния разработки инновационных нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды;

– разработку концепции создания и научного обоснования оптимального волокнистого состава, структуры, технологии производства, оптимизации режимов и параметров изготовления нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды;

– метод определения однократного и многократного сжатия;

– прогнозирование теплофизических свойств и толщины нетканого волокнистого полотна на основе полученных регрессионных моделей температурной зависимости эффективного коэффициента теплопроводности;

– исследование теплофизических и потребительских свойств нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды;

– производственную и эксплуатационную проверку разработанных нетканых материалов и изделий из них.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ УТЕПЛИТЕЛЕЙ

1.1. Основные тенденции производства теплоизоляционных утеплителей для создания пакетов одежды, используемой в арктической зоне РФ

В работах исследователей XX века, посвященных условиям существования человека в условиях холодных климатических зон показано, что существование человека в условиях различных климатических поясов, в том числе и арктических зон, обеспечивается не столько физиологическими особенностями терморегуляции организма человека, сколько микроклиматом, создаваемым одеждой и жилищем. В работах отечественных и зарубежных гигиенистов и разработчиков одежды для людей, проживающих и работающих в особо холодных зонах [1,2,3,4,5] рассмотрены основные вопросы физиологических показателей человека при различных видах физической нагрузки.

Исследования показали, что тепловое состояние человека обусловлено физиологическими показателями, а также уровнем физической нагрузки человека, комплексом метеорологических показателей и теплозащитными свойствами одежды. Причем тепловое состояние человека зависит от комплекса метеорологических факторов, к которым относят температуру и влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление, солнечная радиация и др.

На основании материалов по исследованию процессов теплообмена организма человека с внешней средой во второй половине XX века были разработаны технологические требования к одежде различного назначения и для различных климатических зон.

Согласно разработанным положениям, одежда должна создавать микроклимат, который обеспечивает благоприятные условия для поддержания постоянства температуры тела человека. Исследования физиологов показали, что в нормальном состоянии количество тепла, вырабатываемого телом человека и количество тепла, отдаваемое во внешнюю среду равное. Это означает,

что теплопродукция организма человека равна его теплоотдаче. Кроме того необходимо учитывать, что человек обладает способностью к саморегуляции, т.е. человеческий организм способен регулировать теплопродукцию и существует определенный температурный интервал, в котором осуществляется саморегуляция теплопродукции и теплопотерь у любого человеческого организма.

В случае низких температур, вызывающих охлаждение тела, согласно принципу терморегуляции, присущему человеку, происходит рост количества тепла, вырабатываемого организмом в ходе соответствующих химических реакций. Химическая терморегуляция связана с интенсивностью окислительных процессов организма и с его мышечной деятельностью. При проектировании и выборе одежды для условий холодного и особо холодного климата одежда должна снижать теплопотери организма и служить изолирующим барьером от низких температур окружающей среды, сохраняя тепловой баланс организма, предотвращая излишнюю теплоотдачу.

Особенно важно, чтобы одежда обеспечивала микроклимат, отличающийся от показателей климата внешней среды, и обеспечивала бы микроклимат, имеющий близкую к постоянной или незначительно изменяемую температуру, малую относительную влажность со слабым движением воздуха.

Таким образом, основными функциями одежды для условий с неблагоприятными воздействиями внешней среды является обеспечение процесса теплообмена организма человека с внешней средой и обеспечения нормальной деятельности терморегуляции человека и соответствующего ощущения теплового комфорта. Понятие теплового комфорта следует понимать как комплекс метеорологических условий, при котором терморегуляторная система организма находится в состоянии наименьшего напряжения [6].

Для условий холодного и особо холодного климата одежда должна иметь соответствующую термоизоляции. Следует отметить, что много исследований по выработке требований к одежде, предназначенной для условий холодного и особо холодного климата, были проведены в условиях использования одежды из натуральных материалов.

Согласно справочным данным [7] границы зоны комфорта имеют определенные параметры, и они определены в соответствии с такими факторами, как физиологическое состояние человека и условия окружающей среды. Этот подход позволяет рассматривать проблему выбора теплозащитной одежды как ситуацию с неравновесным состоянием системы «организм человека – окружающая среда», достигая условия теплового комфорта путем подбора одежды с определенными изоляционными свойствами [8].

Показателем теплоизоляции одежды была выбрана специальная единица «кло». Кло - единица теплоизоляции одежды. Одна единица (1 кло) обеспечивает постоянные условия комфорта для сидящего человека, находящегося в состоянии покоя, у которого теплообразование составляет $50 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{час}$ при 21°C , относительной влажности менее 50% и движении воздуха 10 см/сек . Для различных погодных условий необходима одежда с различной теплоизоляцией, которая колеблется от 0,5 кло - легкая летняя одежда до 6 кло - особая арктическая одежда, значение которой определили на основании экспериментальных исследований и расчетов [9]. Эта единица характеризует тепловое сопротивление одежды и ее измеряют в $\text{град} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{час/ккал}$ или $0,155 \cdot \text{град} \cdot \text{м}^2/\text{Вт}$. Согласно работам [10,11] тепловое сопротивление одежды для нормальных условий соответствует 1 кло, а комплект зимней одежды должен иметь тепловое сопротивление выше 3 кло. В работе Лиопо Т.Н., Циценко Г.В. приведены следующие данные по теплоизоляции основных видов одежды (табл. 1.1.1)

Теплоизоляция основных типов одежды

Вид одежды	Единиц, кло
Легкая летняя	0,5
Костюм шерстяной	1
Демисезонное пальто	2 - 2,5
Зимнее пальто (на вате)	3
Зимнее пальто на меху	3,5
Арктическая одежда	3,5 - 4
Особая арктическая одежда	5,5 - 6

Проектирование одежды для военнослужащих, проходящих службу в арктических районах, также работающих в этой зоне нефтяников, строителей и других специалистов рассмотрено в работах Столвийка Дж., Росби Р., Бартона А., Жаворонкова А.И., Бринка И.Ю., Цивиной Т.А., Умнякова П.Н., Афанасьевой Р.А., Колесникова П.А., Чубаровой З.С., Бекмурзаева Л.А., Расторгуевой Л.Н. и др.

Все разработки теплозащитной одежды проведены с учетом основных закономерностей теплообмена организма человека в условиях крайнего севера с внешней средой. Такая одежда должна создавать искусственно регулируемый микроклимат, обеспечивающий снижение тепловых потерь организма человека и создание условий для поддержания постоянства температуры тела. Фактически одежда для арктических условий должна служить барьером и изолировать организм человека от воздействия особо низких температур и от ветра, т.е. одежда должна сохранять тепловой баланс организма и предотвращать чрезмерную отдачу тепла.

При составлении теплового баланса организма человека обязательно учитывают, что тепло человек продуцирует в процессе биологического обмена веществ, а процессы жизнедеятельности человека происходят с непрерывным теплообразованием и отдачей тепла. Процесс отдачи тепла осуществляется у человека в основном по типу теплопроводности путем кондукции, конвекции, излучения, дыхания и испарения. Ориентировочно теплоотдача излучением

составляет около 40 %, уровень теплоотдачи конвекцией составляет около 30 %, испарение – около 20 % и нагревание воздуха в организме составляет около 3 %. Специалисты Якутии считают, что в условиях теплового комфорта относительная влажность воздуха между кожей человека и первым слоем одежды составляет 35-60 % и может быть ниже влажности воздуха [12].

Сопоставление параметров теплообмена человека при физических нагрузках человека разной интенсивности и в различных метеоусловиях может отличаться. Так, в условиях высоких температур (порядка 30-35°C), теплоотдача конвекцией практически нулевая. При выполнении физической работы возрастают потери за счет испарения. Оценку теплового сопротивления одежды проводят несколькими различными способами, разработанными на базе модели теплового баланса организма человека и с учетом метеорологических показателей.

Одним из важнейших условий комфортности является создание для человека комфортных теплоощущений, которое включает поддержание организмом человека определенного соотношения процесса теплообразования и теплоотдачи. Одежда обеспечивает создание человеку искусственно регулируемого микроклимата, снижая потери тепла организма и изолируя от чрезвычайно низкой температуры окружающей среды.

В монографии П.А. Колесникова приведена сводная таблица для ориентировочных расчетов теплового баланса организма человека, в которой приведены данные по теплопродукции и теплопотерям человека. При оценке теплопродукции основной обмен путем протекания биохимических реакций оценивается в 72 ± 10 ккал/ч, а основной обмен, сопровождаемый статическим напряжением – 90 ± 20 ккал/ч. Основной обмен при выполнении физической работы определяется уровнем нагрузки. При очень тяжелой работе, величина теплопродукции может быть равной 500-700 ккал/ч, а при рекордно тяжелой нагрузке достигать 1500 ккал/ч.

В условиях недостаточной теплозащитности одежды теплообразование в процессе режима терморегуляции может повыситься на 1-10 ккал/ч, а при резком охлаждении повышается на 130-380 ккал/ч.

Для расчета отдачи тепла П.А. Колесников рекомендует учитывать отдачу тепла поверхностью одежды, величина которой зависит от скорости ветра, и имеет интервал от 80, при спокойном ветре, до 700 ккал/ч – при ураганном ветре.

Через одежду можно потерять от 120 (1 кло) до 5 ккал/ч. Потери через зимнюю одежду составляют 37 ккал/ч, что составляет 3 кло. Потери через спальный меховой мешок оцениваются в 11 кло (5 ккал/ч). Кроме того потери тепла организмом происходят при расширении или сужении сосудов кожи, которые оцениваются 90-60 ккал/ч.

Приведенное распределение по способам теплоотдачи организмом человека позволяет утверждать, что теплозащитная одежда должна быть минимально прозрачной для излучения. Однако при проектировании теплозащитной одежды следует учитывать и ряд факторов, влияющих на динамику теплосодержания. Одежда для защиты человека от неблагоприятных воздействий внешней среды должна создаваться с учетом климатических особенностей, включающих наиболее важные метеорологические факторы – температура окружающего воздуха, скорость ветра и относительную влажность.

При проектировании теплозащитной одежды, обеспечивающей комфортный микроклимат, необходимо учитывать также параметры пододежного микроклимата, который создается воздушными прослойками между одеждой и кожей человека, т.е. температуру и влажность в пододежном слое. Эти параметры определены благодаря исследованиям физиологов людей при выполнении человеком разных функций.

В работах [13,14] и других авторов рассмотрены вопросы влияния влажности, воздухопроницаемости пакетов одежды на теплопроводность одежды и изменение теплозащитных свойств одежды под влиянием этих факторов. Полученные данные позволили выработать определенные подходы к конструированию одежды для разных климатических зон и составить алгоритмы расчета основных теплозащитных свойств пакетов одежды.

Принято [15], что одежда работающих в особом климатическом поясе 1А, должна иметь более низкое тепловое сопротивление, чем одежда для работающих

в других зонах (табл. 1.1.2). Надо также отметить, что расчеты и эксперименты с теплоизоляционными свойствами одежды проводились в основном для условий, когда температура зимних месяцев была близка к минус 41 °С.

Создание одежды для климатических условий, в которых возможны температуры минус 50 °С и менее, стало актуальной проблемой для многих стран в последние десятилетия. Это связано с развитием технологий по добыче полезных ископаемых в арктической зоне.

На основании данных Центрального института курортологии, института общей и коммунальной гигиены, Главной физической обсерватории медицинская климатология выделила климатическую зону 1, которая включает побережье Северного ледовитого океана, арктические острова, восточную часть тундры. Эта зона характеризуется тем, что 8-9 месяцев там стоит суровая зима с частыми бурянами и средней температурой наиболее холодного воздуха от -20 до -40 °С. Там существуют районы, где минимальная температура воздуха может опускаться до -68 °С.

Районирование территории РФ по климатическим поясам указаны на рис. 1.1.1. Дополнительно в табл. 1.1.3 приведены данные из ГОСТ 16350-80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей».



Рисунок 1.1.1 Схема - климатические зоны РФ

По теплозащитным свойствам одежда для этого пояса должна иметь 4-й класс защиты и обеспечивать комфортные условия с учетом выполнения человеком физической работы средней тяжести и продолжительности непрерывного пребывания его на холоде не более двух часов в соответствии с указанными в ГОСТе метеопараметрами:

Таблица 1.1.2

Класс защиты	Климатический пояс	Температура воздуха зимних месяцев, °С	Скорость ветра в зимние месяцы, м/с
4	Особый	-25	6,8

Таблица 1.1.3

Макроклиматический район	Климатический район		Критерий района			
	Наименование	Обозначение	Средняя месячная температура воздуха, °С		Средняя месячная относительная влажность воздуха в июле в 13 ч, %	Число дней в году с минимальной температурой воздуха ниже минус 45 °С, сут.
			январь	июль		
Холодный	Очень холодный	I ₁	От -50 до -30	От 2 до 18	-	От 10 до 100
	Холодный	I ₂	От -30 до -15	От 2 до 25	-	От 1 до 10
Умеренный	Арктический приполюсный	II ₁	От -33 до -28	От -1 до 0	Более 90	От 0 до 2
	Арктический восточный	II ₂	От -28 до -18	От 0 до 8	Более 80	От 0 до 1
	Арктический западный	II ₃	От -30 до -2	От -1 до 12	Более 80	От 0 до 2
	Умеренно холодный	II ₄	От -30 до -15	От 6 до 25	-	От 0 до 1
	Умеренный	II ₅	От -15 до -8	От 8 до 25	Менее 80	-
	Умеренно влажный	II ₆	От -15 до -10	От 10 до 20	60 и более	-

На основании проведенных ранее исследований установлено, что теплозащитные свойства одежды определяются в основном термическим сопротивлением материала и воздушных зазоров, существующих между всеми слоями одежды человека, причем основной вклад в сохранение тепла вносит слой воздуха. Кроме того показано, что теплозащитная одежда обязательно должна состоять из так называемого пакета, который включает следующие материалы: верх; прокладку, подкладку, утеплитель и воздушные зазоры. Такой подход позволяет проводить прогностические расчеты теплозащитных свойств одежды, ее воздухопроницаемости, суммарного теплового сопротивления пакета одежды.

Г.М. Кондратьев разработал основы теплового расчета одежды [16] и предложил уравнения для приближенного теплового расчета комфортной одежды, которое используют и сейчас для определения теплового сопротивления, которым должна обладать одежда, обеспечивающая человеку ощущение комфорта при известной теплопродукции и состоянии окружающей среды.

При расчете по Кондратьеву необходимо определить условия эксплуатации одежды, затем выбрать по справочным данным рекомендуемые для данных условий параметры суммарного теплового сопротивления одежды R в $\text{м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ и показатели теплопродукции организма человека M (метаболизм), измеряемый в $\text{ккал} / \text{ч}$. Величину M для различных условий труда устанавливают физиологи.

Кроме того, в вычислении теплового сопротивления одежды учитывают коэффициент теплоотдачи α от наружной поверхности одежды к окружающей среде, измеряемый в $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$, постоянную температуру поверхности кожи, необходимую для ощущения комфорта (ее принимают равной $33 \text{ }^\circ\text{C}$) и температура окружающей человека среды.

Показатели тепловой нагрузки одежды N , показатель теплоизоляционной способности одежды I рассчитывают по формулам:

$$N = 0,78 \cdot M / 100;$$

$$I = 0,15 \cdot ((33 - t_{\text{в}}) / N) - 5,7 / \alpha.$$

Также известны другие способы расчета теплоизоляционных свойств одежды [17], в частности метод энергетического баланса человека, метод

теплового баланса А. Бартона, Б.А. Айзенштата. При расчетах базируются на данных о физиологических особенностях теплообмена организма человека с внешней средой, когда человеческий организм рассматривают как термостабильную систему, в которой механизм химической и физической терморегуляции поддерживает равновесие между теплообразованием и теплоотдачей. На основании метода, предложенного Айзенштатом Б.А., разработана методика расчета теплоизоляции одежды, обеспечивающей тепловой комфорт при задаваемых метеоусловиях [18]. В работе [19] представлена методика расчета свойств одежды, обеспечивающих условия теплового комфорта, при определенном уровне метаболизма $W_{т} \cdot m^2$, причем эта методика позволяет рассчитывать минимальные и максимальные величины термических свойств одежды.

В работе Е.А. Григорьевой приведены результаты сравнения двух методов оценки теплоизоляционных свойств одежды, которые демонстрируют различие в подходах, которое проявляется при оценке одежды для холодного периода.

Причиной несогласования результатов, по мнению Е.А. Григорьевой, может быть переоценка влияния в российской технологии или недооценка методик, используемых за рубежом из-за недооценки ветрового воздействия. В связи с полученными результатами высказано предположение, что за рубежом используют теплозащитную одежду с высокими ветроизоляционными свойствами. Для получения однозначного ответа предполагается дальнейшее исследование методик оценки теплоизоляционных свойств одежды.

Так как теплоизоляционные свойства одежды обусловлены в основном заключенным в ней инертным слоем воздуха, ветер, проникая внутрь одежды и усиливая конвекцию в материалах и пододежном пространстве, снижает ее защитный эффект. Данные, имеющиеся в литературе, свидетельствуют о том, что в условиях ветрового воздействия в конструкциях одежды, теплоизоляционные свойства пакетов материалов зависят от их воздухопроницаемости и в меньшей степени от их толщины. При ветре роль воздушных прослоек в повышении термического сопротивления уменьшается,

большее влияние на теплозащитные свойства пакета в этих условиях оказывает воздухопроницаемость всего пакета.

Несмотря на то, что вопросу влияния ветра и воздухопроницаемости материалов на теплоизоляционные свойства одежды посвящено много исследований, все же эти данные, полученные в основном на теплофизических приборах, не отражают всего многообразия факторов, относящихся к готовой одежде и эксплуатации ее человеком [20, 21].

Реально погода в районе, для которого проводится разработка пакета спецодежды военнослужащих, характеризуется особо суровыми условиями. Для зоны арктических пустынь характерно огромное количество льда и снега во все сезоны года. Круглый год здесь преобладает арктический воздух, радиационный баланс за год менее 400 мДж/м^2 , средние температуры июля $4-2 \text{ }^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха составляет 85%. Осадки выпадают в твердом виде, что способствует возникновению ледниковых щитов и ледников, в диапазоне 400-200 мм.

В некоторых местах запас влаги в воздухе небольшой и при росте температуры и сильном ветре образуется недостаток, который приводит к испарению снега.

Участки тундры – это зона холода, ветров, высокой облачности, полярной ночи и полярного дня с коротким и холодным летом и продолжительной суровой зимой. В любое время в тундре возможны заморозки и выпадение снега, а сильные ветра сдувают снег и почва сильно промерзает. Здесь образовались слои многолетнемерзлых грунтов, которые охлаждают почву, задерживают влагу и способствуют заболачиванию.

Для указанных климатических условий проектирование теплозащитной одежды является актуальной задачей, поскольку по мере развития мировой экономики этот регион представляет все больший интерес. За последние десятилетия накоплен серьезный опыт выживания и эффективной организации труда в условиях холодного климата, и выявлены условия, при которых можно не останавливать деятельность на холоде даже при температуре воздуха $-50 \text{ }^\circ\text{C}$.

В последние годы возможно дальнейшее освоение этой зоны, в том числе и территорий, где температура может быть близкой -60 °С. Соответственно необходимо провести подбор новой теплозащитной одежды для уточненных метеоусловий и изменить требования к теплозащитной одежде.

Традиционный способ проектирования теплозащитной одежды состоит из этапа расчета теплового сопротивления и создания комплекта одежды типа многослойный пакет, который включает белье, сорочку, и верхнюю одежду, которая представляет многослойный пакет, состоящий из верха, подкладки и прокладки. При этом такие пакеты обеспечивают высокие теплозащитные свойства благодаря присутствию воздуха в так называемом, инертном состоянии. Поэтому необходимо учитывать все воздушные прослойки при определении теплового сопротивления одежды. Расчеты и исследования специалистов [22] в области конструирования специальной теплозащитной одежды показали, что особенно важную роль при создании теплозащитной одежды играют утепляющие прокладки.

Общее тепловое сопротивление такого пакета одежды можно оценить как сумму эквивалентного и поверхностного теплового сопротивления

$$R_{\text{сум}} = R_{\text{э}} + R_{\text{п}}.$$

Для однослойной одежды это же уравнение рассчитывается как сумма

$$R_{\text{сум}} = \delta_{\text{в}}/\lambda_{\text{в}} + \delta_{\text{т}}/\lambda_{\text{т}} + 1/\alpha,$$

где $\delta_{\text{в}}$ - средняя толщина воздушной прослойки между одеждой и кожей человека, мм;

$\lambda_{\text{в}}$ - коэффициент теплопроводности воздуха, ккал/м²*ч*град;

$\delta_{\text{т}}$ - средняя толщина ткани, мм;

$\lambda_{\text{т}}$ - коэффициент теплопроводности ткани, ккал/м²*ч*град;

α - коэффициент теплоотдачи, ккал/м²*ч*град.

Слагаемое уравнения $(\delta_{\text{в}}/\lambda_{\text{в}} + \delta_{\text{т}}/\lambda_{\text{т}})$ оценивает величину эквивалентного теплового сопротивления, а $1/\alpha$ - это поверхностное тепловое сопротивление.

Для пакета одежды это уравнение имеет вид:

$$R_{\text{сум.}} = \sum_1^n \frac{\partial_b}{\lambda_b} + \sum_1^m \frac{\partial_\tau}{\lambda_\tau} + \frac{1}{\alpha}, \text{ где}$$

$\sum_1^n \frac{\partial_b}{\lambda_b}$ - сумма тепловых сопротивлений n воздушных прослоек в одежде;

$\sum_1^m \frac{\partial_\tau}{\lambda_\tau}$ - сумма тепловых сопротивлений m слоев тканей, входящих в одежду.

Очевидно, что практическое решение уравнения суммарного теплового сопротивления одежды получить сложно т.к. все слагаемые в уравнении являются переменными величинами, и оценить достоверно влияние температурных параметров на теплопроводность тканей и воздуха не представляется возможным.

Тепловое сопротивление воздушных прослоек зависит от величины воздушной прослойки и теплопроводности воздуха. Принято, что максимальное тепловое сопротивление одежды достигается при передаче тепла только теплопроводностью, т.е. при инертности воздуха. При этом известно, что инертность воздуха зависит от толщины воздушной прослойки, а в прослойках толщиной более 1,27 см, из-за разности температур уже возникает циркуляция воздуха, вследствие чего тепловое сопротивление воздушной прослойки, и, следовательно, суммарное тепловое сопротивление одежды уменьшаются.

По данным [23] величина воздушных прослоек в комплекте одежды, может иметь толщину от 0 до 0,5 - 0,6 см, т.е. реально меньше величины 1,27 см, приводящей к циркуляции воздуха. Установление количественного значения теплового сопротивления воздушных прослоек в «пакетах» одежды требует проведения дополнительных специальных исследований.

Согласно общим физическим представлениям, тепловое сопротивление комплектов одежды, самих тканей и прокладок определяется количеством содержащихся в их порах и волокнах неподвижного воздуха и зависит от толщины, пористости и объемного веса тканей. Чем больше толщина материала, меньше объемный вес и выше, соответственно, пористость материала,

тем ближе материал приближается по показателю теплового сопротивления к «идеальному» теплоизолятору - инертному воздуху.

Во время любых движений человека возникает естественная и принудительная циркуляция воздуха, что влияет на сопротивление одежды. Это связано с тем, что при движении теплый воздух может удаляться через «пакет», а холодный воздух может поступать из внешней среды в пододежное пространство. Опыт показывает, что тепловое сопротивление одежды снижается в условиях ветра. Уже в работах 60-х годов XX века [24] показано, что тепловое сопротивление материалов одежды может быть снижено за счет движущегося воздуха окружающей среды в 3,5 - 4 раза.

Следовательно, в процессе проектирования теплозащитной одежды необходимо особое внимание уделять повышению теплового сопротивления за счет снижения воздухопроницаемости «пакета» одежды и теплопотерь конвекцией.

Таким образом, после определения необходимого теплового сопротивления при проектировании теплозащитной одежды является решение вопроса, как можно получить одежду, обладающую тепловым сопротивлением, соответствующим условиям климата, в котором ее должны использовать. Любая утепленная зимняя одежда состоит в основном из 3-х частей: ткани верха, ткани подкладки и утепляющей прокладки.

Одним из основных элементов конструкции теплозащитной одежды являются теплоизоляционные прокладки. Каждый слой в пакете одежды имеет определенное функциональное назначение. Ткани верха обеспечивают защиту пакета одежды от ветра и влаги, не препятствуя удалению влаги с поверхности, способствуя регулированию теплообмена с окружающей средой при изменении метеоусловий и уровня физической активности. Следующий слой – это полотно утеплителя, а затем следует слой подкладочного материала.

Вышеуказанные данные совпадают с результатами, приведенными в работе [25], в которой говорится о влиянии на параметры теплозащитной одежды воздухопроницаемости «пакета» одежды. В связи с этим П.А. Колесников

предложил использовать для теплозащитной одежды глухие застежки, цельнокроеные детали, ветростойкие прокладки и защитные покрытия на утеплителях [26]. Ветростойкость пакетов специальной теплозащитной одежды детально изучена в работах Е.О. Лебедевой [27].

Суммарное тепловое сопротивление одежды (поверхностное сопротивление) определяют по коэффициенту теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи равен сумме коэффициентов теплоотдачи конвекцией и радиацией: $\alpha_{\text{конв}} + \alpha_{\text{рад}}$. Изменение коэффициентов теплоотдачи конвекцией зависит главным образом от скорости движения воздуха и конструктивной формы одежды. Радиационная составляющая коэффициента теплоотдачи зависит от разности температур поверхности одежды и окружающей среды, а также от степени черноты поверхности одежды. Тканям соответствует высокая степень черноты (коэффициент излучения), порядка 80 - 85 %. Вклад отдельных составляющих суммарного теплового сопротивления одежды неодинаков.

По данным зарубежных гигиенистов Бартона и Эдхолма, поверхностное тепловое сопротивление для одежды при различных условиях составляет 0,036 - 0,144 м²*ч*град/ккал.

Принцип многослойности одежды используют и при проектировании теплозащитной одежды. Пакет материалов теплозащитной одежды для защиты от пониженных температур состоит из совокупности всех слоев материалов, обеспечивающих теплозащитные свойства одежды [28]. Согласно современным представлениям о теплозащитной одежде [29], под пакетом понимают сочетание различных материалов, применяемых при производстве одежды.

Максимальная величина эквивалентного теплового сопротивления зависит от максимально возможной толщины пакета одежды. Гигиенисты убедительно доказали, что толщина пакета теплозащитной одежды должна быть менее 4 см. Поэтому долгое время подходящим материалом для изготовления теплозащитной одежды считали мех, высокие теплозащитные которого обусловлены низкой воздухопроницаемостью его мездры и значительной по толщине воздушной прослойкой, образуемой волосяным покровом.

Применение ватных и ватиновых прокладок толщиной 10 мм увеличивает тепловое сопротивление пакета на $0,350 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$ и позволяет достичь значения около $0,700 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$, но эксплуатация одежды с такими прокладками быстро приводит к их уплотнению и даже утончению.

Кроме того одежда с использованием натуральных тканей не обеспечивает нужной защиты от ветра, воздухопроницаемость таких материалов более $90\text{-}100 \text{ л} / \text{м}^2 \cdot \text{сек}$ (воздухопроницаемость меха в большинстве случаев не превышает $1 \text{ л} / \text{м}^2 \cdot \text{сек}$). Учитывая активное экономическое развитие арктической зоны, стало очевидным, что получение требуемого объема теплозащитной одежды для Крайнего Севера практически невозможно при использовании только натурального меха. Использование натуральных тканей в пакете одежды из-за высокой воздухопроницаемости не обеспечивает тепловой комфорт.

В связи с этим, в настоящее время при конструировании одежды с высокими теплоизоляционными свойствами, используют специальные синтетические материалы и утеплители, обеспечивающие снижение воздухопроницаемости комплекта одежды. В общем виде пакет теплозащитной одежды состоит из ткани верха, ветрозащитной прокладки, утеплителя и материала подкладки. Некоторые варианты пакетов теплозащитной одежды представлены на рис. 1.1.2 – 1.1.4

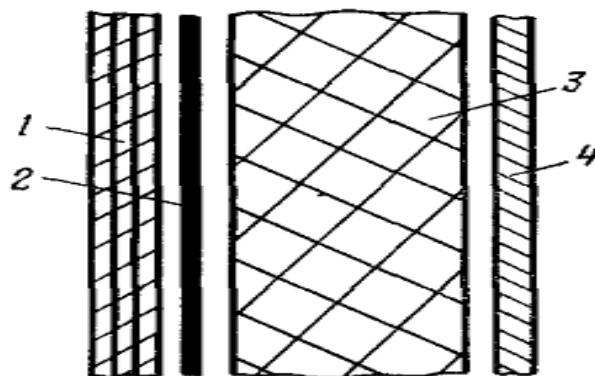


Рисунок 1.1.2 Типовой пакет зимней одежды [30]. 1 - покровная ткань, 2 - ветрозащитная прокладка, 3 - утепляющая прокладка, 4 - подкладка

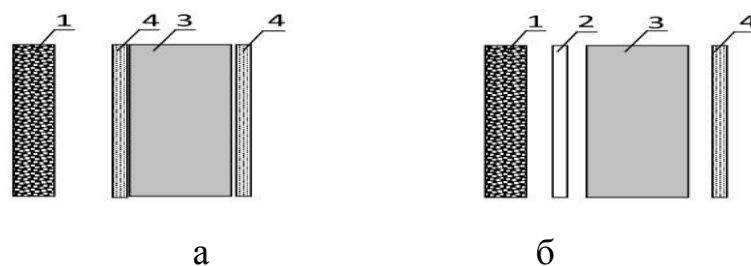


Рисунок 1.1.3 Структура теплозащитного пакета:

а – утеплитель – полотно: 1 – ткань верха (покровная) защитная; 2 – ткань ветрозащитная (прокладка); 3 – утеплитель в виде полотна; 4 – подкладка;

б – утеплитель – несвязанная смесь: 1 – ткань верха (покровная) защитная; 3 – несвязанный утеплитель; 4 – покровный материал внутреннего утепляющего пакета (одновременно ветрозащитная прокладка и подкладка) [31].

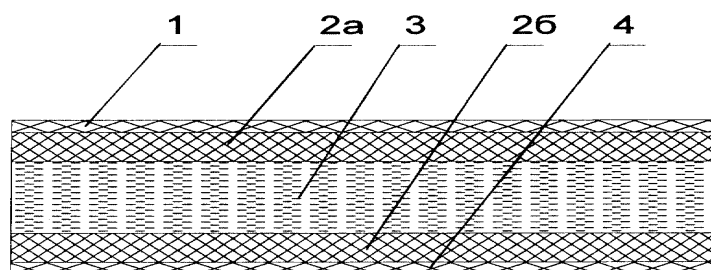


Рисунок 1.1.4 Чертеж теплозащитного слоя. Верхний слой ткани 1, два слоя полотна из газонаполненного полимерного материала 2а, 2б, 3 – слой объемного утеплителя и 4 – слой подкладки.

Структура, приведенная на рис. 1.1.4 [32], включает 5 слоев, что обеспечивает полную изоляцию слоя утеплителя 3 от воздействия ветра и атмосферной влаги, обеспечивая сохранение его теплоизолирующих свойств, а слои 2а и 2б выполняют не только функцию барьера для влаги и ветра, но и являются дополнительным утеплителем.

Решение проблемы создания рациональной конструкции «пакета» теплозащитной одежды возможно при использовании новых синтетических материалов, дающих возможность создавать пакеты одежды из нескольких, различающихся комплексом свойств в соответствии с теплозащитными функциями разных слоев одежды. В основном современные утеплители для одежды представляют нетканые волокнистые материалы на основе полиэфирных, полипропиленовых, полиэстеровых, синтетических волокон и вискозы.

1.2. Критерии выбора сырья для создания нетканых материалов используемых в качестве утеплителей. Физико-химические свойства, составы, технология производства

Синтетические волокнистые материалы в текстильной промышленности являются заменителями натуральных природных материалов, которые также являются волокнистыми материалами. Причем синтетические волокнистые материалы, которые создавали, как заменители натуральных материалов из-за невозможности обеспечить все расширяющиеся потребности человечества в текстиле, оказались в ряде случаев материалами, имеющими самостоятельное значение. Разработка синтетических волокнистых материалов позволила создавать материалы с заданным комплексом физико-механических свойств. Практическое значение синтетических волокнистых материалов в обеспечении жизнедеятельности современного человека постоянно возрастает.

Расширение сферы применения волокнистых материалов обусловлено, по мнению ведущих специалистов в области создания и производства синтетических волокон, нитей и тканей на их основе [33], их способностью создавать композиционные полимерные составы, обладающие свойствами волокон и свойствами монолитного материала.

На макроуровне волокнистые материалы - это упорядоченно расположенные дискретные элементы. В настоящее время волокна, нити и волокнистые ткани получают как из искусственных, так и из синтетических полимеров. Свойства и структура синтетических волокон и материалов на их основе обусловлена свойствами исходных химических составов. Характеристики волокнистых материалов также определяются способом переработки, т.е. технологией их изготовления.

В настоящее время созданы технологии получения полиэфирных, полипропиленовых, полиамидных, полиакриловых, поливинилспиртовых волокон и тканей на их основе. Ассортимент производимых мировой промышленностью синтетических волокнистых материалов очень широкий. Разработаны также

технологии модификации, составов волокон, ставших уже традиционными, которые позволяют придавать волокнам определенные свойства за счет изменения структуры волокна.

Комплекс свойств, определяющих области применения отдельных составов, определяется не только их химическим составом, а также их структурным строением, которое в значительной мере определяется технологическими параметрами производства. В работах К.Е. Перепелкина проанализированы основные структурные факторы, определяющие свойства волокнистых материалов. Такими факторами являются для текстиля наличие межволоконных пор, характер взаимодействия между волокнами. Для волокнистых полимерных композитных материалов на свойства может влиять свойства матрицы, в которой распределены волокна и характер взаимодействия матрицы и волокон.

Экспериментально установлено, что на механические свойства – деформацию и прочность не оказывает влияние наличие межволоконных пор, которые определяют показатели проницаемости волокнистых материалов. Теплофизические, электрические, сорбционные свойства материалов определяются тем, что использовано в волокнистых материалах – волокна или нити, а также характером взаимодействия волокон и нитей. Нетканые материалы, обладающие теплозащитными свойствами, представляют собой полотна, изготовленные из одного или нескольких слоев текстильных материалов, скрепление которых проводится разными способами текстильной технологии – провязыванием нитями, иглопробиванием или склеиванием.

Поэтому при выборе материалов для утеплителей были рассмотрены свойства и технология производства волокнистых материалов выпускаемых в настоящее время. Способ получения волокон и нитей с высокими механическими свойствами определен химическим составом исходного полимера.

Формование волокнистых материалов представляет сложный комплекс реологических массообменных и гидродинамических процессов, когда в полимере происходят фазовые и структурные превращения, обусловленные молекулярной структурой полимера и пространственным строением звеньев полимеров.

Специалисты подразделяют волокнообразующие полимеры на гибкоцепные полужесткие полимеры и жесткоцепные полимеры. Получение волокон из гибкоцепных и полужестких полимеров проводят при высоких значениях усилий при вытяжке волокон. Жесткоцепные полимеры имеют упорядоченную структуру полимера, а ориентация волокон происходит уже при невысоких усилиях при вытяжке волокон [34].

Волокна текстильного назначения построены, в основном, из фибрилл с последовательно расположенными кристаллитами и аморфными областями. От ориентации указанных структурных областей и длины макромолекул зависит прочность и упругость волокнистых материалов. Считается, что степень кристалличности [35] большей части типов волокон находится в диапазоне 50-95%. Но также известны волокнистые материалы на основе гибкоцепных разноразветвленных и химически нерегулярных полимеров с малоупорядоченной аморфной или нарушенной кристаллической структурой. Такие волокна подвержены внешнему воздействию, склонны к разрушению и отличаются более высокими сорбционными свойствами. Показатели механических свойств волокон выше у волокон с менее дефектной и более однородной микроструктурой.

Прогнозировать и оценивать прочность волокон можно по параметру среднемолекулярной ориентации, который характеризует угол разориентации структурных составляющих волокна по отношению к оси волокна [36]. На механические показатели волокон также оказывает влияние слоистая гетерогенность структуры волокон, которая способствует неравномерности напряжений по сечению и по длине волокна. Это приводит к последующему образованию центров с высокой концентрацией напряжений, являющихся начальными точками разрушения волокон.

Основными стадиями процессов формования являются расплавление волокнообразующего полимера с целью перевода полимера в вязко-текучее состояние. Следующей стадией является само формование волокон путем пропускания вязко-текучего расплава полимера через фильеры и последующее охлаждение образовавшихся волокон. На этой стадии волокна имеют

неравновесную и неупорядоченную структуру. Поэтому следующей стадией производства волокон является организация процесса ориентационного вытягивания и термической обработки волокон, когда протекают процессы структурной перестройки и релаксации напряжений.

Для улучшения свойств волокон или для придания им дополнительных возможностей разработаны способы физической и химической модификации волокон. Физико-химическая модификация волокон позволяет получать волокна с особой формой поперечного сечения или с высокоразвитой поверхностью. Химическая модификация волокон заключается в сополимеризации, когда в исходный основной полимер вводят дополнительные функциональные группы, обеспечивающие получение волокон с новыми свойствами.

Химическая модификация характерна для полиэфирных и полиакрилонитрильных составов волокон. Известен также композитный способ модификации синтетических волокон [37], который предполагает использование смеси полимеров для последующего получения волокон. Однако смешение полимеров с последующим их переводом в расплав или в раствор практически не позволяет получать однородные волокна. Это объясняется тем, что растворы и расплавы смесей полимеров термодинамически нестабильны и чрезвычайно трудно подобрать температурно-временные параметры формования смесевых волокон [38].

Структура и свойства волокон при термической обработке зависит от гибкости макромолекул и степени ориентации после вытягивания в фильерах. Получение высоких механических параметров волокон на основе гибкоцепных или полужесткоцепных полимеров нужны значительные усилия вытяжки. Для жесткоцепных полимеров ориентационную вытяжку не проводят, но увеличение прочности волокон этих полимеров можно достичь термической обработкой.

При формовании волокон, получаемых по технологии «из раствора», твердая полимерная фаза выделяется в аморфном состоянии и, если полимер по своему составу склонен к быстрой кристаллизации как гибкоцепные полимеры, волокно может иметь кристаллическую структуру.

При формировании волокон из раствора жесткоцепных полимеров, при которых характерно жидкокристаллическое состояние, для получения волокон с достаточной ориентационной упорядоченностью волокон уровень фильерных вытяжек небольшой. Метод мокрого формирования создает условия для получения волокон слоистой структуры. Формование по мокрому методу из раствора жидкокристаллического полимера и формование из расплава или раствора по сухому методу снижает слоистость волокон [39].

В работе К.Е. Перепелкина обобщены данные по технологиям производства разных составов полимеров и выявлены основные условия формирования волокон и нитей из растворов полимеров разными методами. Для получения волокон на основе поливинилхлорида и близких ему сополимеров, используют мокрый способ формирования с пластифицированным или термическим вытягиванием. Этот способ позволяет получать волокна с линейной плотностью от 0,1 до 1,0 текс.

Нетканые материалы на основе полипропиленовых, полиэтиленовых составов получают из расплава полимеров аэродинамическим или центробежным формированием, а полипропиленовые и полиэтиленовые волокна и нити получают методом расплавного формирования из расплава с охлаждением.

Волокнистые нетканые материалы, которые можно использовать как утеплители, получают чаще всего методами прямого формирования. Этот метод разработан для дешевых сырьевых материалов – полипропилена, вторичного сырья. Метод прямого формирования отличается высокой эффективностью по сравнению с методом, состоящим из получения самих волокон и последующего изготовления из них полотна текстильными технологиями.

Различают прямое формирование волокнистых слоев из свежесформованных нитей и волокон и способных к «самосклеиванию», поскольку волокна находятся еще в размягченном состоянии, метод *meltblown* [40].

Прямое формирование можно проводить также из охлажденных волокон и нитей. В этом случае получают слабо соединенное полотно, которое подлежит соответствующей обработке способами иглопрокалывания, каландрирования или обработке полимерным связующим – метод *spunbond*.

Технологически получение нетканых волокнистых материалов проводят центробежным формованием или аэродинамическим формованием. Если процесс ведут по схеме центробежного формования, то сначала полимер необходимо расплавить в экструдере и направить расплав по полуму валу на вращающийся ротор, на котором расплав полимера под действием центробежной силы в виде капель попадает с периферии вращающегося ротора. Расплав находится под действием центробежной силы и силы струи сжатого воздуха на вакуумном транспортере, расположенном ниже ротора, образуются волокна. Растяжение струек материала происходит благодаря подаче горячего воздуха.

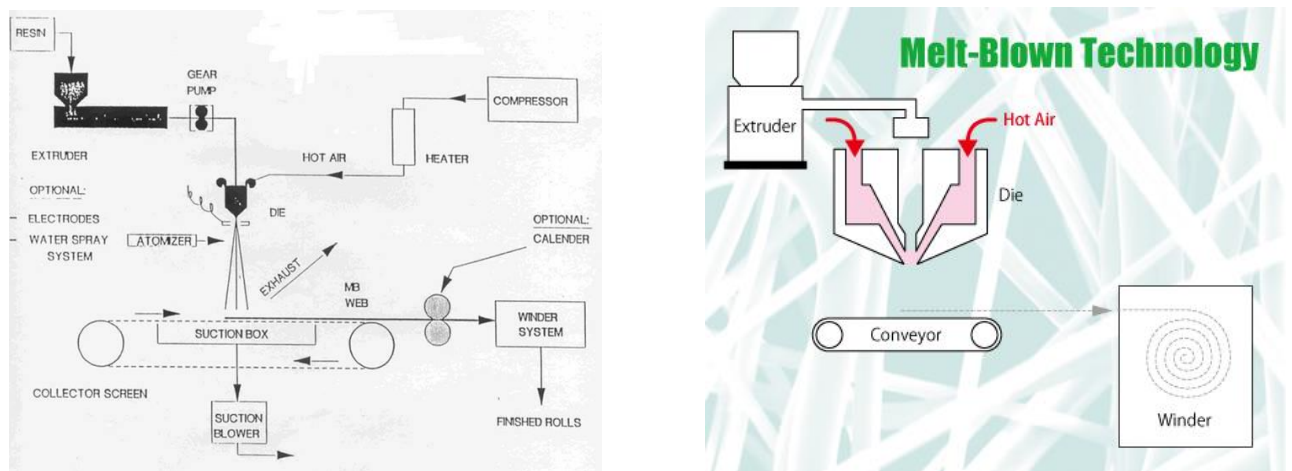


Рисунок 1.2.1 Схема процесса центробежного формования методом meltblown [41].

По технологической схеме meltblown получают готовый материал, который в зависимости от задач подвергают иглопрокалыванию или каландрированию с целью повышения связности волокон и упрочнению ткани. Полученный по этой технологии материал имеет невысокие механические показатели.

В случае аэродинамического формования также используют экструдер для получения полимерного расплава, для дозирования которого используют насос. Расплав поступает в фильеру для образования волокна. Использование аэродинамического формования позволяет применять схемы meltblown и spunbond. В отличие от схемы meltblown, при получении волокон по схеме spunbond получаемые волокна растягиваются воздухом, затем охлаждаются

и после охлаждения волокна раскладываются на транспортере волокнистым слоем.

Кроме того нити (волокна) для повышения механической прочности волокон и материала в целом могут проходить этап аэродинамического вытягивания перед поступлением их на вакуумный транспортер. Усиление связности волокон в материале проводят методом уплотнения каландрированием или иглопрокалыванием. Вариантов технологии прямого формования разработано довольно много, они различаются аппаратным оформлением и специально разработанными технологическими режимами для полиамидных, полиэфирных и других полимеров [42].

По оценке отечественных специалистов [43] наиболее эффективными являются технологические схемы, в которых организовано растяжение формованных нитей и раскладка нитей дутьевыми устройствами, позволяющие снижать износ волокон. Степень ориентации волокон в таких тканях характеризуется как средняя или незначительная.

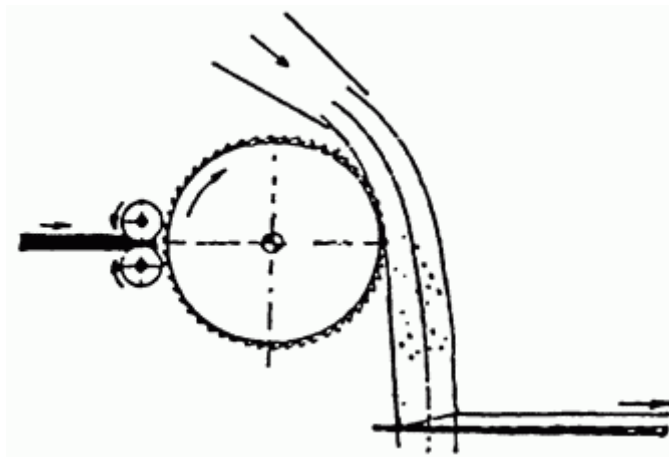


Рисунок 1.2.2 Принципиальная схема аэродинамического формования холста нетканого материала

Аэродинамическое формование включает следующие технологические этапы: дозирование полимера, перекачку полимера по расплавопроводу в фильерный блок, откуда расплав попадает в формующую головку. Из формующей головки волокна по подвижной части расплавопровода подаются

в дутьевое устройство, откуда выходят в виде нитей, которые, попадают на транспортер, где нитераскладчик формирует волокнистый слой. Формованные пучки нитей распределяются на транспортере раскладчике.

Причем известны различные схемы оборудования для аэродинамического формования, включающие устройства для подачи горячего активного воздуха, подачи транспортирующего сжатого воздуха, вытяжку горячим воздухом. Возможно использование схемы с прямоугольными дутьевыми устройствами. Также реализованы схемы с круглыми или прямоугольными дутьевыми устройствами, использованием экструдера, который закреплен стационарно, а расплавопровод, фильера, дутьевое устройство совершают возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости.

Возможно также применение гидродинамического способа формования нетканых материалов. Этот способ предполагает использование воды, которая служит дисперсионной средой и транспортирующим агентом. Этот метод называют также бумагоделательным и его используют при производстве специальных смесевых волокнистых материалов с изотропными свойствами. Кроме того этот способ позволяет использовать волокна, образующиеся при переработке отходов. Схема производственных агрегатов для гидродинамического способа формования приведена на рис. 1.2.3.

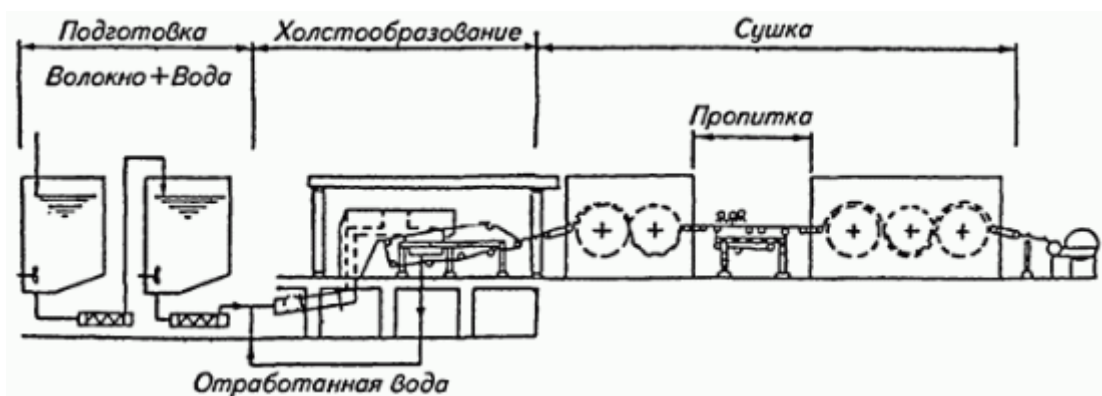


Рисунок 1.2.3 Схема гидродинамического способа формования нетканых материалов

Большое количество нетканых материалов производят из полипропилена и полиэфира, но также развиваются технологии получения нетканых материалов с использованием бикомпонентного волокна, которые позволяют повышать однородность материала и улучшать технические параметры нетканых материалов. Для придания нетканым материалам специфических свойств используют специальные полимеры, к которым относятся углеволокно, стекловолокно, арамидные и полиамидные волокна.

Совершенствование технических характеристик нетканых материалов возможно также при использовании нанотехнологий, обеспечивающих получение высокопрочных волокон размерностью 1-100 мкм. Производство таких волокон возможно при использовании технологии формования с распылением и многоканального мундштука с диаметром отверстий 1-100 мкм. Прядение материала осуществляют методом электропрядения.

1.3. Основные материалы, используемые в производстве теплозащитной одежды для арктической зоны. Типы и виды синтетических нетканых материалов для утеплителей одежды

Утеплители для одежды в настоящее время производят по различным технологиям. Ассортимент нетканых материалов имеет достаточно широкий спектр свойств. Изучение рынка утеплителей считается сейчас одной из актуальных задач, поскольку в связи с развитием химических производств постоянно на рынок поступают новые марки утеплителей, произведенные по новым усовершенствованным технологиям. Для классификации свойств утеплителей проводят экспертные исследования, которые часто имеют рекламные или предвзятые оценки. Ниже рассмотрены основные типы и марки утеплителей на основе нетканых материалов с использованием данных ведущих экспертов в области текстильной промышленности [44].

В работах Г.К. Мухамеджанова и других экспертов высказывается мнение, что текстильная промышленность не попала в число сфер приоритетного развития экономики, и ее развитие производства нетканых материалов в условиях растущего спроса на такие материалы развивается на фоне интервенции на российский рынок нетканых материалов от западных и восточных товаропроизводителей [45].

Отечественные предприятия выпускают нетканые материалы бытового назначения, на российском рынке представлены также нетканые материалы различного назначения стран СНГ. Наибольший объем выпуска нетканых материалов производят в странах Западной Европы и основными импортерами являются Германия, Италия, Польша, Китай, США, Чехия.

Перспективы развития производства нетканых материалов, расширения их ассортимента в мире, в том числе в России, связаны с освоением новых видов химических волокон и новых способов формирования волокнистых структур. Эксперты отмечают, что негативное влияние на показатели развития производства нетканых материалов оказывает состояние рынка отечественного сырья, так как

производство нетканых полотен очень чувствительно к качеству исходного сырья: полиэфирного, полипропиленового, вискозного волокна, химических нитей.

В настоящее время в России нетканые материалы выпускают около 70 предприятий, включая и те, на которых установлено по 1–2 единицы оборудования. Консолидация капитала и объемов производства в подотрасли достигла очень высокого уровня – первые пять компаний (ОАО «Комитекс»; ООО «Сибур-геотекстиль», ООО «Номатекс», ОАО «Туймазытекс», ООО «СиАйрлайд») обеспечивают более 80% общего выпуска нетканых материалов. На всех остальных предприятиях нетканые полотна производятся в небольших объемах одним, редко – двумя технологическими способами. Обеспечить потенциальные потребности рынка можно за счет ускоренного развития технологий получения нетканых материалов.

Ассортимент современных прокладочных материалов позволяет выделить два типа тканей, используемых для теплозащитной одежды. Это тканые (прокладочные) ткани и нетканые (утеплители). Прокладочные материалы как материалы верха создают дополнительную жесткость, плотность, прочность и форму. Утеплители располагаются во внутренних слоях пакета материалов для изготовления одежды. Утеплители характеризуются пористой внутренней структурой, которую оценивают показателями поверхностной плотности материала. В табл. 1.3.1 представлены данные поверхностной плотности ряда современных утепляющих материалов [46].

Таблица 1.3.1

Поверхностная плотность некоторых современных утепляющих материалов

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

Самый распространенный, равномерный по поверхности и объему материал – синтепон, считается хорошим утеплителем для условий среды не более $-15\dots-20^{\circ}\text{C}$.

Термиум (Thermium) - материал значительно меньшей толщины на основе синтетических вспушенных и склеенных волокон со встроенной специальной инфракрасной пленкой, отражающей и поглощающей тепло. Сравнение волокнистой структуры этих материалов по результатам фотомикроскопического анализа показывает, что встроенные элементы специальной пленки (Thermium) изменяют порядок расположения волокон материала (рис. 1.3.1).

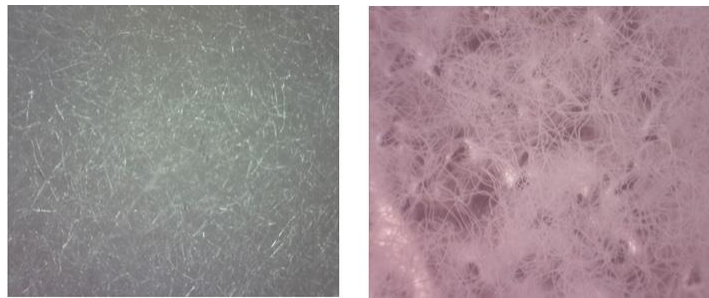


Рисунок 1.3.1 Фотомикроскопический анализ образцов (синтепон и Thermium/ термиум)

Сравнительные исследования динамики теплопередачи через теплозащитный слой пакетов материалов на базе устройства по типу цилиндрического бикалориметра, показывают, что процесс теплопередачи материала Термиум, имеющего инфракрасную пленку длительнее и имеет более продолжительный период теплоизоляции.

В последние годы на отечественном рынке появились объемные нетканые полотна, в которых используются новые модификации синтетических волокон, в том числе прямые, извитые, полые, различной формы поперечного сечения и др. Кроме того, волокна отличаются по толщине и длине резки. К такому разнообразию признаков добавляются еще различные способы расположения и соединения волокон при формировании холста (нетканого полотна).

Сегодня одним из наиболее распространенных является аэродинамический способ формирования, когда холст образуется из волокон, движущихся в воздушном

потоке с неориентированным, но равномерным расположением волокон по всем направлениям. Этот способ позволяет получить наиболее однородный и изотропный материал с одинаковыми во всех направлениях физико-механическими свойствами.

В последние годы с учетом климатических условий России отечественными производителями разработаны и серийно выпускаются новые типы синтетических утеплителей, не уступающих по качеству лучшим зарубежным. Наибольшей популярностью на отечественном рынке пользуются нетканые объемные утеплители «Синтепон», «Тинсулейт», «Холлофайбер», «Шелтер», «Файбертек», «Термофинн» и многие другие.

Значительная доля предприятий продолжает использовать в качестве утеплителей в составе пакета одежды натуральные продукты, это ватин и пухоперовое сырье. Треть опрошенных российских швейников предпочитает использовать синтепон. Используют также утеплители типа файбертек (TM Fibertec), тинсулейт (TM Tinsulate корпорации 3M) и термофинн.

Анализ рынка утеплителей показывает широкое использование в качестве утеплителей пуха. В основном используют смесь пуха и пера водоплавающих птиц. Содержание 100% пуха излишне, так как теплоизолирующие свойства достигают максимума уже при 75%.

Пух является одним из лучших теплоизоляторов в любых погодных условиях, поскольку он имеет пористую структуру, аккумулирующую большой объем воздуха и удерживающую тепло. Но пух плохо выводит испарения, он аллергенен и является средой для размножения клещей, кроме того чистка таких изделий весьма трудоемка.

В качестве теплозащитного слоя используют в специальной одежде швейную вату, состоящую из 100 % хлопка или шерстяную вату, состоящую из шерстяного сырья и хлопка или химических волокон. Использование ваты ограничивается сейчас изготовлением телогреек или матрасов. Также натуральным утеплителем является ватин. Ватин – это 100 % хлопчатобумажное нетканое волокно. Его применяют в качестве утеплителя в верхней одежде и изделиях бытового назначения, а также в мебельной промышленности. Из-за его

склонности к сохранению неприятных запахов и возможности обитания в нем микроорганизмов, бактерий, ватин ограничено применяют для теплозащитной одежды.

Нетканая ворсовая ткань флис на основе полиэстеровых волокон держит тепло, не впитывает влагу, но ее проводит. Ее применяют для производства одежды для экстремальных видов спорта и отдыха, для тканей на камуфляж, тканей для спецодежды, тканей для охоты и рыболовства. Структура флиса имеет, так называемые воздушные «карманы», которые обеспечивают изоляцию и тепло, а велюровая поверхность ткани усиливает циркуляцию воздуха и ткань «дышит».

Синтепон - высококачественный нетканый утеплитель из полиэфирных волокон. Выпускают синтепон с поверхностной плотностью 100, 120, 150 г/м². Синтепон выпускают из плотных и из полых волокон. Скрепление волокон в синтепоне проводится термическим способом. Плотный синтепон используют только в дешевых изделиях. Синтепон, в котором волокна не склеены, характеризуется большей долговечностью, он не теряет форму, но пригоден для температуры до -10°С.

На основе полиэфирных волокон и натуральной шерсти выпускают материал шерстепон. Он содержит до 80 %, шерсти и полиэфирное высокоизвитое полое силиконизированное волокно (от 20 %). Шерстепон используют как утеплитель в производстве теплой верхней одежды, туристического снаряжения, одеял, подушек.

Одним из наиболее эффективных утеплителей, выпускаемых в России, является нетканый утеплитель марки Холлофайбер на основе полиэстерного волокна. Холлофайбер содержит полые волокна, его производят на заводе нетканых материалов компании «Термопол-Москва». Этот материал состоит из пустотелых полиэстеровых волокон, скрученных в форме пружин, он отличается по структуре от синтепона, благодаря применению технологии, обеспечивающей получение пустотелых волокон. За счёт такой структуры самих волокон материал холлофайбер имеет повышенные теплоизоляционные свойства и меньше слеживается. Оптимальную структуру волокнистого нетканого

материала можно представить аналогичной структуре материала показанной на рис. 1.3.2.

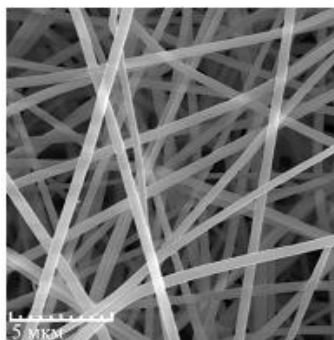


Рисунок 1.3.2 Структура волокнистого материала

На практике при формовании материалов их структура включает волокна различного размера, формы и пузыри (рис. 1.3.3).



Рисунок 1.3.3 Структура полиэстерного утеплителя торговой марки «Холлофайбер»

Материал марки Тинсулейт получают на основе смеси волокон состава 65% полиолефиновое и 35% полиэфирное волокно. Технология его производства обеспечивает получение материала, состоящего из тончайших волокон (рис. 1.3.4).



Рисунок 1.3.4 Структура нетканого утеплителя Тинсулейт

Нетканый утеплитель Файбертек (синтетический пух) сочетает теплозащитные и вентилирующие свойства. Файбертек производят на основе полиэфирного полого высокоизвитого силиконизированного волокна (производитель (Eslon® и Huvis®)). Поверхностная плотность этого утеплителя 150 г/м².

ISOSOFT или изософт (LIBELTEX Бельгия) производят из волокон, имеющих форму шариков. Шарики не сообщаются между собой и содержат полости, именно поэтому изделие на изософте хорошо держит форму (не деформируется) и тепло (один слой изософта эквивалентен 3-4 слоям синтепона).

Материал «Файбертек», поставляют на российский рынок белорусские предприятия. Этот материал имеет лицензию на соответствие аварийно-спасательным средствам жизнеобеспечения и выживания (ФГУНПП «Аэрогеология») и сертификат соответствия МЧС России, и его используют в составе пакетов костюмов, рекомендованных в целях защиты от пониженных температур и производственных загрязнений нефтепродуктами ПАО «Лукойл».

Синтепон ценят за невысокую стоимость, а также за низкую плотность и объемность. Файбертек обеспечивает объемность, высокие теплоизоляционные свойства, воздухопроницаемость, мягкость и формоустойчивость. Тинсулейт имеет высокие термоизолирующие параметры и устойчивость к деформациям.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

Анализ закономерностей теплообмена организма человека в условиях крайнего севера с внешней средой показал, что теплозащитные свойства одежды определяются в основном термическим сопротивлением материалов и воздушных зазоров, существующих между всеми слоями одежды человека, причем основной вклад в сохранение тепла вносит слой воздуха. Одним из основных элементов конструкции теплозащитной одежды являются теплоизоляционные прокладки (утеплители).

Проведен анализ литературных данных и нормативных документов, а также отзывов ведущих специалистов отрасли, подтверждающих актуальность исследований, направленных на разработку, совершенствование и установление требований к текстильным волокнистым нетканым материалам для специальной теплозащитной одежды.

Рассмотрен принцип многослойности одежды, который используют при проектировании теплозащитной одежды. Пакет материалов теплозащитной одежды для защиты от пониженных температур состоит из совокупности всех слоев материалов, обеспечивающих теплозащитные свойства одежды. Согласно современным представлениям о теплозащитной одежде, под пакетом понимают сочетание различных материалов, применяемых при производстве одежды.

Обосновано, что решение проблемы создания рациональной конструкции «пакета» теплозащитной одежды возможно при использовании новых синтетических материалов, дающих возможность создавать пакеты одежды из нескольких, различающихся комплексом свойств в соответствии с теплозащитными функциями разных слоев одежды.

Исследование оптимального пакета материалов для спецодежды, используемой в арктической зоне, проводилось на основании исследования физико-механических параметров нетканых материалов с использованием современных методов испытания деформационных структурных, термических характеристик.

Анализ методических указаний по определению характеристик нетканых материалов позволил провести выбор основных методов исследования при разработке пакетов теплозащитной одежды на основе синтетических утеплителей.

Рассмотрены основные технологии получения полиэфирных, полипропиленовых, полиамидных, полиакриловых, поливинилспиртовых волокон и тканей на их основе.

Показано, что перспективными с точки зрения волокнистых текстильных носителей являются нетканые полотна с использованием бикомпонентного волокна, которые позволяют повышать однородность материала и улучшать технические параметры нетканых материалов. Для придания нетканым материалам специфических свойств используют также специальные полимеры, к которым относятся углеволокно, стекловолокно, арамидные и полиамидные волокна.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ ДЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

2.1. Оценка структурных характеристик исследуемых нетканых теплоизоляционных синтетических утеплителей

Нетканые утеплители, ассортимент которых постоянно расширяется благодаря развитию технологий производства синтетических нетканых волокнистых материалов, применяют при изготовлении специальной и рабочей одежды, в частности для спецодежды, используемой при нефтедобыче на севере. Контроль основных параметров нетканых утеплителей на основе натуральных и синтетических материалов проводят в соответствии с требованиями стандартов, разработанными в России и гармонизированными со стандартами европейских стран. В соответствии с действующими стандартами [47] к нетканым утеплителям относят хлопчатобумажные и шерстяные ватины, а также синтетические утеплители, изготавливаемые различными способами из различных синтетических материалов [48].

Нетканые утеплители, как и другие текстильные материалы, относят по своей структуре к капиллярно-пористым телам. Они различаются составом материала, размерами и характером расположения волокон и пор между волокнами, а также в самих волокнах [49]. Размеры пор в волокнистых утеплителях могут различаться. Принято считать, что, если микропоры волокнистого материала имеют радиус меньше 10^{-7} м, то пористость обусловлена в этом случае строением волокон, а если волокнистый материал имеет макропоры, радиус которых больше 10^{-7} м, то пористость материала определяется степенью наполненности материала волокнами и объемом пор.

Достаточно большой опыт разработки и создания технологий производства нетканых волокнистых материалов для разных практических назначений и изготовленных на основе натуральных и синтетических волокон позволил выявить основные параметры, определяющие структуру теплоизоляционных

волокнистых материалов. Для оценки структуры нетканых материалов различного состава применяют следующие характеристики:

- номинальная и фактическая линейная плотность,
- разрывная нагрузка,
- удлинение при разрыве,
- извитость волокон и ее частота.

Основные свойства нетканых утеплителей проверялись в аккредитованной испытательной лаборатории ОАО НИИ нетканых материалов [50]. Испытания проводились в соответствии с российскими стандартами, гармонизированными со стандартами европейских стран.

Оценку структурных характеристик нетканых материалов проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 15902.2-2003. ИСО 9073-2; 1995. «Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик». ГОСТ 15902.2-2003 распространяется на нетканые полотна различных способов производства из волокон всех видов. Согласно требованиям ГОСТа для характеристики структуры нетканого материала необходимо определить следующие параметры:

- число петель и проколов игл;
- плотность нити;
- длину петли;
- уработку и извитость нитей;
- линейную плотность нити, извлеченной из вязально-прошивного полотна;
- масса нитей на единицу площади вязально-прошивного полотна;
- содержание связующих на основе сшивающихся каучуковых и акриловых полимерных дисперсий в клееном полотне;
- толщину;
- объемную плотность;
- пористость полотна;
- неровноту по массе;
- неровноту по воздухопроницаемости.

В основном приведенные в ГОСТе 15902.2-2003 «Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик» методы испытания были разработаны для вязально-прошивного и иглопробивного полотна, т.е. материалов, которые используют в теплоизоляционных пакетах.

При исследовании структуры нетканых материалов на основе синтетических волокон любого типа для проведения сравнения разных марок утеплителей проводят следующие измерения: определение толщины нетканых полотен; поверхностной и объемной плотности; воздухопроницаемости; неровноты по массе и воздухопроницаемости; производят расчет пористости полотна.

Исследование таких характеристик нетканых утеплителей, как объемная плотность, проводят на образцах утеплителей, для которых предварительно были проведены определения длины, ширины и массы точечных проб также как при определении линейной и поверхностной плотности по ГОСТ 3811-72 «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей».

Показатель поверхностной плотности определяют как массу волокна и других составных элементов структуры нетканых утеплителей. Поверхностная плотность нетканых утеплителей находится в диапазоне от 100 до 500 г/м². По величине поверхностной плотности нетканых материалов можно оценивать толщину, структуру и теплозащитные свойства.

Определение линейной и поверхностной плотности проводится путем взвешивания образцов материала с определенными размерами. Вычисления плотности проводят с точностью до 3-его десятичного знака. Все испытания проводят при установленных ГОСТ 10681-75 «Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения» климатических условиях после проведения релаксации. Требование по проведению релаксации испытуемых образцов полотен в соответствующих климатических условиях связан с тем, что волокнистые материалы характеризуются определенной сорбционной способностью, в частности, способностью сорбировать влагу.

Процесс сорбции влаги является неравномерным, в начальный период происходит интенсивное поглощение, затем процесс замедляется и наступает состояние равновесия.

Материал в состоянии равновесия характеризуется определенной влажностью, которая определяется химическим составом волокон, структурой нетканого материала (расположением макромолекул, степенью упорядоченности молекул, степенью аморфности и кристалличности структуры волокон, пористостью) и относительной влажностью окружающего воздуха. Влажность, соответствующая сорбционному равновесию, которое называется равновесной влажностью W_p , а для каждого материала устанавливают W_n кондиционную влажность полотна.

Известно, что процесс сорбции водяных паров протекает более активно для волокон, содержащих в своем составе гидрофильные и реакционноспособные группы: -ОН, -NH₂, -COOH, -CONH. Для синтетических волокон на основе полиэфирных, полиолефиновых, поливинилхлоридных волокон характерна меньшая, чем у натуральных волокон способность к сорбции и поглощению влаги, так как в их составе почти отсутствуют гидрофильные группы.

В расчетах структурных характеристик нетканых волокнистых утеплителей необходимо учитывать параметр кондиционной влажности, который характеризует влажность материала при атмосферных условиях, близких к нормальным ($\phi = 65\%$ и $t = 20^\circ\text{C}$). Кондиционная влажность материалов, содержащих не одно, а несколько составов волокон рассчитываем как сумму W_k составляющих волокон:

$$W_k = (p_i * W_i + p_n * W_n) / 100,$$

W_i, W_n – кондиционная влажность составляющих волокон, %,

где: p_i, p_n – содержание волокон в материале, %.

Линейную плотность материала mLO вычисляем по формуле [51]:

$$mLO = mAO/LAO,$$

где: mAO - масса пробы после релаксации при климатических условиях по ГОСТ 10681-75, г;

LAO - средняя длина пробы после релаксации в климатических условиях по ГОСТ 10681-75, м.

Поверхностную плотность M_k вычисляют по формуле [51]:

$$M_k = m_{ao}(100+W_n)/(100+W_\phi);$$

где: m_{ao} - поверхностная плотность материала, г/м²;

W_n - кондиционная влажность полотна, %;

W_ϕ - фактическая влажность полотна, %.

Влажность фактическая показывает, какую часть от массы материала составляет масса влаги, содержащаяся в материале при фактической влажности воздуха.

$$W_\phi = 100 (m_\phi - m_c)/m_c,$$

где: m_ϕ – масса материала при фактической влажности воздуха;

m_c – масса абсолютно сухого материала.

Вычисление поверхностной плотности проводят с точностью до 0,01 г с округлением до 0,1 г.

Вычисление объемной плотности определяют на образцах с измеренными длиной, шириной и массой проб. Объемную плотность полотна δ , г/см³, вычисляют по формуле [51]:

$$\delta = 1000*m/l*b*t;$$

где: m - масса точечной пробы, г;

l - длина точечной пробы, мм;

b - ширина точечной пробы, мм;

t - толщина точечной пробы, мм.

Если известна поверхностная плотность полотна, г/м, то

$$\delta = \gamma/1000*t.$$

Объемную плотность полотна вычисляют с точностью до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

Определение пористости полотна проводят вычислением объемной плотности (δ) и известной удельной плотности (γ) волокон и (или) нитей, содержащихся в полотне. Вычисляют пористость Π %, по формуле:

$$\Pi = (\gamma_s - \delta) / \gamma * 100.$$

В случае многокомпонентных структур удельную плотность γ_s , г/см³, полотна вычисляют по формуле:

$$\gamma_s = S_1 * \gamma_1 + S_2 * \gamma_2 + S_n * \gamma_n,$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_n$ - удельная плотность каждого компонента волокон или нитей, г/см³;

S_1, S_2, S_n - массовая доля каждого компонента волокон или нитей, %.

Вычисление проводят с точностью до третьего десятичного знака и округляют до второго десятичного знака.

Определение неровноты по массе проводят на пробе, из которой вырезают 20 элементарных проб, размеры которых определяются структурой полотна. Для клееных, термоскрепленных и т.п. полотен размеры проб составляют 50×50 мм.

В зависимости от определяемых характеристик неровноты используют схемы раскроя проб в соответствии с рис. 2.1.1. а и б.

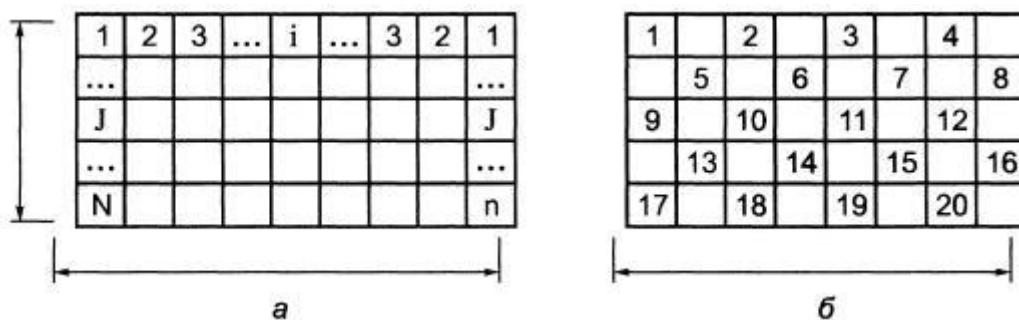


Рисунок 2.1.1 Схемы раскроя проб в зависимости от определяемых характеристик неровноты

Для определения неровноты по длине и ширине полотна используют схему раскроя проб в соответствии с рисунком 2.1.1. а, при которой положение каждой элементарной пробы фиксируется номером i (по ширине) и строкой j (по длине).

Для определения неровноты по площади следует использовать схему раскрытия проб в шахматном порядке в соответствии с рисунком 2.1.1. б.

Неровноту по массе характеризуют коэффициентом вариации K_m , %, по длине, ширине и площади, вычисляемым по формуле:

$$K_m = S / \bar{x} * 100,$$

где: S - среднеквадратичное отклонение, г, определяемое по формуле:

$$S = \sqrt{\sum((x_i - \bar{x})^2 / (n-1))},$$

где x_i - масса i -й пробы, г;

$(x_i - \bar{x})$ - отклонение каждого i -го результата взвешивания от среднеарифметического значения, г;

n - общее число проб;

\bar{x} - среднеарифметическое значение результатов взвешивания проб, г, вычисляемое по формуле:

$$\bar{x} = \sum x_i / n.$$

По результатам измерения массы проб оценивают поперечную неоднородность полотна, критерием которой является коэффициент вариации по ширине (рисунок 2.1.1.а).

Для определения значения критерия поперечной неоднородности ζ , %, по коэффициенту вариации массы проб по ширине используют выражение:

$$\zeta = S_{kc} / \chi_{kc} * 100,$$

где - S_{kc} - среднеквадратическое отклонение коэффициентов вариации массы по ширине, %;

χ_{kc} - коэффициент вариации массы по ширине, %.

Неровноту по массе вычисляют с точностью до второго десятичного знака и округляют до первого десятичного знака.

Определение неровноты по воздухопроницаемости проводят на пробе материала, нанося метки, согласно рисункам 2.1.1. а, 2.1.1. б.

Неровноту по воздухопроницаемости характеризуют коэффициентом вариации K_b , % по длине, ширине и площади, вычисляемым по формуле:

$$K_b = S / \bar{x} * 100,$$

где S - среднеквадратичное отклонение, г, определяемое по формуле:

$$S = \sqrt{\sum((x_i - \bar{x})^2)/(n-1)},$$

где x_i - масса i -й пробы, г;

$(x_i - \bar{x})$ - отклонение каждого i -го результата взвешивания от среднеарифметического значения, г;

n - общее число проб;

\bar{x} - среднеарифметическое значение результатов взвешивания проб, г, вычисляемое по формуле: $\bar{x} = \sum x_i/n$.

По результатам измерения массы проб возможно, при необходимости, оценить поперечную неоднородность полотна, критерием которой является коэффициент вариации по ширине (рисунок 2.1.1 а).

Важной характеристикой нетканых материалов является толщина материала. Определение этой характеристики проводят методом, указанным в ГОСТе 12023-2003 (ИСО 5084) «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины». Этот метод предусматривает возможность определения толщины нетканых полотен и пакетов одежды, выработанных из волокон и нитей всех видов. Метод основан на измерении расстояния между площадкой, на которой находится образец, и параллельной измерительной площадкой (расстояние по вертикали), через которую осуществляется давление на образец в продолжение определенного времени.

В стандарте указано, что измерения проводят равномерно по всей поверхности образца или по диагонали от края не менее 10% ширины полотна. Пробы материала должны выдерживаться в определенных климатических условиях не менее 24 часов.

Для удовлетворения специфических требований к нетканым полотнам в стандарт ИСО 9073-2 «Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик» включено Приложение А, где перечислены требования, альтернативные требованиям стандарта ИСО 5084 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины», в частности, уточнена другая процедура отбора проб, включены данные по значениям давления, при котором

испытывают плоские и объемные нетканые полотна, указаны специфическое значение площади и размера нажимной пластины, а также указывается, что испытание проводят при более коротком времени для снятия показания датчика.

Согласно Приложению А ГОСТа 15902.2-2003 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины» толщина - это расстояние между лицевой и изнаночной сторонами полотна, измеренное как расстояние между опорной базисной пластиной, на которой лежит полотно, и параллельной нажимной пластиной, которая оказывает давление на нетканое полотно.

Измерение толщины нетканого полотна заключается в измерении расстояния между опорной пластиной, на которой лежит нетканое полотно, и параллельной нажимной пластиной, которая оказывает заданное давление на испытываемую площадь.

В стандарте указано, что для нетканого полотна, сжимаемого на 20 % и более, проведение опытов по определению толщины полотна следует проводить в условиях, когда приложенное давление при проведении замеров изменяется от 0,1 до 0,5 кПа.

Для испытания плоских нетканых полотен используют аппаратуру, в которой предусмотрена установка двух круглых горизонтальных пластин, закрепленных на стенде с верхней нажимной пластиной, которая имеет площадь 2500 мм², и опорной пластиной с плоской поверхностью диаметром большим (не менее 50 мм), чем диаметр нажимной пластины. Измерительное устройство имеет шкалу с ценой деления 0,01 мм.

Для объемных нетканых полотен максимальной толщиной 20 мм используют испытательное устройство для объемных нетканых полотен максимальной толщиной 20 мм.

Схема устройства для испытания объемных нетканых полотен максимальной толщиной 20 мм приведена на рис. 2.1.2. Образец располагается на вертикальной опорной пластине площадью 1000 мм², нажимная пластина

имеет площадь 2500 мм^2 , испытуемый образец подвешивается вертикально между пластинами.

Балансирный груз для создания измерительного давления $0,02 \text{ кПа}$ имеет массу $2,05 \pm 0,05 \text{ г}$. При нахождении груза в определенном положении обеспечивает размыкание контактов и выключение контрольной лампочки. В замкнутом положении происходит включение электрической лампочки. Винт 6 вызывает смещение нажимной пластины влево, что приводит к прижатию пробы к опорной пластине при одновременно возрастающем давлении. Это длится до тех пор, пока не происходит превышение силы давления балансирного груза, что фиксируется сигнальной лампочкой.

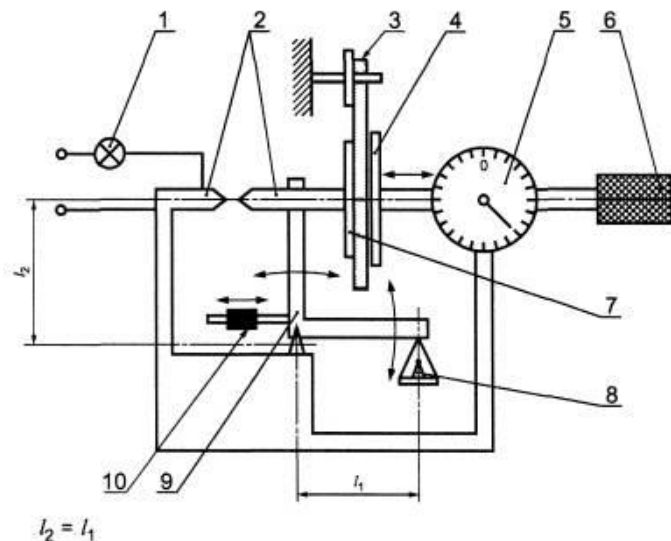


Рисунок 2.1.2 Испытательное устройство для объемных нетканых полотен максимальной толщиной 20 мм:

1 - лампочка; 2 - контакты; 3 - проба; 4 - нажимная пластина; 5 - измерительное устройство с крупной шкалой; 6 - винт; 7 - опорная пластина; 8 - балансирный груз; 9 - коленчатый рычаг; 10 - балансирный противовес

Измерительное устройство устройства для измерения расстояния в миллиметрах между опорной и нажимной пластинами имеет круглую шкалу, соответствующей толщине испытуемой пробы при приложенном давлении.

Для измерения объемных нетканых полотен толщиной более 20 мм используют устройство для объемных нетканых полотен толщиной более 20 мм

(рис. 2.1.3). Устройство имеет горизонтальную квадратную опорную плиту размером 300x300 мм с гладкой поверхностью. В середине плиты с одной стороны установлена вертикальная линейка М, градуированная в миллиметрах, на которой помещен горизонтальный измерительный стержень В, перемещаемый в вертикальном направлении. Стержень имеет регулируемый вертикальный щуп Т на расстоянии 100 мм от вертикальной линейки.

Вертикальный щуп Т во время проведения испытания должен находиться над центром измерительной пластины Р, чтобы исключить контакт с линейкой. Квадратную измерительную пластину изготавливают из стекла толщиной 0,7 мм, пластина массой 82 ± 2 г имеет размеры $(200 \pm 0,2) \times (200 \pm 0,2)$ мм.

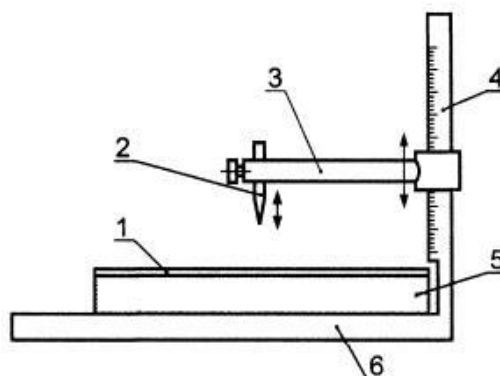


Рисунок 2.1.3 Испытательное устройство для объемных нетканых полотен толщиной более 20мм:

1 - измерительная пластина; 2 - вертикальный щуп; 3 - измерительный стержень; 4 - вертикальная линейка; 5 - проба; 6 - опорная плита

Воздухопроницаемость определяет пористость и объемность нетканых утеплителей, благодаря которым обеспечивается циркуляцию воздуха в пододежном пространстве и, соответственно, комфортность одежды. Высокая воздухопроницаемость пакета теплозащитной одежды создает дискомфорт, поэтому для снижения воздухопроницаемости в теплозащитные пакеты практически всегда вводят ветрозащитные прокладки в виде дополнительного слоя. Нормальная воздухопроницаемость пакета одежды обеспечивает удаление

испарений и исключает накопление пота. Основные типы и виды нетканых утеплителей имеют воздухопроницаемость более $1000 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Воздухопроницаемость полотна определяют согласно ГОСТ 12088 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости» или по ГОСТ Р ИСО 9237-99 «Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости»

Воздухопроницаемость нетканых материалов оценивается как скорость воздушного потока, проходящего перпендикулярно через пробу материала при заданных значениях площади испытуемой точечной пробы, перепада давления и промежутка времени. Повышение плотности полотна при неизменности всех других параметров, приводит к снижению воздухопроницаемости. При испытаниях по этому методу увеличение перепада давления приводит к росту показателя воздухопроницаемости.

Для определения воздухопроницаемости материалов используют несколько приборов. Согласно ГОСТу 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости» испытание воздухопроницаемости можно проводить на приборах марок ВПТМ-2 (рис. 2.1.4), АТЛ-2 (FF-12) или УПВ-2. Определение воздухопроницаемости основано на проведении принудительного пропускания воздуха через ткань определенной площади, для чего на поверхности испытуемого материала создается перепад давления воздуха, который фиксируется манометром. Объем воздуха, проходящего через образец и рабочую камеру, измеряют счетчиком или ротаметром.

Испытания на приборе УПВ-2 (рис. 2.1.5) проводят при перепаде давления от 0 до 15 мм вод. ст. благодаря наличию сменных столиков, а площадь испытуемой ткани может быть 100, 50, 20, 10, 5 и 2 см², время 50 секунд. Число испытаний в разных местах образца по диагонали равно 10. Результат рассчитывают как среднее арифметическое, округляя до $0,1 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Прибор УПВ-2 позволяет испытывать материалы при разных перепадах давления.

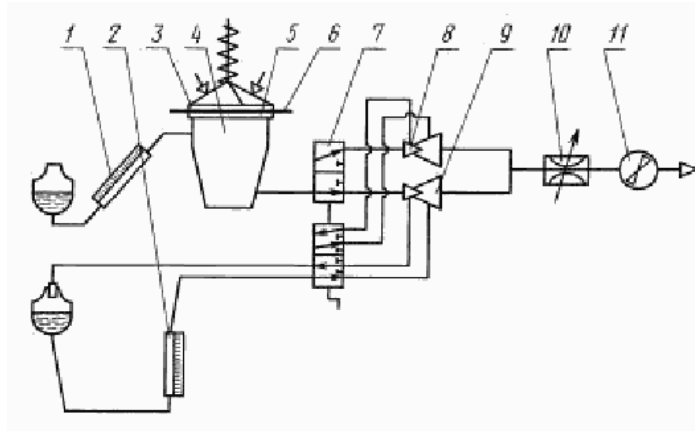


Рисунок 2.1.4 Схема прибора ВПТМ-2. 1 - индикатор разряжения, 2 - дифференциальный манометр, 3 - прижимное кольцо, 4 - камера разрежения, 5 - сменный столик, 6 - испытуемый образец, 7 - переключатель трубок Вентури, 8; 9 - расходомеры воздуха (трубки Вентури), 10 - дроссель, 11 - электродвигатель с вентилятором.

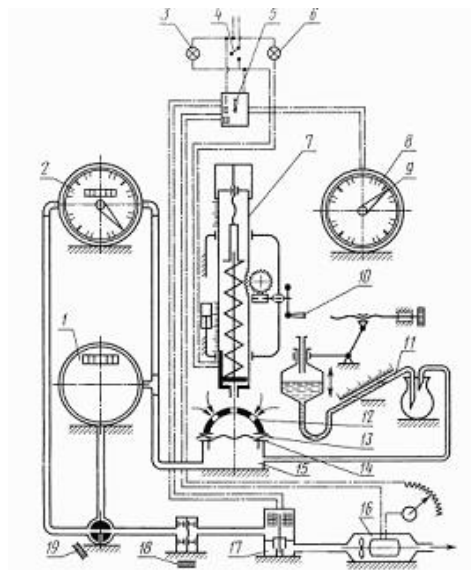


Рисунок 2.1.5 Схема прибора УПВ-2. 1 - счетчик для измерения большого расхода воздуха, 2 - счетчик для измерения малого расхода воздуха, 3; 6 - сигнальные лампочки, 4 - тумблер, 5 - ручка переключателя, 7 - нагрузочное приспособление, 8 - часы, 9 - стрелки часов, 10 - маховик, 11 - микроманометр, 12 - прижимное кольцо, 13 - проба материала, 14 - столик, 15 - камера разряжения, 16 - электродвигатель, 17 - вентилятор, 18 - дроссель, 19 - переключатель.

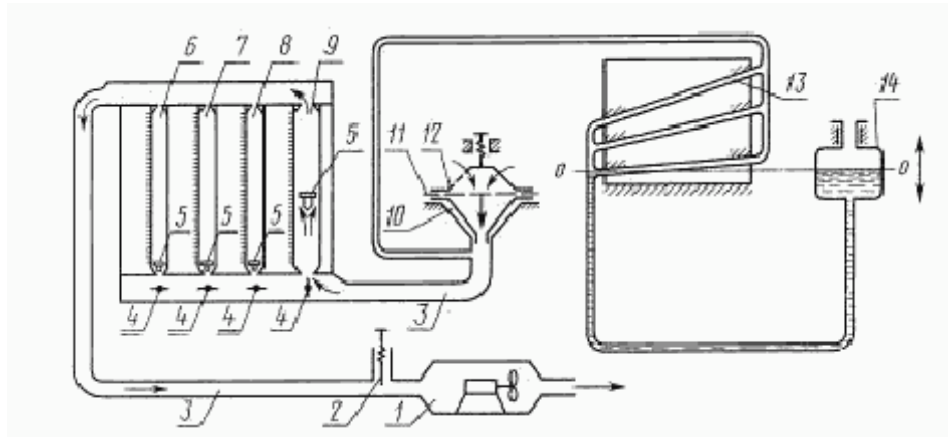


Рисунок 2.1.6 Схема прибора ATL-2 (FF-12). 1 - электровентиль, 2 - игольчатый клапан, 3 - соединительные трубы, 4 - рукоятки ротаметров, 5 - поплавков ротаметра, 6: 7; 8; 9 - ротаметры, 10 - сменный столик, 11 - проба, 12 - прижимное кольцо, 13 - микроманометр, 14 - сосуд с дистиллированной водой.

В последнее время для измерения воздухопроницаемости используют электронный прибор Air Permeability Tester SDL Atlas [52] или прибор MO21A [53].



Рисунок 2.1.7 Общий вид прибора MO21A

Прибор MO21A позволяет устанавливать нужное давление для испытаний, площадь испытания и диапазон скорости протекания воздуха за счет изменения диаметра отверстия. Испытуемый образец помещают на рабочую поверхность

прибора, закрепляют образец с помощью прижимного рычага, с помощью вакуумного насоса втягивается воздух через измерительную головку.

На приборе MO21A устанавливается предварительно заданное давление в течение нескольких секунд, а воздухопроницаемость испытуемого образца фиксируется на дисплее прибора в соответствующей системе единиц измерения. Для освобождения образца прижимают ручку рычага во второй раз, при этом вакуумный насос выключается.

2.2. Методы испытаний волокон, способы их ориентации и расположения в утеплителях

Определение структурных характеристик нетканых материалов необходимо проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 15902.2-2003 (ИСО 9073-2; 1995) «Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик». Указанный ГОСТ распространяется на нетканые полотна различных способов производства волокон всех видов. Часть методов определения структурных характеристик, изложенных в этом стандарте, применимо только для материалов в виде тканей, в частности, для вязально-прошивного полотна.

Формирование теплозащитных свойств обусловлено в основном макроструктурой пористого материала, которая определяется технологическими параметрами процесса производства нетканых утеплителей. В соответствии с вышеуказанным ГОСТом для оценки структуры синтетических волокнистых нетканых материалов, применяемых как утеплители, проверяют толщину полотна, определяют объемную плотность материала, определяют пористость полотна, определяют неровность материала по массе и по воздухопроницаемости. В зависимости от используемой технологии, нетканые материалы могут состоять из механически, термически или химически связанных узлов, сегментов волокон, ориентированных в трех измерениях [54].

Нетканые синтетические утеплители имеют открытую типа паутины структуру, которую на следующих технологических переделах уплотняют или изменяют ее структуру в направлении формирования более равномерной пористости.

Исследования микроструктуры нетканых синтетических полотен утеплителей проводят путем сканирования поверхности образцов с помощью электронного микроскопа. Такие исследования необходимы при отработке технологических режимов производства нетканых материалов с определенным содержанием и размером пор, и имеющих заданный комплекс физико-механических характеристик.

Характерной особенностью одного из наиболее широко используемого в качестве утепляющего слоя при конструировании теплозащитных пакетов, материала марки Холлофайбер, производимому аэродинамическим методом, является то, что волокна в нем располагаются в разных направлениях. Такое расположение волокон обеспечивает равномерность структуры по толщине и массе, что позволяет получать структуры с изотропными свойствами. Применение способа термического скрепления и одностороннего либо двухстороннего каландрирования обеспечивает получение утеплителя с высокой прочностью. На рис. 2.2.1 - 2.2.3 приведены некоторые типичные схемы ориентации волокон в синтетических утеплителях.

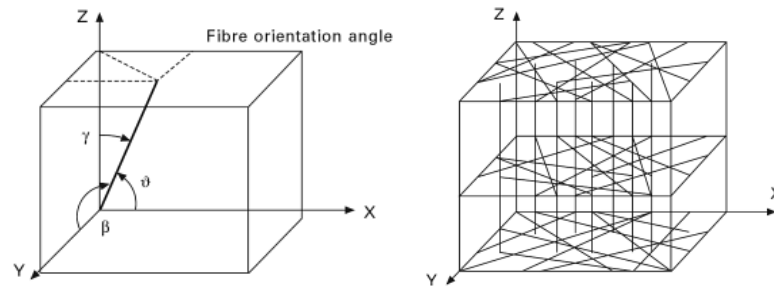


Рисунок 2.2.1 Схемы ориентации волокон в нетканых утеплителях [55]

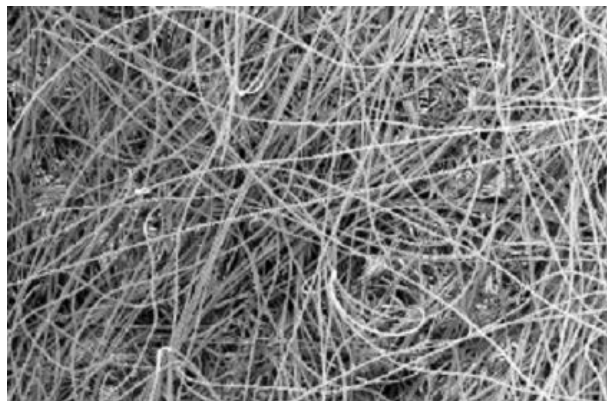


Рисунок 2.2.2 Полипропиленовый нетканый материал, получаемый термоскреплением [56]

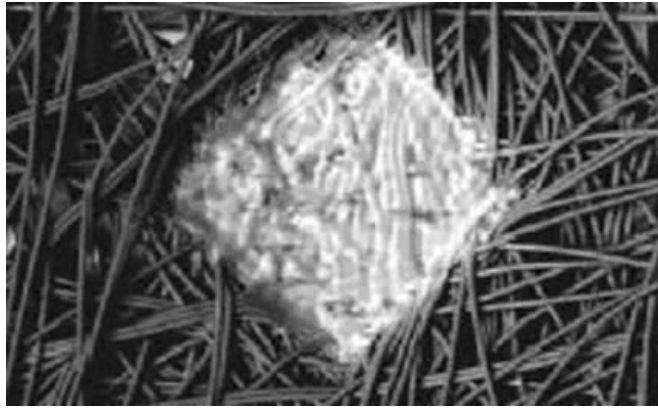


Рисунок 2.2.3 Микрофотография нетканого материала, скрепленного термообработкой (с выплавкой полимера) [57, 58]

Для измерения объема и диаметра пор в нетканых волокнистых материалах применяют метод жидкостной экструзионной порометрии [59]. Исследование объема пор в нетканых материалах показало, что поры в нетканых синтетических материалах имеют нормальное распределение (рис. 2.2.4а), а применение давления при формовании полотна приводит к снижению диаметра пор (рис. 2.2.4б).

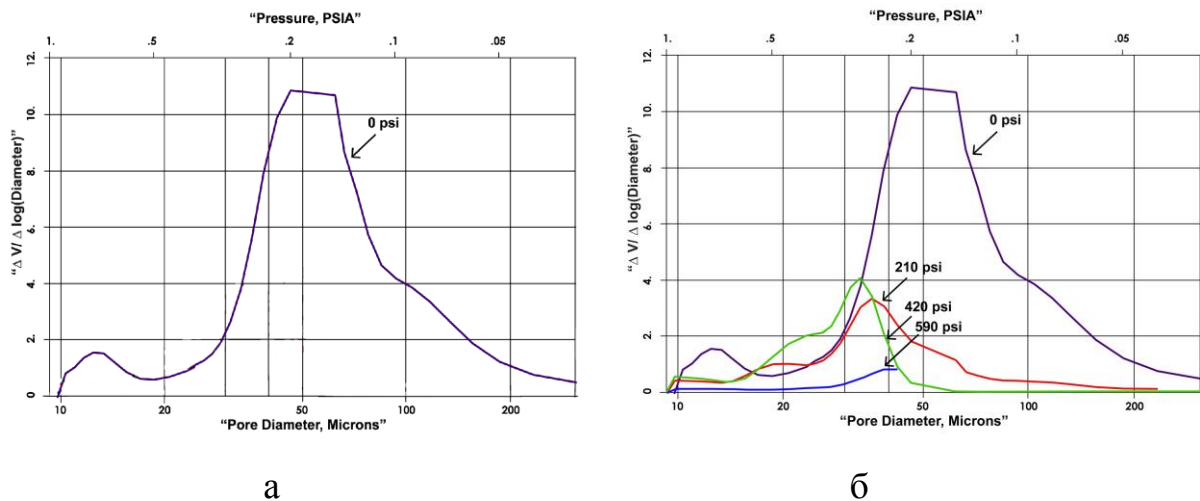


Рисунок 2.2.4 Зависимость размер пор - объемное содержание пор

2.3. Методы испытаний физико-механических свойств утеплителей и пакетов одежды

Для характеристики прочностных свойств нетканых материалов используют методы определения прочности, изложенные в ГОСТе 15902.3 «Полотна нетканые. Методы определения прочности». Стандарт распространяется на нетканые полотна различных способов производства из волокон всех видов и устанавливает методы определения:

- разрывной нагрузки и удлинения при разрыве;
- прочности при расслаивании;
- прочности при раздирании;
- прочности закрепления волокон.

Испытания нетканых материалов на прочность также должно проводиться в климатических условиях, соответствующих требованиям ГОСТ 10681-75 «Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения».

Испытания проводят на разрывной машине. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве проводят на разрывных машинах с постоянной скоростью деформации и постоянной скоростью возрастания нагрузки, что может обеспечиваться постоянной скоростью опускания нижнего зажима разрывной машины. Расстояние между зажимами разрывной машины должно быть 100 ± 1 мм при ширине пробы 50 мм. Принципиальная схема разрывной машины приведена на рис. 2.3.1.

Скорость и время опускания нижнего зажима разрывной машины устанавливаем в зависимости от величины возможного удлинения нетканого полотна при приложении нагрузки:

- 30 секунд - для нетканых полотен с удлинением менее 150 %;
- 60 секунд - для нетканых полотен с удлинением 150 % и более.

Относительная погрешность показаний разрывной нагрузки должна быть $\pm 1\%$ от измеряемой величины, а погрешность показаний шкалы при определении разрывного удлинения ± 1 мм.

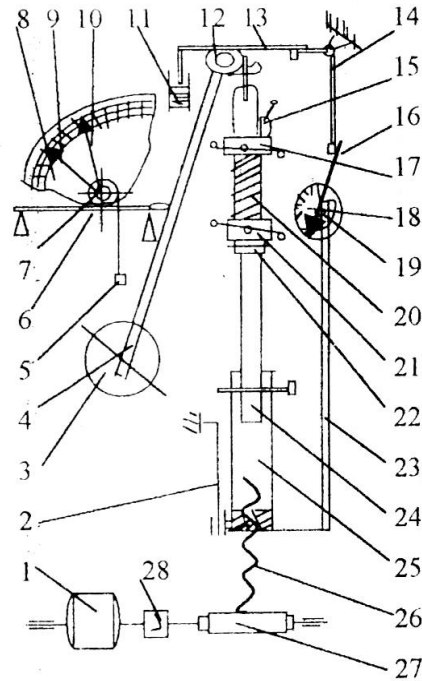


Рисунок 2.3.1 Принципиальная схема разрывной машины.

1 - электродвигатель, 2 - направляющая; 3 - груз; 4 - маятник, 5 - ведущая стрелка; 6, 23 - зубчатая рейка; 7, 19 - зубчатое колесо; 8 - шкала; 9 - ведущая стрелка; 10 - контрольная стрелка; 11 - амортизатор; 12 - грузовой рычаг; 13, 14 - корректирующее устройство; 15, 24, 25 - шток; 16 - стрелка-указатель; 17 - верхний зажим; 18 - шкала; 20 - образец; 21 - нижний зажим; 22, 26 - винт; 27 - редуктор

При испытаниях образец заправляют в зажимы разрывной машины, таким образом, чтобы один конец проходил в верхний зажим, таким образом, а края образца касались однозначных делений. После чего слегка зажимают зажим. Затем другой конец пробы заправляют в нижний зажим и дают предварительную нагрузку.

Нагрузка предварительная при закреплении образцов в зажимы разрывной машины установлена в соответствии с характеристикой поверхностной плотности полотен (табл. 2.3.1).

Зависимость предварительной нагрузки от характеристики испытуемого материала

Поверхностная плотность полотна, г/см ²	Предварительная нагрузка, Н (кг)
До 200	49 (50)
От 200 до 500	98 (100)
Св. 500	490 (500)

После закрепления образца в испытательной машине верхний зажим ослабляют и, под действием груза механизма предварительного натяжения, образец немного опускается, после чего его прочно зажимают верхним и нижним зажимами. Для клееных и термоскрепленных полотен заправку образцов в разрывную машину проводим без груза предварительного натяжения.

При разрыве образца фиксацию значений разрывной нагрузки проводим при максимальной силе, измеренной при испытании на растяжение до разрыва, что учитывает особенности структуры нетканых синтетических полотен.

Абсолютное разрывное удлинение l_p , мм - это приращение длины пробы к моменту разрыва. Определяется по шкале удлинения разрывной машины, а также рассчитывается по формуле:

$$l_p = L_1 - L_0,$$

где L_1 - длина пробы в момент разрыва, мм;

L_0 - начальная длина пробы, мм.

Относительное разрывное удлинение, ε_p , рассчитывают как отношение абсолютного разрывного удлинения к начальной (зажимной) длине пробы материала в %:

$$\varepsilon_p = 100 l_p / L_0.$$

Напряжение при разрыве σ_p , рассчитывают как отношение усилия при разрыве к площади поперечного сечения пробы:

$$\sigma_p = P_p / S,$$

где P_p - усилие при разрыве, сН;

S - площадь поперечного сечения нити, мм.

Так как текстильные материалы имеют пористую структуру, то площадь поперечного сечения определяют расчетным путем исходя из массы, объемной массы и объема пробы:

$$S = m / L \cdot \delta, \quad \sigma_p = P_p \cdot L \delta / m, \quad \delta = M_s \cdot 10^{-3} / b,$$

где m - масса рабочего участка пробы, г;

L - длина рабочего участка пробы, мм;

δ - объемная масса материала, г/см³;

b - толщина материала, см;

M_s - поверхностная плотность материала, г/м.

Относительная разрывная нагрузка, P_o , Н·м/г, определяется как отношение абсолютного усилия при разрыве к поверхностной плотности материала и ширине пробы (B , м): $P_o = P_p / M_s \cdot B$.

При растяжении материалов затрачивается определенная работа, которая расходуется на преодоление энергии связей в материале. Пользуясь диаграммой растяжения, можно рассчитать работу разрыва.

Работу разрыва (R) в Н*см (или кгс*м) определяют по кривой «нагрузка-удлинение» методом планиметрирования площади каждой кривой на участке от нулевой точки до разрывной нагрузки или вычисляют по формуле: $R = \eta \cdot P \cdot l$,

где η - коэффициент полноты диаграммы, т.е. отношение рабочей части диаграммы к полной площади диаграммы;

P - разрывная нагрузка элементарной пробы, Н (кгс);

l - удлинение при разрыве, см.

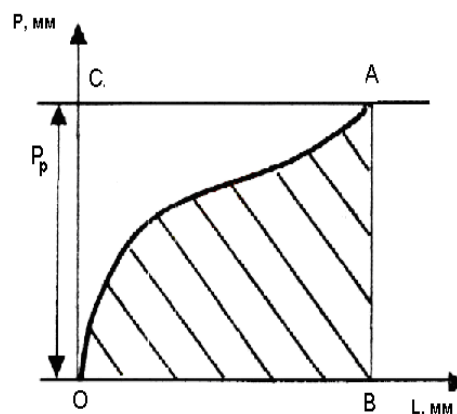


Рисунок 2.3.2 Диаграмма нагрузка-удлинение

Определение прочности при расслаивании проводят на разрывной машине типа РМ-3, имеющей систему постоянной скорости движения нижнего зажима. Прочность при расслаивании определяют только на тех утеплителях, которые получают с применением операции склеивания отдельных слоев, и имеющих часто зоны скрепления слоев связующим веществом из-за технологических сложностей равномерного распределения клеящего компонента.

При испытании на каждом образце по длине размечают четыре участка, первый участок - длиной 25 мм, второй участок - 50 мм, третий участок - 100 мм, четвертый участок - 25 мм (рис. 2.3.3). На третьем участке размечают 10 точек, расположенных по длине элементарной пробы на расстоянии 10 мм одна от другой. Первый и второй участки элементарной пробы расслаивают вручную.



Рисунок 2.3.3 Схема разметки образца для испытаний

Образец закрепляют в зажимах разрывной машины. Расслаивание элементарных проб производят до конца третьего участка. Показатели нагрузки при расслаивании каждой элементарной пробы снимают со шкалы прибора по 10 точкам последовательного расслаивания третьего участка.

Прочность при расслаивании (P_0) на 1 см ширины пробы в Н/см (г/см) вычисляют по формуле:

$$P_0 = P/1,5,$$

где P - средняя нагрузка, Н (г);

1,5 - ширина образца, см.

Определение прочности при раздирании проводят также на разрывной машине. Прочность материала при раздирании характеризует надежность материалов при эксплуатации изделий под действием усилий, сосредоточенных на малом участке, когда усилия приходятся на одиночные нити или группы нитей. Прочность при раздирании характеризуется величиной усилия, необходимого

для разрушения системы нитей, перпендикулярно направлению действующей силы.

На образцах по длине размечают четыре участка (рис. 2.3.4), первый участок - длиной 50 мм, второй участок - 50 мм, третий участок - 50 мм, четвертый участок - 50 мм.

На образцах делают продольный надрез по средней линии до третьего участка для получения двух «язычков».

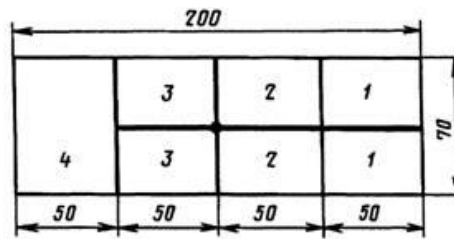


Рисунок 2.3.4 Схема разметки образца для испытания на прочность при раздирании

Прочность на раздирание рассчитывают как величину усилий, прилагаемых в направлении перпендикулярном направлению действующей силе при разрушении полотна. Поскольку процесс раздирания происходит во времени, то принято оценивать прочность на раздирание по максимальному усилию раздирания. Раздирающей нагрузкой считают показание прибора после окончания процесса раздирания. За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов всех испытаний одного направления по определению раздирающей нагрузки в ньютонах (кгс) с точностью до второго десятичного знака, округляя до первого десятичного знака.

Определение прочности закрепления волокон проводят на разрывной машине типа РМ-3 с постоянной скоростью движения нижнего зажима с установкой приспособления для захвата пучка волокон (рис. 2.3.5). Скорость опускания нижнего зажима разрывной машины равна 110 мм/мин.

Готовят образец, у которого подсчитывают число волокон в пучке с помощью лупы. Из образца вырезают 20 элементарных проб размером 50х50 мм. Общее число испытаний - 20.

Пробу перегибают по диагонали вокруг планки приспособления и закрепляют в тисках, затем пробу вместе с планкой зажимают в тиски приспособления.

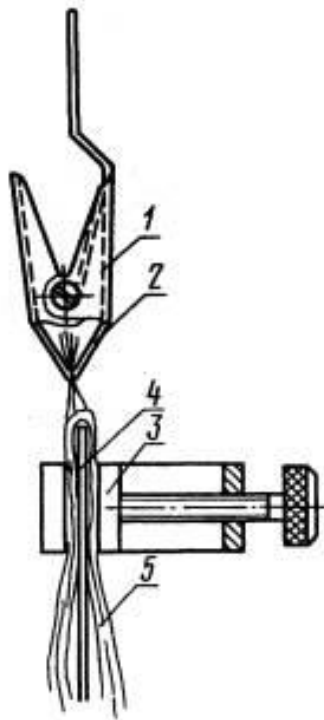


Рисунок 2.3.5 Приспособление для захвата пучков волокон. 1 - верхний зажим; 2 - губки верхнего зажима; 3 - тиски; 4 - планка; 5 – проба

Прочностью закрепления пучков волокон считают показание шкалы прибора в момент полного вытаскивания волокон из структуры полотна.

Прочность закрепления одиночного волокна (P_B) вычисляют в сантиньютонах по формуле:

$$P_B = P_{\Pi} / n$$

где P_{Π} - прочность закрепления пучка волокон, сН (гс);

n - число волокон в пучке.

Так как разрушение по линии раздираания происходит последовательно, часто в качестве характеристики используют максимальное усилие раздираания.

При проектировании технологии изготовления новых марок нетканых материалов и решении задач выбора нетканых материалов с определенным комплексом физико-механических характеристик и когда необходимо

прогнозировать характеристики материала или оптимизировать технологические параметры процесса изготовления, используют модели. Авторы [60] считают, что приведенный в работе [61] обзор методов проектирования волокнистых материалов не позволяет четко описать свойства будущего материала, причиной этого являются сложности, обусловленные вероятностным распределением структурных составляющих нетканых материалов и применение принципиально различных технологий производства и, соответственно, разные физико-механические свойства исходных волокон.

Решение задачи прогнозирования разрывной нагрузки нетканых материалов предлагается проводить с использованием метода конечных элементов, разработанным и использованным ранее [62] при разработке модели процесса сжатия волокнистых материалов, кроме того при разработке модели приняты упрощающие допущения.

Так использована модель, согласно которой волокна, образующие нетканый материал, считаются или распряmlенными, или изогнутыми слегка, что близко к определению нетканых материалов, согласно которому волокна в нем распределены случайным образом.

Результаты предложенного способа моделирования опробовано при сравнительном исследовании разрывной нагрузки нетканого материала марки Холлофайбер.

Компьютерная модель внешнего вида и формы единичных волокон марки Холлофайбер представлена на рис. 2.3.6.

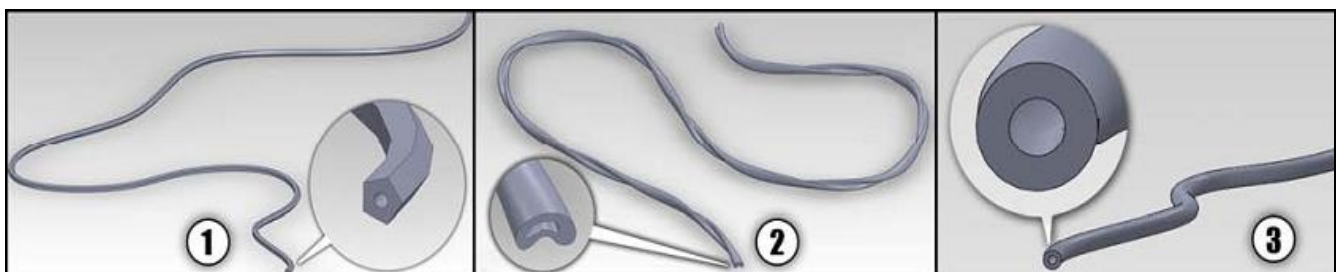


Рисунок 2.3.6 Примеры моделирования элементарных волокон. 1 - лен, 2 - хлопок, 3 - волокно Холлафайбер

Геометрическая структура материала, полученная на основании модельных расчетов (рис. 2.3.7.а) близка к структуре реального образца материала Холлофайбер софт Р 5190 (рис. 2.3.7.б). На базе созданной геометрической модели проведены расчеты разрывной нагрузки для нескольких марок Холлофайбера, различающихся поверхностной плотностью.

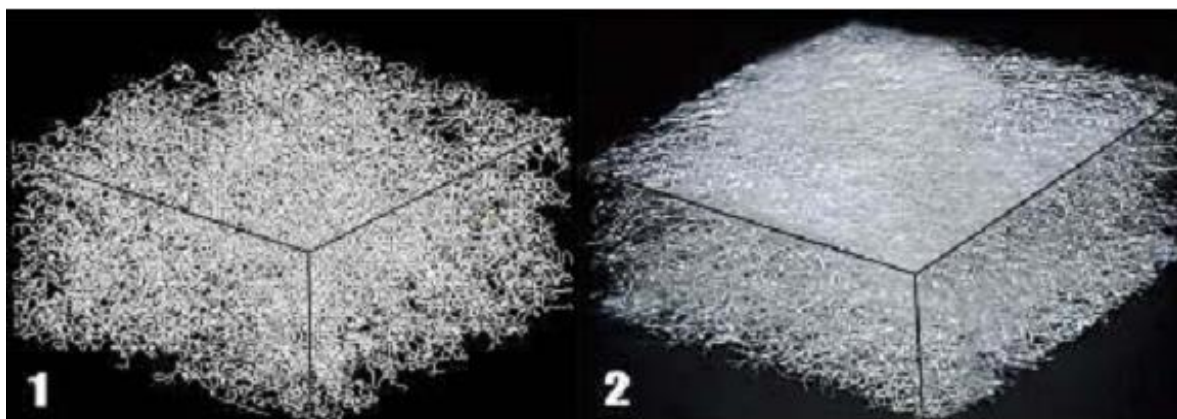
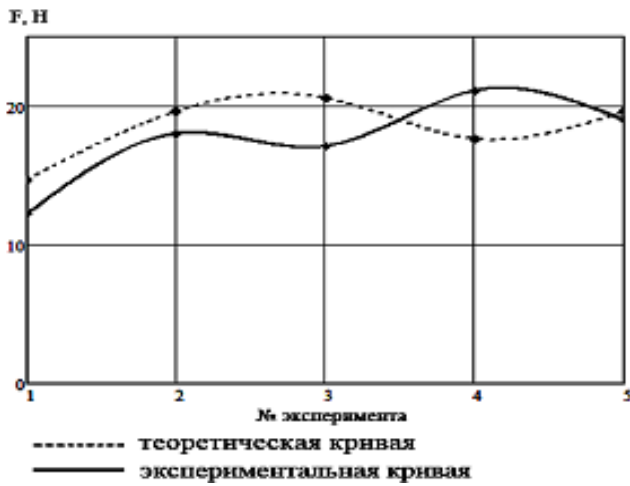
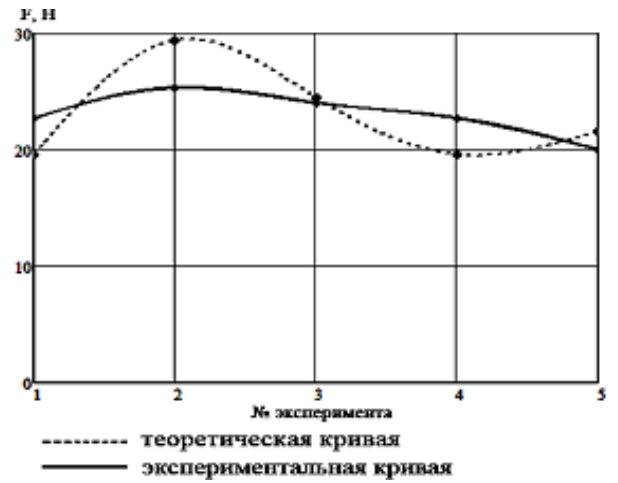


Рисунок 2.3.7 Геометрическая структура модельного и реального образца нетканого материала

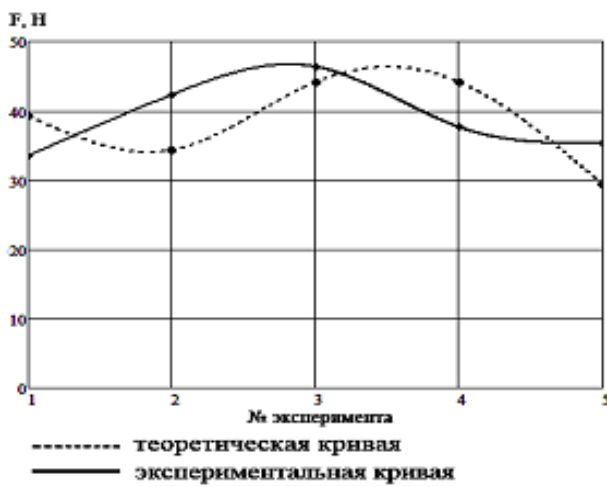
Расчетные значения прочности и экспериментально определенные на машине РТ-250 значения разрывной нагрузки образцов материалов Холлофайбер софт Р 5190, Холлофайбер медиум Р 173, Холлофайбер хард Р 274 и Холлофайбер хард Р 205 (рис. 2.3.8) показали достаточную сходимость расчетных и экспериментальных результатов предельной разрывной нагрузки (14 %).



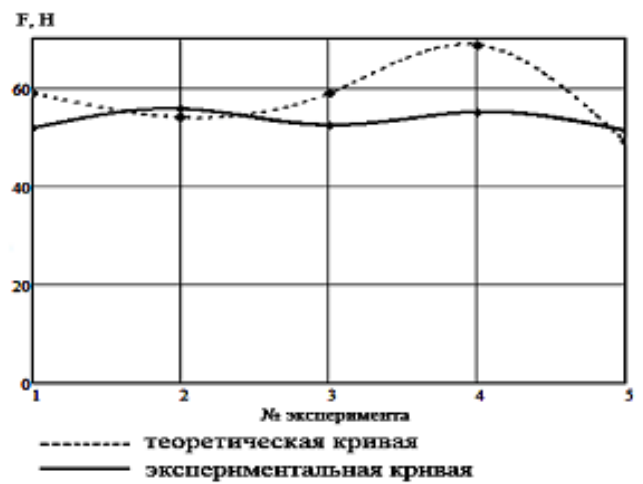
а



б



в



г

Рисунок 2.3.8 Расчетные и экспериментальные значения разрывной нагрузки нетканых утеплителей марки Холлофайбер софт Р 5190 - а, Холлофайбер медиум Р 173 - б, Холлофайбер хард Р 274 - в и Холлофайбер хард Р 205 - г.

2.4. Теплофизические характеристики утеплителей и методы их оценки

Теплозащитные свойства являются одной из важнейших характеристик утеплителей, предназначенных в качестве теплоизоляционных прокладок в одежде. Теплозащитные свойства характеризуются суммарным тепловым сопротивлением (R) и теплопроводностью (λ). Показатели суммарного теплового сопротивления пакета материалов приведены в соответствии с ГОСТ Р 12.4.236-2011 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования». Они должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

Тепловое сопротивление одежды для разных климатических поясов РФ при воздухопроницаемости материала верха не более $40 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$

Классификация	Климатический пояс	Температура зимних месяцев, °С	$R \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$, не менее***
4	особый	-25	0,69
3	4	-41	0,80
2	3 (2)	-18	0,57
1	2...1	-10	0,50

*** - С увеличением воздухопроницаемости от 10 до 40 тепловое сопротивление возрастает для всех зон.

Согласно данным стандарта для особого климатического пояса диапазон теплового сопротивления одежды находится в диапазоне $0,669\text{-}0,823 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$.

Экспериментальное определение теплового сопротивления проводят путем определения остывания пластины прибора в заданном интервале перепадов температуры согласно требованиям ГОСТа 20489 «Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления». Определения теплового сопротивления этим методом можно проводить на тканях и на пакетах одежды. Исследуемые образцы перед испытаниями должны быть выдержаны

в условиях, установленных требованиями ГОСТа 10681 «Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения». Измерение проводят на специальном приборе ПТС-225 (рис. 2.4.1).

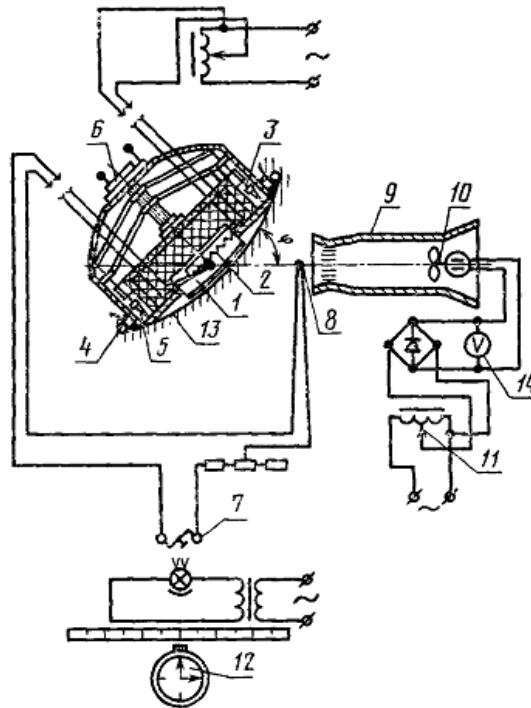


Рисунок 2.4.1 Схема прибора ПТС-225. 1 - пластина с электронагревателем; 2; 3 – корпус; 4, 5 - устройства для закрепления образца; 6 - механизм давления; 7 – гальванометр; 8 – термопара; 9, 10 - аэродинамическое устройство для создания ветра скоростью 5 м/с; 11, 12 - электрическая часть аэродинамического устройства; 13 – образец

Испытание проводится при постоянных значениях температуры окружающего воздуха и коэффициента теплоотдачи.

Суммарное тепловое сопротивление рассчитывают по формуле:

$$R = E / (\Phi * K * (m - B * E)) \text{ } ^\circ\text{C} * \text{м}^2 / \text{Вт},$$

где, Φ - фактор прибора;

B - поправка на рассеяние теплового потока в приборе, с^{-1} ;

E - коэффициент, учитывающий теплоемкость пластины и испытуемого образца. E рассчитывают по формуле:

$$E = 3C_1 / (3C_1 + C_2),$$

где: C_1, C_2 - теплоемкость пластины и пробы, соответственно, Дж/град.

При испытании нетканых полотен и пакетов одежды необходимо учитывать толщину образцов.

В настоящее время для испытания суммарного теплового сопротивления одежды применяются приборы, также основанные на методе измерения времени остывания пластины прибора в заданном интервале перепадов температур между поверхностью пластины, изолированной материалом или пакетом, и окружающим воздухом. Например, прибор МТ-380 предназначен для работы в лабораториях предприятий и оснащен современными контрольными приборами, обеспечивающими соблюдение условий проведения испытаний и получение достоверной информации (рис. 2.4.2) при автоматическом режиме испытаний.



Рисунок 2.4.2 Общий вид прибора МТ-380

Прибор МТ-380 имеет камеру спокойного воздуха и систему принудительного обдува испытуемого образца. Фактор прибора Φ , Дж/ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$) - $41,868 \cdot 10^3$; теплоемкость пластины C_1 , Дж/°C - $1,721 \cdot 10^3$, поправка на рассеяние теплового потока в приборе B , с^{-1} - $0,777 \cdot 10^{-4}$.

Для исследования теплофизических показателей современных утеплителей в работе [63] предлагается использовать новый экспериментальный метод для оценки теплозащитных свойств одежды. Авторы предлагаемого метода исходят из того, что в основном параметры теплозащитной одежды проводят путем расчетов по формулам, включающим такие параметры, как коэффициенты

теплопроводности, теплообмена с окружающей средой, коэффициенты конвекции и лучистой теплопередачи.

Однако, учитывая постоянное появление новых материалов, участвующих в создании теплоизоляционных пакетов одежды, точные параметры теплофизических свойств еще не уточнены, а испытательные лаборатории не оснащены всем нужным набором испытательного оборудования, не всегда расчеты дают достоверные сведения. В связи с этим для экспериментальной оценки показателей теплозащитных свойств был разработан биотехнический эмулятор теплообмена в системе человек - одежда - окружающая среда.

Разработанное устройство - эмулятор имеет электронный интерфейс и программное обеспечение, обеспечивающее автоматизацию эксперимента и обработки результатов. Биотехнический эмулятор (рис. 2.4.3) состоит из алюминиевого цилиндра, объем которого заполнен водой и измерительной системы. Эмулятор обеспечивает поддержание в рабочем объеме заданных значений температуры за счет импульсной подачи питания.

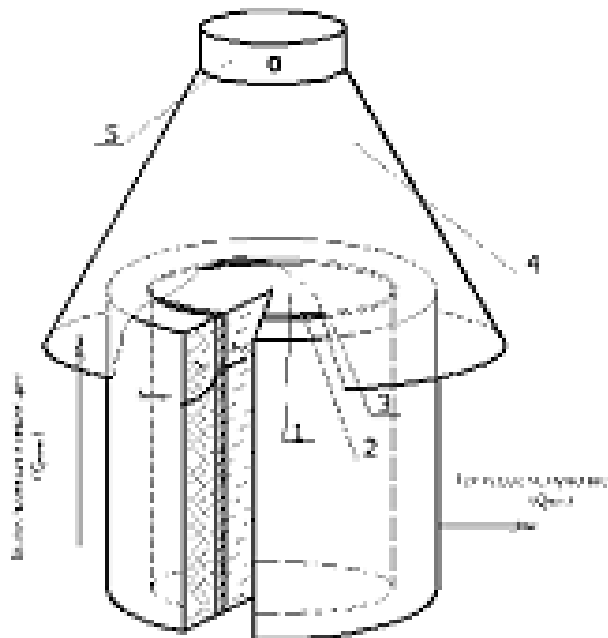


Рисунок 2.4.2 Биотехнический эмулятор. 1 - рабочий объем эмулятора, 2 - рабочая поверхность эмулятора, 3 - пакет одежды, 4 - измерительный конус, 5 - измерительное кольцо

При измерениях на поверхности эмулятора размещают слой нетканого материала - 2, а затем исследуемый пакет материалов в виде цилиндрической оболочки - 3. По параметрам ТЭНа рассчитывается величина тепловой энергии, а интенсивность теплопередачи через структуру пакета оценивают рассчитанным коэффициентом теплопроводности:

$$\lambda = Q \cdot l_n(d_2/d_1) / (2\pi \cdot l \cdot (t_1 - t_2)), \text{ где}$$

t_1 - температура поверхности эмулятора. t_2 - температура поверхности пакета, S - площадь поверхности пакета, d_1 и d_2 - внутренний и внешний диаметры пакета.

Исследование теплового сопротивления используемых в настоящее время в России марок утеплителей было проведено для пакетов с материалом верхнего слоя с разной воздухопроницаемостью (10, 20, 30 и 40 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$). Сравнивали ватин, синтепон, Термофинн и Холлофайбер. Результаты эксперимента показали, что для исследованных климатических зон IA, IB (IV), II (III), III (II) ватин имеет наименьшее тепловое сопротивление, но при этом плотность этого материала выше плотности синтетических утеплителей почти в 3 раза. Из синтетических утеплителей лучшими теплозащитными свойствами обладает Холлафайбер.

2.5. Оценка миграции волокон из структуры пакетов одежды

Оценка такого параметра нетканых утеплителей, как степень миграции волокон является одним из важнейших испытаний нетканых утеплителей, применяемых для специальной одежды [64].

Этот показатель характеризует качество нетканых утеплителей и характеризует способность вылезания волокон из структуры наружу, что сопровождается последующим их проникновением сквозь ткань верха и подкладку теплоизолирующего пакета. Миграция волокон утеплителей характерна как для натуральных волокон, так и для утеплителей из искусственных волокон. Миграция волокон проявляется только при носке (эксплуатации) одежды и считается скрытым дефектом.

В связи с широким использованием для теплозащитной одежды химических волокон изучению явления миграции посвящен ряд исследований [65]. Изучение процессов миграции волокон обусловлено необходимостью выбора типа и тканей верха и подкладки теплозащитных пакетов, т.е. структуры теплозащитного пакета одежды на стадии проектирования и постановки продукции на производство.

Исследование механизма миграции волокон из нетканых утеплителей показало, что явление миграции волокон зависит от многих факторов.

В работе [66] показано, что возникновение миграции волокон на различных типах и структурах пакета одежды (покровная ткань – подкладка - утеплитель) протекает в три следующие фазы:

1-я фаза заключается в ослаблении структуры элементов пакета одежды вследствие деформаций растяжения, сдвига, кручения, а также трения и истирания в процессе носки и эксплуатации. Кроме того от трения накопление статического электричества и происходит переориентация направления части волокон.

2-я фаза миграции волокон характеризуется появлением волокон на наружных поверхностях верха и подкладки и образованием торчащих на поверхности волокон.

3-я фаза миграции волокон состоит в механическом отрыве волокон (коротких или грубых (остевых) слабо закрепленных волокон и пуха) с поверхности ткани и их выпадении.

4-я фаза – это образование, так называемых пиллей, представляющих собой мелкие узелки или клубочки из мигрировавших волокон, которые образуются из расположенных близко друг к другу мигрировавших волокон, за счет их истирания.

5-я фаза – отрыв слабо закрепленных пиллей и образование новых пиллей.

Стадии миграции волокон наглядно представлены на рис. 2.5.1.

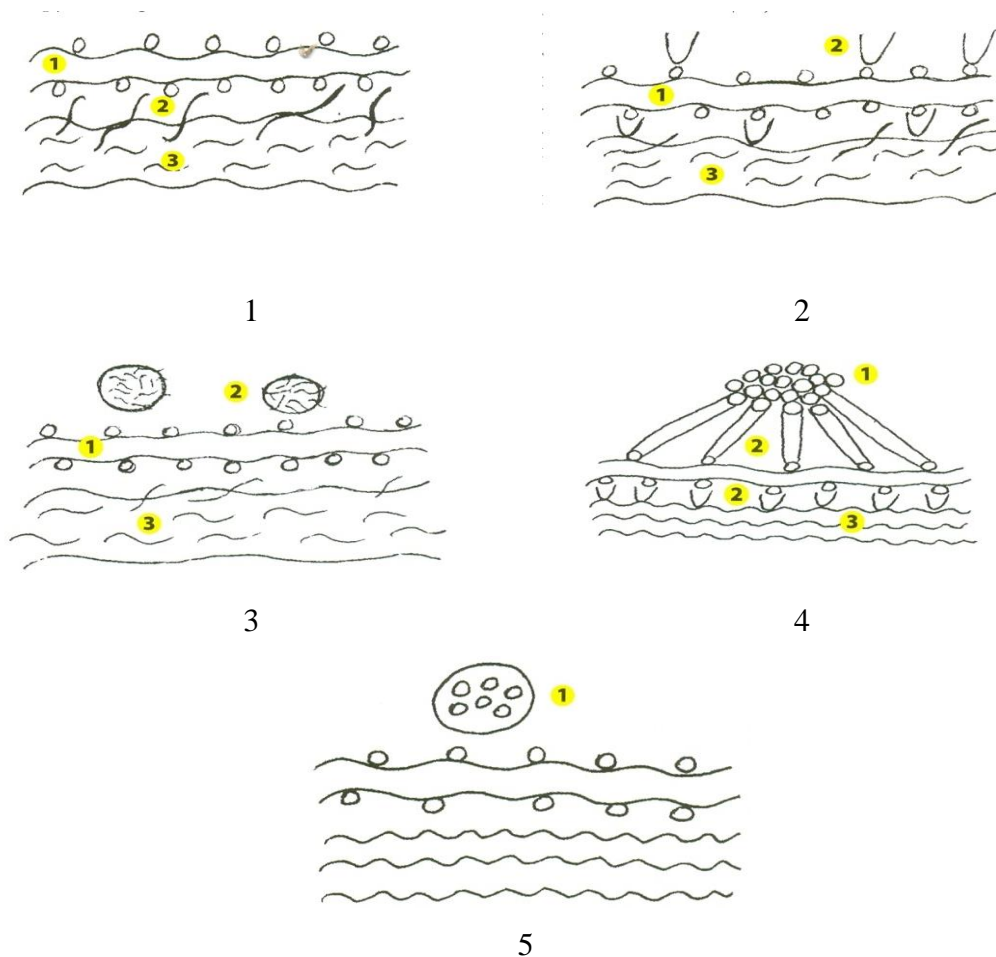


Рисунок 2.5.1 Стадии миграции волокон

Принято считать, что возникновению миграции волокон способствует несколько факторов. Во-первых, это относительная подвижность конструктивных слоев пакета при воздействии деформации, происходящей при носке одежды.

Во-вторых, трение между слоями пакета, приводящее к накоплению статического электричества. В-третьих, относительно свободное расположение волокон и наличие незакрепленных концов волокон в структуре нетканого материала.

Для нетканых волокнистых материалов природного и искусственного происхождения характерно присутствие волокон разного диаметра, и даже размера, легко проникающего сквозь ткани верха и подкладки. В случае пуховых наполнителей это могут быть остистые волокна, а для других материалов это волокна, толщина которых превышает средние показатели. Очевидно, что миграция волокон происходит практически всегда из-за недостаточной плотности тканей верха и подкладки, при которой поры в тканях превышают диаметр волокон.

Исследования в лаборатории НИИ нетканых материалов [67] показали, что миграции подвержены наиболее грубые, менее извитые и слабо закрепленные в структуре утеплителя волокна, а длинные (более 60 мм) и извитые волокна (с извитостью более 5 см^{-1}), прочнее удерживаются в структуре нетканого материала. Авторы считают, что причиной миграции является недостаточная прочность скрепления волокон.

Для достижения достаточной прочности скрепления волокон требуется проводить дополнительные операции, характер которых определяется составом волокнистых нетканых материалов и структурой пористой массы нетканого материала.

Как известно, основной стадией получения нетканых материалов является стадия скрепления волокнистой основы, получаемой механическим, аэродинамическим, гидравлическим, электростатическим или волокнообразующим способом. Скрепление нетканых материалов проводят химическим, механическим, и термическим (термоскреплением) способами.

При химическом или адгезионном скреплении происходит склеивание компонентов материала путем пропитки связующим компонентом, нанесение которого может быть сплошным или фрагментированным. При термическом скреплении в нетканый материал на стадии формования добавляют волокна

с более низкой температурой плавления. Механическое или фрикционное скрепление проводят иглопробивным или гидроструйным способом. Для синтетических нетканых утеплителей в основном применяют термический и химический способы, которые обеспечивают достаточно высокую прочность соединения компонентов материала в процессе его эксплуатации.

Испытания миграции волокон проводят по ГОСТ 26464-85 «Полотна нетканые. Метод определения миграции волокон». Сущность метода заключается в измерении количества или массы волокон, мигрировавших из утеплителя через заданную площадь испытуемого пакета одежды за единицу времени.

Испытания проводят на приборе ОИМ, который позволяет моделировать условия эксплуатации одежды путем воздействия на испытуемую пробу сложных деформаций, имитирующих условия носки одежды.

Схема прибора приведена на рис. 2.5.2. Измерения проводят на предварительно сформированном образце пакета с нетканым утеплителем. Образец закрепляют в зажим прибора и включают механизм, обеспечивающий многократные возвратно-поступательные движения образца. После испытаний мигрировавшие волокна собирают, взвешивают и рассчитывают коэффициент миграции через установленную площадь в единицу времени по формуле:

$$K_m = m_b * 10^{-6} / 1728 + m_n * 10^{-6} / 1728,$$

где: K_m - коэффициент миграции волокон по массе/количеству, кг(шт)/м²*с;

m_b - масса/количество мигрировавших волокон на ткань верха, кг(шт);

m_n - масса/количество мигрировавших волокон на подкладку, кг(шт);

1728 - коэффициент, равный произведению площади образца S на время испытания t ;

S - рабочая площадь образца $6 * 10^{-2}$ м²;

t - время испытания (28800 с).

Ряд испытаний клееных утеплителей показывает практическое отсутствие миграции волокон [68], а термоскрепленные нетканые утеплители характеризуются коэффициентом миграции 2,5 - 2,8 мг/м²*ч. Кроме того

исследования показали, что термоскрепление позволяет получать утеплители, характеризующиеся срезом, на котором волокнистый утеплитель не осыпается.

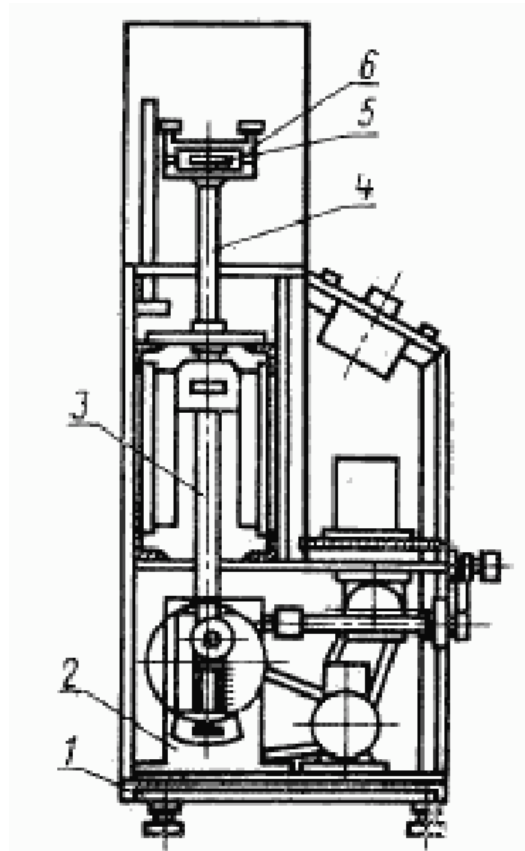


Рисунок 2.5.2 Схема прибора ОИМ-1. 1 - корпус, 2 - привод, 3 - шатун, 4 - шток, 5 - оправка для испытуемого образца, 6 - зажим.

В работе Г.К. Мухамеджанова [69] приведены данные о приборе ОИМ-1.5, который состоит из упругой оправки (основная часть прибора), которая представляет собой стальную пластину, завулканизированную в прочную и пористую резину. Оправка с образцом пакета одежды закрепляется в зажиме привода, получающего возвратно-поступательное движение, моделирующего условия носки одежды путем воздействия на испытуемый пакет деформации типа растяжения, сдвига и кручения.

Миграцию волокон определяют при следующих параметрах испытания:

- частота колебания оправки 2,5 гЦ;
- амплитуда колебания оправки 50 мм;
- время испытания 8 ч.

В ГОСТ Р 12.4.236-2011 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования» рекомендован метод определения миграции волокон, согласно которому образцы поступают из резиновой трубки, хаотически перемещаются внутри вращающегося куба, стороны которого оклеены пробковыми пластинами. В этом случае пакет материалов претерпевает воздействие разнонаправленных усилий. Материалы соприкасаются друг с другом и с пробковыми пластинами сторон куба, в результате чего плохо закрепленные в структуре утеплителя волокна перемещаются между нитями, волокнами верхнего слоя пакета и выходят на поверхность.

Миграцию волокон оценивают после четырех часов неориентированных воздействий [70]. Однако, по мнению Г.К. Мухамеджанова, этот метод не совсем точно моделирует условия носки одежды, и Г.К. Мухамеджанов рекомендует в исследованиях по оценке миграции волокон ориентироваться на использование метода, изложенного в ГОСТ 26464-85 «Полотна нетканые. Метод определения миграции волокон».

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

При исследовании структуры нетканых материалов на основе синтетических волокон использован комплекс существующих базовых методов исследования, которые изложены в требованиях стандартов, разработанных в России и гармонизированными со стандартами европейских стран.

Проведен анализ рекомендованных в действующих стандартах методов испытаний, который показал, что для характеристики синтетических нетканых материалов целесообразно применять методы, контролирующие поверхностную и линейную плотность, толщину, воздухопроницаемость, тепловое сопротивление.

Проведен выбор основных методов исследования, которые можно использовать в настоящее время при разработке пакетов теплозащитной одежды на основе синтетических утеплителей. Определены методы испытаний, применимые непосредственно к пакетам теплозащитной одежды с использованием различных составляющих.

Проанализированы методы исследования микроструктуры нетканых синтетических полотен утеплителей, которые необходимы при отработке технологических режимов производства нетканых материалов с определенным содержанием и размером пор, и имеющих заданный комплекс физико-механических характеристик.

Проанализированы известные применяемые в настоящее время методы определения миграции волокон и рекомендован метод непосредственно моделирующий условия носки одежды применительно к синтетическим нетканым утеплителям и к соответствующим пакетам специальной одежды.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ

3.1. Исследование деформационных характеристик утеплителей и пакетов одежды

На основе выработанных рекомендаций по проектированию и созданию новых типов и структур нетканых утеплителей для арктической зоны, имея в виду обеспечение комфортных условий спецодежды по теплозащитным свойствам, произведя анализ параметра цена + качество, нами в процессе написания работы разработан новый нетканый теплозащитный материал.

Указанный материал выполнен из термопластичных штапельных волокон, расположенных по одну или обе стороны каркасного полотна, скрепленного между собой посредством иглопрокалывания и термообработки.

Волокнистый слой на поверхности содержит частично подправленные волокна, отличающиеся тем, что каркасное полотно выполнено из 100 % бикомпонентного полиэфирного волокна или полипропиленового волокна с диаметром волокон $34\div 82$ мкм, или бикомпонентного полиэфирного волокна и полиэфирного волокон при соотношении волокон масс % 50 : 50, волокнистый слой выполнен из 100 % полиэфирных или бикомпонентных волокон диаметром не менее 40 мкм.

Технологическим решением явилось создание нетканого теплоизоляционного материала, обладающего высоким суммарным тепловым сопротивлением, одновременно максимально низкой миграцией волокон с поверхности материала и имеющего стабильную структуру.

Эта задача решается за счет того, что в нетканом материале, состоящей из каркасного и волокнистого слоя, расположенного по одну сторону каркаса каркасное полотно выполнено из полипропиленовых и бикомпонентных волокон, низкой линейной плотности, диаметр волокон $34\div 82$ мкм, волокна термопластичные и при термообработке после иглопрокалывания создают объемную формоустойчивую структуру. При частичном заполнении этой

структуры волокнами волокнистого слоя, диаметром $40\div 82$ мкм, пучки волокон волокнистого слоя доходит до $1/3$ толщины каркасного полотна, что способствует увеличению толщины материала и его объемности, а это в свою очередь увеличивает показатель суммарного теплового сопротивления.

Текстильные материалы в утепленной верхней одежде (покровная ткань, подкладочная ткань и утеплитель) испытывают деформацию растяжения, сжатия и изгиба, поэтому исследованию деформационных характеристик утеплителей [71], как в отдельности, так и в комплекте готового изделия уделяют значительное внимание.

В этом разделе работы рассматриваются основные причины, обуславливающие проявление упругой, эластичной и пластической деформации и устойчивости утеплителя и готового изделия в процессе эксплуатации одежды. Составные части деформации (упругой, эластической и пластической) проявляются во времени: упругая проявляется почти мгновенно, т.к. после снятия нагрузки она исчезает и при этом сохраняются основные структурные элементы; эластические - проявляются во времени и после снятия нагрузки утеплитель и изделие с ним занимают равновесное состояние, т.е. по истечении определенного времени они занимают первоначальное положение.

В этой связи наиболее важной характеристикой является пластическая (остаточная) деформация, т.к. она не исчезает после снятия нагрузки. Это свидетельствует о том, что произошло необратимое смещение основных структурных элементов в утеплителе. Разумеется, такое деление деформации на составные части представляет условный характер, т.к. зависит от величины нагрузки, времени воздействия нагрузки, природы и состава сырья. Если после вакуумной распаковки утеплитель не восстанавливается до первоначальных форм и размеров, то такой утеплитель оценивается как материал низкого качества.

Следовательно, по этому факту можно судить о качестве утеплителя, так как большая пластическая (остаточная) деформация влияет на другие эксплуатационные свойства (тепловое сопротивление и устойчивость к многократному сжатию, а также теплопроводность и размеры пор). В данном

разделе работы определяли деформационные характеристики при сжатии - относительную деформацию, прочность при сжатии, прочность на сжатие при 10 %-й относительной деформации, а также составные части деформации (упругой, эластической и пластической) при сжатии образцов утеплителя.

При этом относительную деформацию E подразумевают как отношение значения уменьшения толщины образца, измеренной по направлению действия сжимающей силы, к его первоначальной толщине h_0 , выраженное в %:

$$E = (h_0 - h_y) / h_0 \cdot 100,$$

где h_0 – первоначальная толщина при давлении 0,2 кПа, мм;

h_y – толщина сжатого образца при давлении 50 кПа, мм (F, H).

Силу сопротивления сжатию можно вычислить, зная давление на испытываемую пробу и испытываемую площадь пробы:

$$F_2 = P \cdot S \cdot 10^3:$$

где P – давление на пробу, кПа;

S – испытываемая площадь, m^2 ,

или соответственно давление на пробу (P , кПа):

$$P = F/S \cdot 10^3,$$

где F – сила сопротивления сжатию, Н;

S – испытываемая площадь пробы, m^2 .

Для определения деформационных характеристик был выбран разработанный материал с разными поверхностными плотностями.

Нами проведены предварительные эксперименты позволяющие выяснить, как изменяется значение обратимой и необратимой деформации от поверхностной плотности объемного утеплителя (табл.3.1.1).

Таблица 3.1.1

Наименование показателя	Объемные термоскрепленные утеплители по поверхностной плотности				
	100	150	200	300	450
1. Поверхностная плотность, г/м ²	100	150	200	300	450
2. Толщина при давлении 0,2 кПа, мм	1,99	4,42	6,23	4,96	7,56
3. Деформация при однократном сжатии, %					
- обратимая	96	85	83	97	96
- необратимая	4	15	17	3	4
4. Деформация при многократном сжатии, %					
- обратимая	75	73	65	90	94
- необратимая	15	17	35	10	6

Из данных табл. 3.1.1 можно отметить некоторое снижение необратимой деформации при увеличении поверхностной плотности утеплителей. Наоборот, при увеличении поверхностной плотности утеплителей наблюдается тенденция к повышению обратимой части деформации, как при однократных, так и при многократных циклах сжатия. Чем больше поверхностная плотность (масса 1м² утеплителя), тем меньше значение необратимой деформации, т.е. лучше потребительское свойство данного утеплителя.

Важное потребительское значение утеплителя имеет процентное содержание БКВ в составе сырья и в частности, на деформационные характеристики. Влияние процентного содержания БКВ в составе сырья на деформационные характеристики разработанного нами утеплителя с поверхностной плотностью 300 г/м² показано на рис. 3.1.1 (а, б).

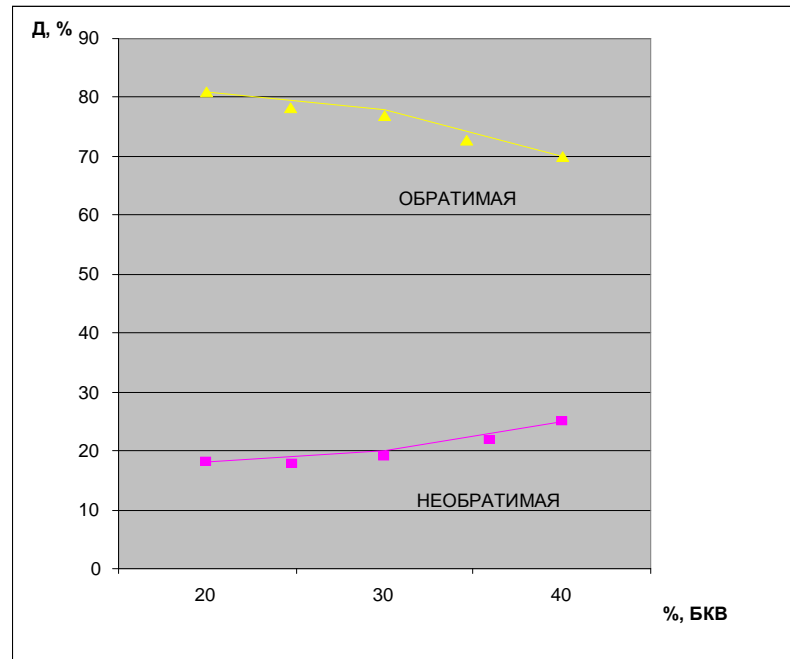


Рисунок 3.1.1 (а) Деформационные характеристики при однократном сжатии

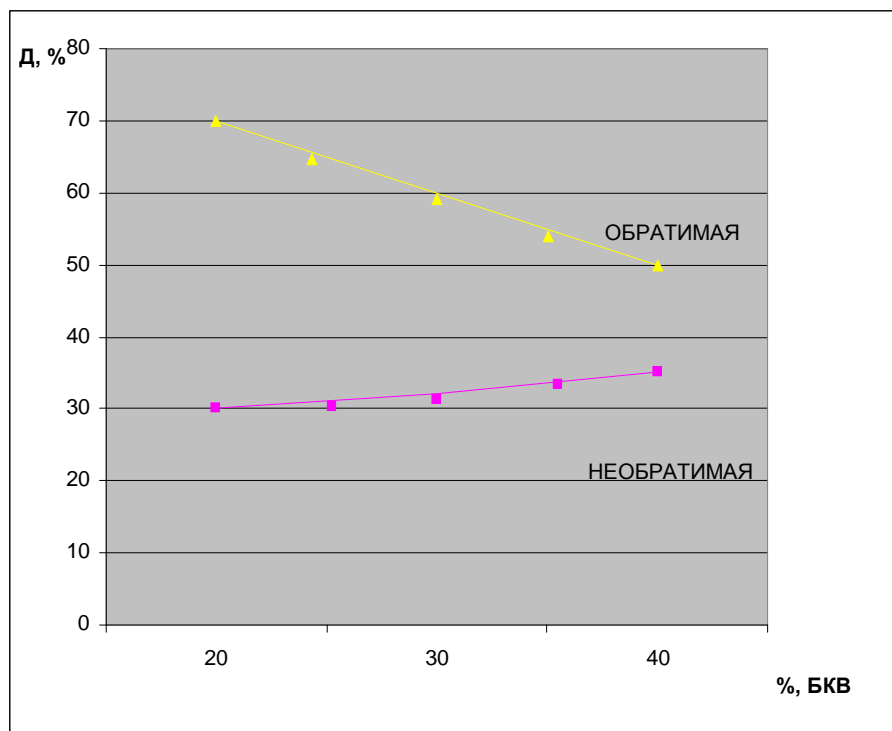


Рисунок 3.1.1 (б) Деформационные характеристики при многократном сжатии

С увеличением содержания БКВ в составе сырья от 20 до 40 % снижается значение обратимой (упругой и эластической), наоборот, имеется тенденция к повышению необратимой деформации, что, очевидно, объясняется увеличением узлов и точек скрепления волокон. Утеплитель при увеличении содержания БКВ от 20 до 40 % в смеси приобретает более жесткую структуру с меньшей подвижностью волокон в структуре.

Поэтому считаем более рациональным процентное содержание БКВ в составе около 20 % с точки зрения улучшения деформационных характеристик и экономии более дорогостоящего компонента в составе сырья, каковым является БКВ по сравнению с ПЭ-волокном [72].

Увеличение узлов и точек контакта с увеличением процентного содержания БКВ также подтверждается снижением воздухопроницаемости бикомпонентного волокна в качестве связующих волокнистого холста, состоящего из многослойных прочесов. Количество волокнистых прочесов зависит от поверхностной плотности. Поверхностная плотность исследуемых образцов разработанного утеплителя составляет от 90 до 450 г/м². Результаты деформационных характеристик утеплителей представлены в табл. 3.1.2.

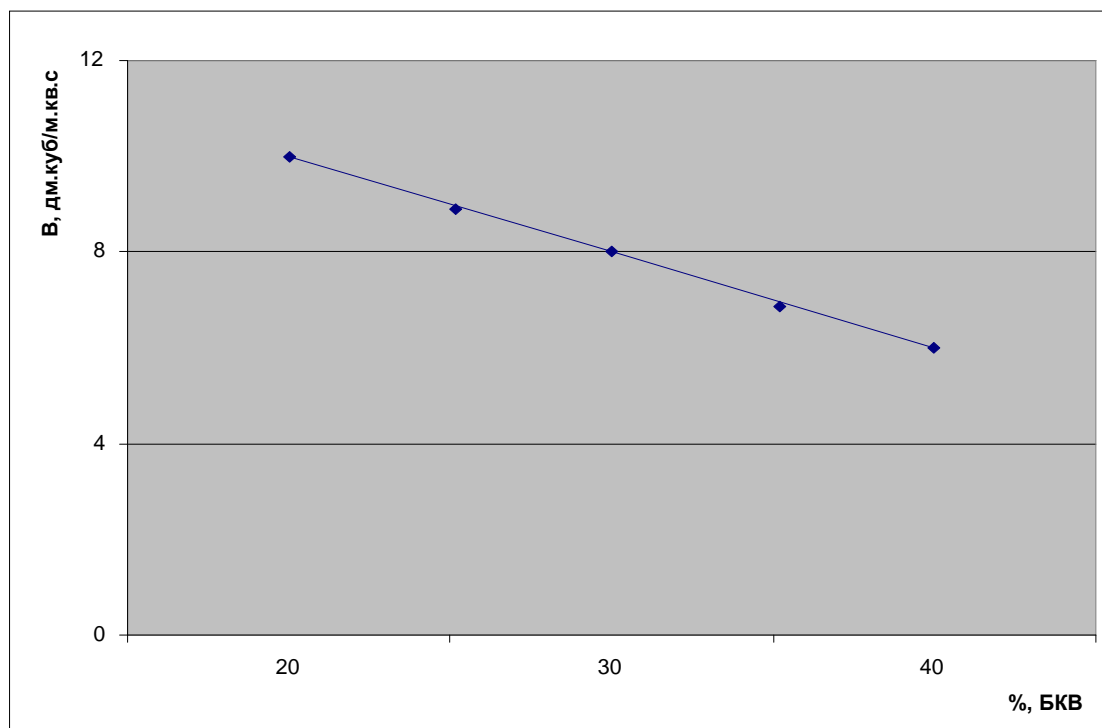


Рисунок 3.1.1 (в) Воздухопроницаемость в зависимости от % БКВ

Таблица 3.1.2

Наименование деформационных характеристик	Значение показателя утеплителей по поверхностной плотности (г/м ²)									
	90	100	150	180	200	250	270	300	400	450
1. Упругая и эластическая деформация при однократном сжатии, %	95	96	85	91	83	90	88	97	92	96
2. Упругая и эластическая деформация после многократного сжатия, %	83	75	73	68	65	78	79	90	87	94
3. Снижение деформации после многократного сжатия, %	12	21	12	23	18	12	9	7	5	2
4. Пластическая деформация после однократного сжатия, %	5	4	15	9	7	10	12	3	8	4
5. Пластическая деформация после многократного сжатия, %	17	25	27	32	35	22	21	10	13	6

На основании анализа табл. 3.1.2 можно отметить, что снижение деформации после многократного сжатия составило в среднем 14,0%. Закономерности изменения деформации, как при однократном, так и при многократном сжатии в зависимости от поверхностной плотности утеплителя не наблюдаются.

Следовательно, пластическая деформация, как и следовало ожидать, после многократного сжатия увеличивается в среднем почти в 2,4 раза, что свидетельствует о том, что необратимая деформация растет по мере возрастания воздействия многократных нагрузок. После воздействия многократных нагрузок восстанавливаемость составляет 79,2 %.

Для исследования деформационных характеристик выбраны следующие пакеты одежды с применением разработанного материала и других материалов известных производителей:

Пакет № 1

- куртка (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, прокладка-ткань ветрозащитная арт. НТУТ-5/2М, утеплитель – «РМ 200» 2 слоя, подкладка- ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- полукомбинезон (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, утеплитель – «РМ 200» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- жилет (верх) - ткань полиэфирная ветровлагозащитная арт. ПСЗО-1/2 гладкокрашенная, утеплитель – «РМ 200» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М.

Пакет № 2

- куртка (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, прокладка-ткань ветрозащитная арт. НТУТ-5/2М, утеплитель – «РМ 150» 2 слоя, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- полукомбинезон (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, утеплитель – «РМ 150» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- жилет (верх) - ткань полиэфирная ветровлагозащитная арт. ПСЗО-1/2 гладкокрашенная, утеплитель – «РМ 150» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М.

Пакет № 3 - куртка (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, прокладка-ткань ветрозащитная арт. НТУТ-5/2М, утеплитель – «Холлофайбер ТЭК 200» 2 слоя, подкладка- ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- полукомбинезон (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, утеплитель – «Холлофайбер ТЭК 200» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- жилет (верх) - ткань полиэфирная ветровлагозащитная арт. ПСЗО-1/2 гладкокрашенная, утеплитель – «Холлофайбер ТЭК 200» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М.

Пакет №4 - куртка (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, прокладка-ткань ветрозащитная арт. НТУТ-5/2М, утеплитель – «Холлофайбер ТЭК 150» 2 слоя, подкладка- ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- полукомбинезон (верх) – ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2, утеплитель – «Холлофайбер ТЭК 150» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М;

- жилет (верх) - ткань полиэфирная ветровлагозащитная арт. ПСЗО-1/2 гладкокрашенная, утеплитель – «Холлофайбер ТЭК 150» 1 слой, подкладка - ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М.

Деформационные характеристики готовых пакетов показаны в табл. 3.1.3.

Деформационные характеристики пакетов одежды с утеплителями

Наименование деформационных характеристик	Значение показателя пакета одежды с примененными утеплителями			
	Пакет № 1	Пакет № 2	Пакет № 3	Пакет № 4
1. Упругая и эластическая деформация при однократном сжатии, %	93	90	91	88
2. Упругая и эластическая деформация после многократного сжатия, %	85	83	74	72
3. Снижение деформации после многократного сжатия, %	8	7	17	16
4. Пластическая деформация при однократном сжатии, %	7	10	9	12
5. Пластическая деформация после многократного сжатия, %	15	17	26	28
6. Восстанавливаемость после многократного сжатия, %	87	88	76	75

Известно, что деформационные характеристики материалов представляют как совокупность упругих, эластических и пластических деформаций. Поскольку упругая деформация протекает мгновенно, т.е. в течение короткого времени, поэтому при наших исследованиях мы условно приняли совокупное действие упругой и эластической деформации [73]. В то же время пластическая деформация протекает в течение длительного времени и носит необратимый характер.

Основное значение при исследовании деформационных характеристик отводится к объемным утепляющим прокладкам, а покровная ткань для верха одежды и подкладочная ткань не вносит существенный вклад в оценку деформационных характеристик [74], т.к. ткани верха и подкладки имеют сравнительно плоскую структуру. Деформационные характеристики (изменение толщины при сжатии) определяются только видом и структурой синтетического утеплителя.

Все вышеперечисленные исследования проводились на основе предложенного нами в процессе выполнения работы метода определения однократного и многократного сжатия, который закреплен в ГОСТ Р 57027–2016 «Полотна нетканые термоскрепленные объемные синтетические. Общие технические условия».

Определение устойчивости к многократному сжатию полотна производят следующим образом:

- отбирают 3 пробы круглой или квадратной формы площадью 100см^2 ;
- определяют первоначальную толщину проб при давлении $0,5\text{кПа}$ (h_0);
- затем нагружают пробы при давлении $5,0\text{кПа}$, выдерживают пробы под нагрузкой 5 мин. После снятия давления и отдыха в течение 15 мин снова измеряют толщину при давлении $0,5\text{кПа}$;
- для равномерного распределения нагрузки по площади проб следует наложить на них металлическую и пластмассовую пластинки, выровняв по размерам проб.

При определении устойчивости полотна к многократному сжатию количество циклов сжатия должно быть не менее 10. Измеряют толщину после

определенного цикла сжатия (h_n). Циклом сжатия считается давление проб 5,0 кПа в течение 5 мин и отдыха в течение 5 мин.

Вычисляют устойчивость к многократному сжатию (восстанавливаемость, Y_m) испытуемых проб после n циклов сжатия по формуле, %:

$$Y_m = \frac{h_n}{h_o} \cdot 100,$$

где h_0 - первоначальная толщина, мм.

Вычисление производят с точностью до первого десятичного знака.

3.2. Исследование механических свойств утеплителей и пакетов одежды

3.2.1. Оценка разрывной нагрузки и относительного удлинения

Одним из важных механических свойств утеплителей и пакетов одежды являются разрывная нагрузка и относительное удлинение при разрыве. Зависимость разрывной нагрузки от поверхностной плотности разработанных утеплителей представлена на рис. 3.2.1.1.

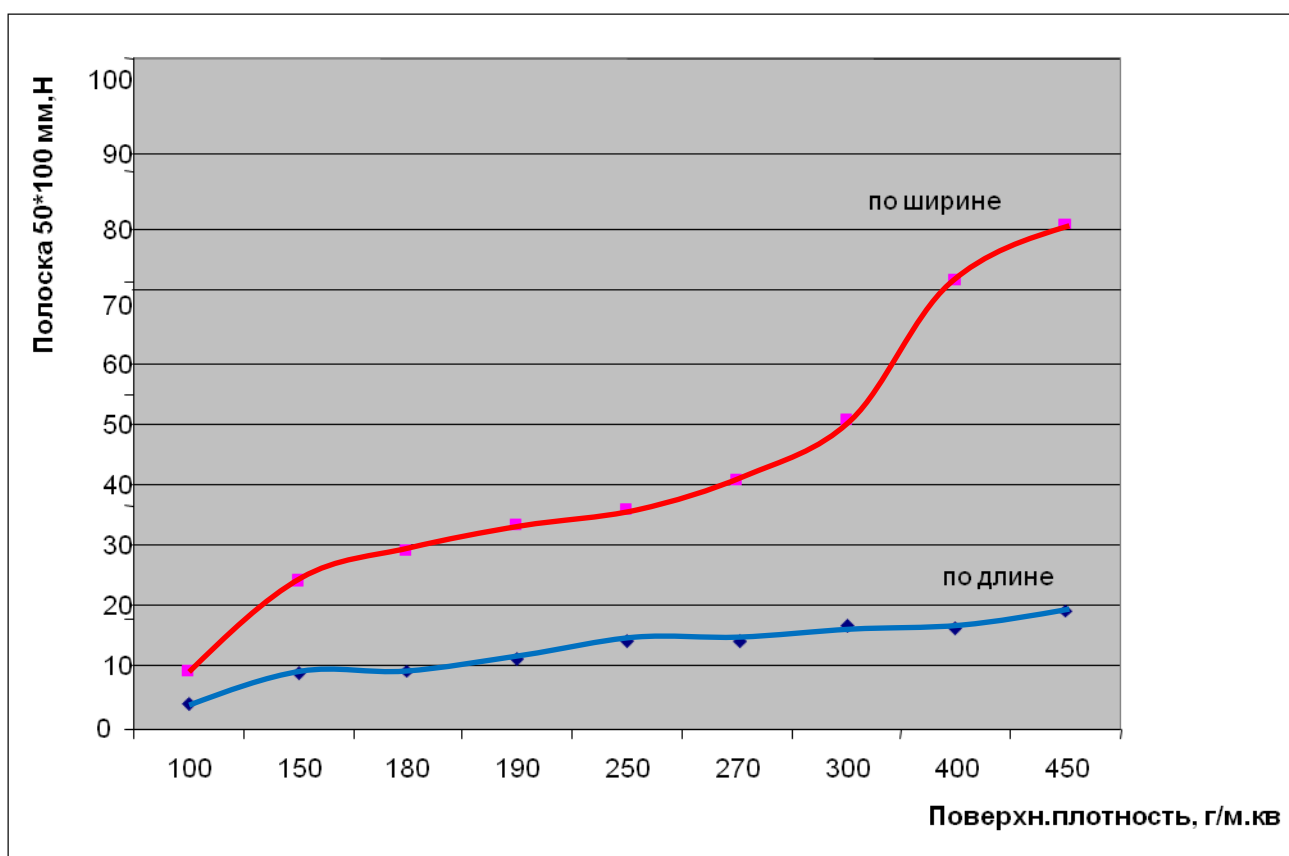


Рисунок 3.2.1.1 Зависимость разрывной нагрузки от поверхностной плотности

По данным рис. 3.2.1.1 следует отметить, что разрывная нагрузка по ширине значительно превышает по сравнению с длиной полоски утеплителя, что связано с особенностями холстоформирования. При холстоформировании волокна преимущественно ориентированы в поперечном направлении и поэтому в разрыве участвуют поперечно ориентированные волокна [75].

Наоборот, значение относительного удлинения при разрыве по длине значительно больше, чем по ширине, что подтверждается данными, показанными на рис. 3.2.1.2.

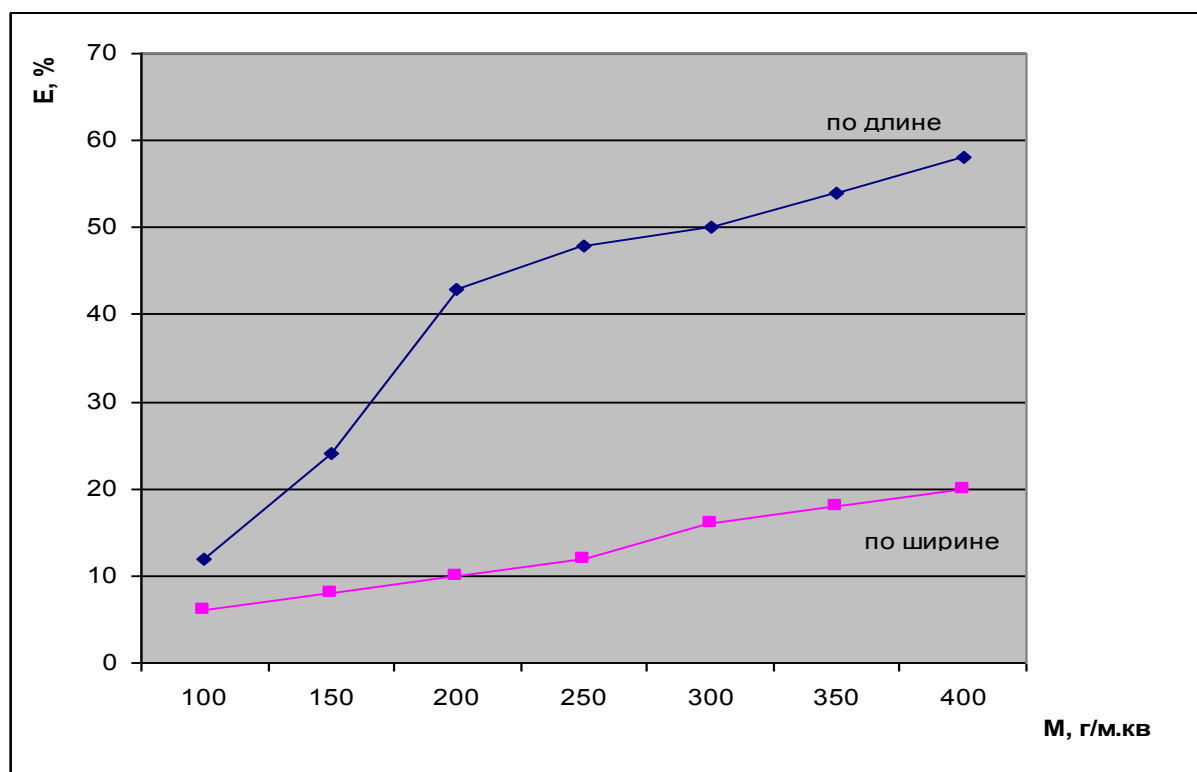


Рисунок 3.2.1.2 Зависимость относительного удлинения от поверхностной ПЛОТНОСТИ

3.2.2. Оценка устойчивости к миграции волокон

Ранее было отмечено, что миграция волокон из пакетов одежды является дефектом, проявляющимся от многих факторов в пакетах одежды. В данном случае пакет одежды представляет многослойный материал, состоящий как минимум из 3-х слоев: покровной ткани, слоя утеплителя и прокладочного материала. В зависимости от предъявляемых требований и условий эксплуатации одежды пакеты могут дополняться ветрозащитной тканью, дополнительным слоем утеплителя и прокладочными материалами, иногда количество слоев материалов доходит до 10-ти.

Разумеется, такой многослойный пакет имеет значительную массу и может использоваться в условиях только очень холодного климата, что значительно затрудняет движение человека [76]. Поэтому в данном случае мы ориентируемся на пакеты одежды в более облегченном варианте и оценку в них устойчивости к миграции волокон.

Миграция волокон, обусловленная вылезанием волокон на поверхность покровной и подкладочной ткани, проявляется только из утеплителей, в которых свободно расположенные волокна от воздействия многократных воздействий деформации растяжения, сжатия, изгиба и кручения могут мигрировать [77]. Поэтому на стадии проектирования одежды, постановки продукции на производство необходимо предусмотреть исключение процесса миграции волокон из утеплителей.

Все объемные утеплители, производимые на предприятиях, используют в основном термоскрепленный способ с использованием полиэфирных бикомпонентных (БКВ), высокомодульных, полых (в том числе обработанных силиконом силиконизированных), высокоизвитых волокон.

Особенно перспективно в термоскрепленном способе использование БКВ с температурой плавления 100-1200 °С, что открывает широкие возможности для увеличения объема выпуска без применения сравнительно дорогих и токсичных связующих. Поэтому наибольшее распространение получили

термоскрепленные утеплители, содержащие до 20 % БКВ в качестве твердых связующих.

Анализ качественных показателей выпускаемых утеплителей позволяет сделать вывод о необходимости оптимизации наиболее значимых свойств в сравнении с лучшими зарубежными аналогами. При этом следует исходить из имеющихся сырьевых и технологических возможностей, требований потребителей и специфики отечественного рынка [78].

При сравнительной оценке качества утеплителей выбирались показатели, характеризующиеся формоустойчивостью и надежностью при эксплуатации изделий. Такими характеристиками являются устойчивость к миграции волокон из структуры утеплителей на верх и подкладку изделий, изменение толщины от многократных деформаций (в основном сжатия), о которых было сказано в предыдущем разделе работы, т.е. устойчивость к многократному сжатию, определяется степенью восстанавливаемости.

Использование новых видов и структур в пакете одежды (в том числе утеплителя) в создании утепленной одежды, привело к проблеме возникновения миграции волокон из структуры нетканого утеплителя на поверхность тканей верха (покровной ткани) и подкладки в виде торчащих волокон, пуха и пилей.

Торчащие волокна, пух и пили на наружной и внутренней поверхности одежды и изделий, естественно, значительно ухудшают их эстетический вид и создают неблагоприятные условия носки, вызывая справедливые нарекания потребителей.

Механизм возникновения миграции волокон представляет сложное явление, зависящее от многих причин и факторов. При анализе причин и характера возникновения миграции волокон в одежде выделяются три фазы: защемление, образование пуха и пилингообразование. Наиболее отрицательное влияние оказывают пили, удерживаемые в структуре нетканых утеплителей из-за наличия длинных и прочных волокон.

Подвижность слоев пакета одежды друг относительно друга, возникающая при многократных воздействиях деформации сжатия, растяжения, изгиба

и кручения, а также трение между слоями обуславливают относительные перемещения структурных элементов одежды.

Взаимное перемещение слоев одежды достигается при меньшем сцеплении, большем трении и изменении формы, поэтому в процессе носки одежды миграция волокон в первую очередь больше проявляется на тех участках, которые подвержены деформации, трению и изменению формы – на рукавах и передних деталях одежды [79].

Общей теории, описывающей зависимости между свойствами исходного сырья, параметрами скрепления волокнистого холста и структурой и свойствами нетканых утеплителей параметрами напряжения и деформации, возникающих в процессе эксплуатации, пока не существует. В настоящее время известны лишь отдельные корреляционные зависимости применительно к определенным видам испытаний и в определенных условиях.

Для выявления основных причин возникновения миграции волокон описана модель, достоверность которой проверена целенаправленными исследованиями. При этом систематизированы различные проявления деформационных характеристик при носке одежды, способность к восстановлению (упругая и пластическая), остаточная деформация, зависимость деформационных характеристик от нагрузок, изменение деформации во времени, а также изменение расположения волокон.

В основе всех способов изготовления нетканых утеплителей лежит такое изменение структуры холста и расположение в нем волокон, которое при деформации одежды приводит к увеличению сил трения и сцепляемости между волокнами в холсте [80]. Особую роль играют расположение волокон, вид и геометрия их соединений и скрепления, обусловленные технологическими процессами изготовления нетканых утеплителей.

Характер и значение миграции волокон определяется прочностью структуры и степенью межволоконных связей волокнистого холста.

Характер межволоконных связей определяется полным [81], трехмерным соединением холста, поверхностным (одно или двухсторонним), при этом

интенсивные межволоконные связи проявляются на поверхности и менее интенсивные внутри холста.

Большое разнообразие способов крепления холста позволяет производить тонкие, гибкие, жесткие и толстые, объемные и высокообъемные нетканые утеплители. На предприятиях вырабатывают в основном термоскрепленные объемные утеплители, другие способы скрепления не нашли широкого распространения на практике. Поэтому в исследовании миграции волокон ориентировались на синтетические нетканые утеплители, полученные из ПЭ-волокон с БКВ термоскрепленным способом.

Результаты испытаний миграции волокон с разной структурой пакета представлены в таблице 3.2.2.1.

Таблица 3.2.2.1

Структура пакета и утеплителя			Количество мигрировавших волокон на площади 150 см ² , шт.	
Ткань верха	Ткань подкладки	Пакеты	На верх	На подкладку
Ткань полиэфирная ветровлагозащитная гладкокрашенная арт. ПСЗО-1/2	Ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М	Пакет № 1 с утеплителем НТУТ-5/5ФУ – 150 г/м ²	1	4
Тоже	Тоже	Пакет № 1 с утеплителем НТУТ-5/5ФУ – 200 г/м ²	0	2
Тоже	Тоже	Пакет № 1 с утеплителем «РМ 200»	0	0
Тоже	Тоже	Пакет № 2 с утеплителем «РМ 150»	0	0
Тоже	Тоже	Пакет № 1 с утеплителем «Холлофайбер ТЭК 200»	0	1
Тоже	Тоже	Пакет № 2 с утеплителем «Холлофайбер ТЭК 150»	0	1

Миграция волокон в утепленной одежде возникает при определенных условиях и обуславливается структурой всех составных элементов пакета одежды [82]. В основном мигрируют более грубые, менее извитые и слабозакрепленные волокна. Длинные (более 60 мм) и извитые (с извитостью более 5 см) волокна, прочно удерживаясь в структуре утеплителей, могут мигрировать на наружную поверхность верха и подкладки одежды образуя пили, а короткие волокна (длиной до 20 мм), мигрируя на поверхность и не образуя пили, выпадают.

По результатам испытаний миграции волокон применительно к пакетам с различными утеплителями, можно отметить отсутствие мигрировавших волокон в пакетах с разработанным материалом.

3.2.3. Оценка теплозащитных свойств нетканых утеплителей и пакета одежды

Теплозащитные свойства спецодежды характеризуются суммарным тепловым сопротивлением и теплопроводностью самого утеплителя и пакета [83]. В зависимости от климатического пояса (региона) и температуры воздуха ГОСТ Р 12.4.236-2011 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования» устанавливает нормативные значения пакета применяемых в спецодежде материалов [84] указанных в таблице 3.2.3.1.

Таблица 3.2.3.1

Климатический пояс	Температура воздуха зимних месяцев, °С	Суммарное тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$
Особый	-25	0,77
IV	-41	0,83
III (II)	-18	0,64
II-I (III- IV)	-9,7	0,51

Значения суммарного теплового сопротивления установлены при воздухопроницаемости не более $40 \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$. При использовании материала верха с воздухопроницаемостью более $40 \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ в пакете материалов следует дополнительно использовать ветрозащитную прокладку.

Тепловая изоляция пакета одежды по ГОСТ 12.4.236-2011 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования» в зависимости от условий эксплуатации должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.2.3.2.

Теплоизоляция комплектов одежды для разных климатических поясов

Класс защиты	Климат. пояс	Температура зимних месяцев, °С	Скорость ветра зимой, м/с	Значение теплоизоляции комплекта СИЗ, °С м ² /Вт при воздухопроницаемости материала верха, дм ³ /м ² *с				
				0	10	20	30	40
4	«Особый» (IA)	-25	6,8	0,582	0,618	0,659	0,706	0,760
3	IV (IB)	-41	1,3	0,677	0,686	0,693	0,700	0,708
2	III (II)	-18	3,6	0,465	0,478	0,493	0,509	0,525
1	II-I (III)	-9,7	5,6	0,399	0,415	0,437	0,461	0,487

Климатическая зона, для которой проводится разработка теплозащитных материалов, относится к особому климатическому поясу. В соответствии с ГОСТ Р 12.4.236-2011 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования» утепленная спецодежда в зависимости от климатических поясов РФ подразделяется по уровню теплозащитных свойств на четыре класса защиты. Классы различаются по температуре воздуха и скорости ветра в зимние месяцы.

Спецодежда четвертого класса защиты предназначена для использования в «особом» (IA) климатическом поясе с температурой воздуха минус 25 °С и скоростью ветра 6,8 метра в секунду.

Утепленная спецодежда третьего класса защиты от пониженных температур используется в IV (IB) климатическом поясе с температурой воздуха минус 41 °С и скоростью ветра 1,3 метра в секунду.

Спецодежда второго класса защиты используется в III (II) климатический поясах при температуре воздуха минус 18 °С и скорости ветра 3,6 метра в секунду. Спецодежда первого класса защиты от пониженных температур используется

в II-I (III) климатических поясах при температуре воздуха минус 9,7 °С и скорости ветра 5,6 метра в секунду.

Требования к теплозащитным свойствам спецодежды установлены на уровне допустимого теплового состояния, при котором сохраняется работоспособность и здоровье работающего в течение трехчасового пребывания на холоде.

На сегодняшний день предприятиями разработан и освоен широкий ассортимент объемных термоскрепленных утеплителей для одежды [85]. Основную функцию в создании теплозащитной спецодежды играют утепляющие прокладки из нетканых материалов. Рынок нетканых утеплителей в России насыщен и разнообразен. Наряду с широко известными предприятиями, такими как Московский завод нетканых материалов «Термопол», Подольская фабрика нетканых материалов «Весь-Мир», Котовский завод нетканых материалов, предприятие нетканых материалов (Вязники) и др. появились и новые предприятия – ЗАО «Радуга» (Владивосток с материалом «Термософт», «Радуга-Текстиль» (г. Москва) с материалом «Сиберия».

Эти предприятия выпускают различные типы утеплителей по составу сырья, толщине, поверхностной плотности, объемности и структуре, односторонним или двухсторонним подплавлением поверхности, дублированным спанбондом 17 и 30 г/м² алюминиевой фольгой и мембранной пленкой.

Нами проведены исследования разработанного нами нетканого утеплителя и в целом пакета с его использованием, включая покровную ткань, подкладку и межподкладку. Эффективность использования того или иного типа утеплителя зависит от правильно выбранного пакета материалов. В любом случае, значительная доля в тепловой изоляции пакета одежды отводится многослойным объемным утеплителям [86].

Многие типы утеплителей состоят из многочисленных пор различных форм, размеров извилистости. Это достигается сочетанием в волокнистом холсте волокон различных линейных плотностей, тонких и толстых [87].

Так, широко известный импортный утеплитель «Тинсулейт» фирмы ЗМ (США), состоит из пустотелых микроволокон с многочисленными порами, содержащими в структуре утеплителя большое количество воздуха. Такая структура обуславливает высокие теплозащитные свойства и способствует сохранению теплоизолирующих свойств в процессе носки одежды.

Нами проведены исследования теплового сопротивления и теплопроводности утеплителей, а также пакетов одежды.

Значения теплового сопротивления и теплопроводности [88] пакетов одежды с применением разработанного утеплителя в зависимости от толщины представлены в таблице 3.2.3.3.

Таблица 3.2.3.3

Обозначение пакета	Толщина в мм при давлении 0,2 кПА	Значение теплозащитных свойств объемного многослойного пакета	
		Тепловое сопротивление $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	Теплопроводность $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°K})$
Пакет 1 с утеплителем РМ-100	38,0	0,56	0,046
Пакет № 1 с утеплителем РМ-150	39	0,67	0,038
Пакет № 1 с утеплителем РМ-200	57,3	0,68	0,035
Пакет № 1 с утеплителем РМ-250	58,0	0,69	0,042
Пакет № 1 с утеплителем РМ-300	60,2	0,70	0,043
Пакет № 1 с утеплителем РМ-350	61,3	0,72	0,043
Пакет № 1 с утеплителем РМ-400	63,2	0,74	0,035

Количество слоев в пакете материалов одежды может составить от 3 до 10 в зависимости от предъявляемых требований по теплозащитным свойствам, ветростойкости и другим характеристикам.

Для получения утеплителей с высокими теплозащитными свойствами, т.е. высоким тепловым сопротивлением и низкой теплопроводностью, рекомендуется использовать нетканые утеплители со следующими характеристиками:

- термоскрепленное полотно с аэродинамическим холстоформированием;
- из полиэфирного полого силиконизированного волокна с низкой линейной плотностью и меньшей толщиной, с высокой извитостью (не менее 6 извитков на 1 см) и устойчивостью извитков не менее 70%;
- односторонним или двухсторонним подплавлением поверхности для укрепления и стабилизации структуры полотна;
- путем создания в структуре полотна многослойных пор различных форм, размеров и извилистости;
- сохранение объемности и быстрой восстанавливаемости утеплителя от воздействия внешних нагрузок, мокрых обработок в процессе эксплуатации изделия.

Нами выработаны рекомендации по проектированию и созданию таких типов и структур нетканых утеплителей по климатическим зонам России, включая зону с особо холодными климатическими условиями, имея в виду обеспечение комфортных условий спецодежды по теплозащитным свойствам.

В связи с вступлением в силу технического регламента Таможенного союза ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» к материалам для изделий и одежды 3-го слоя, пальто, куртки и др., предъявляются требования: по показателям уровня напряженности электростатического поля на поверхности изделия не более 15 кВ/м, содержанию свободного формальдегида не более 300 мкг/г. Следовательно, выполнение этих

требований в пределах Таможенного союза является обязательным. В связи с этим необходимо:

- провести обоснованный выбор конкретного вида утеплителей с учетом климатических особенностей региона при создании одежды, т.к. разнообразие типов и видов нетканых утеплителей затрудняет выбор даже специалистам;

- выполнить комплекс исследований самих утеплителей и пакета одежды в т.ч., оценка теплопроводности и теплового сопротивления и разработка требования применительно к каждой климатической зоне;

- произвести «учет» цена + качество нетканых утеплителей в зависимости от требования потребителей, ибо импортные утеплители значительно дороже отечественных при примерно равных характеристиках;

- произвести выбор типов и количество слоев утеплителей для создания спецодежды для силовых структур в арктической зоне (-50 °С).

Наиболее перспективными и востребованными типами нетканых утеплителей остаются термоскрепленные, в т.ч. дублированные спанбондом, мембранной пленкой, полученные из полиэфирных волокон различной линейной плотности с использованием в составе смеси огнестойких и биостойких волокон, а также введением в структуру электропроводящих (медных) волокон для уменьшения заряда статического электричества.

Регулируя состав композиций нетканых утеплителей, в перспективе предоставляется возможность изменять свойства в широких пределах и предать им следующие характеристики:

- гидрофильность;
- способность восстанавливать свои размеры после сжатия и вакуумации;
- стойкость к химчисткам;
- огнестойкость;
- повышение теплозащитных свойств.

Поэтому проектирование нетканых утеплителей и пакетов одежды с учетом климатической зоны регионов и профессий получит дальнейшее всестороннее развитие.

Сравнение типов и количество слоев утеплителей на основе разработанного материала для создания спецодежды для силовых структур исследованы в нижеприведенных таблицах.

Характеристики разработанного материала в зависимости от поверхностной плотности.

Таблица 3.2.3.6

Наименование показателя	Образцы полотна разработанного материала:										Метод испытания
Внешний вид	Однородное полотно, рыхлой структуры, без посторонних включений, цвет белый с оттенками										
Поверхностная плотность, г/м ²	89	98	148	182	190	266	268	293	388	449	ГОСТ 3811-72 (ИСО 3932-76, 3933-76, 3801-77)
Толщина при давлении 0 кПа, в мм	1,38	1,99	4,42	4,67	6,23	7,88	7,96	4,96	7,35	7,56	ГОСТ 12023-2003 (ИСО 5084:1996)
Неровнота по массе на отрезках 100×100 мм (коэффициент вариации), %	6,1	3,8	7,5	3,2	4,3	3,6	4,2	1,9	2,2	4,3	ГОСТ 15902.2-2003 (ИСО 9073-2:1995)
Разрывная нагрузка полоски 50×100 мм, Н											ГОСТ Р 53226-2008
по длине	4	5	10	7	8	9	9	13	19	16	
по ширине	9	10	35	27	37	30	35	51	99	71	
Деформация при однократном сжатии, %	95	96	85	91	83	90	88	97	92	96	ГОСТ Р 57027—2016
Деформация при многократном сжатии, %	83	75	73	68	65	78	79	90	87	94	ГОСТ Р 57027—2016
Суммарное тепловое сопротивление, м ² °С/Вт	2 слоя 0,368	2 слоя 0,388	1 слой 0,3867	1 слой 0,3914	1 слой 0,3924	1 слой 0,410	1 слой 0,397	1 слой 0,388	1 слой 0,415	1 слой 0,425	ГОСТ 20489-85
Теплопроводность, Вт/м ⁰ К	2 слоя 0,045	2 слоя 0,049	1 слой 0,039	1 слой 0,042	1 слой 0,039	1 слой 0,040	1 слой 0,036	1 слой 0,037	1 слой 0,037	1 слой 0,036	ГОСТ 7076-99

Также проведены исследования характеристик разработанного материала применительно к пакетам одежды:

Таблица 3.2.3.7

Показатели	Фактическое значение показателей многослойного пакета по образцам				Метод испытания
	Пакет №1	Пакет №2	Пакет №3	Пакет №4	
Поверхностная плотность, г/м ²	1979	1882	2123	1908	ГОСТ 3811–72 (ИСО 3932–76, 3933–76, 3801–77)
Толщина при давлении 0,2 кПа, мм	57,3	39,0	59,8	42,9	ГОСТ 12023–2003 (ИСО 5084:1996)
Объемная плотность, кг/м ³	34,5	42,9	35,5	43,9	ГОСТ 15902.2–2003 (ИСО 9073–2:1995)
Воздухопроницаемость при давлении 49 Па, дм ³ /(м ² с)	11	9	8	7	ГОСТ 12088–77
Суммарное тепловое сопротивление, м ² ·°С/Вт	0,68	0,53	0,67	0,51	ГОСТ 7076–99

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

В процессе работы разработан новый нетканый теплозащитный материал, выполненный из бикомпонентных термоплавких штапельных волокон с высокими теплозащитными свойствами, полученный комбинированным способом.

Экспериментально подтвержден оптимальный структурный и сырьевой состав разработанного нетканого иглопробивного с термоскреплением полотна, для утепленной спецодежды, отвечающий комплексу предъявляемых свойств.

Обосновано и доказано введение в состав сырья 20 % бикомпонентных волокон, так как с увеличением содержания в нем бикомпонентных волокон более указанного значения снижается значение обратимой (упругой и эластической), и наоборот, имеется тенденция к повышению необратимой деформации.

Проведены исследования и установлен оптимальный состав и структура пакета материалов для спецодежды, используемой в арктической зоне.

На основании выполненных исследований предложен метод определения однократного и многократного сжатия, вошедший в ГОСТ Р 57027—2016 «Полотна нетканые термоскрепленные объемные синтетические. Общие технические условия».

При проведении исследований согласно указанного метода экспериментально выявлено, что при увеличении поверхностной плотности утеплителей наблюдается тенденция к повышению обратимой части деформации, как при однократных, так и при многократных циклах сжатия.

Экспериментально получены высокие значения деформационных характеристик рассматриваемых пакетов с применением разработанного материала (выше чем у известных аналогов, используемых в настоящее время).

Экспериментально установлено, что разрывная нагрузка по ширине превышает разрывную нагрузку длины полоски утеплителя, что связано с особенностями холстоформирования разработанного материала – при холстоформировании волокна преимущественно ориентированы в поперечном направлении и поэтому участвуют в разрыве.

По результатам исследований экспериментально установлено отсутствие мигрировавших волокон в пакетах одежды с применением разработанного материала по сравнению с пакетами одежды с применением нетканых материалов, указанных в нормативной документации и других известных аналогов.

Проведены исследования теплового сопротивления и теплопроводности пакетов одежды с применением разработанного утеплителя в зависимости от толщины пакета. Результаты показали зависимость теплового сопротивления и теплопроводности от увеличения толщины пакета и поверхностной плотности применяемого утеплителя.

Произведено сравнение типов и количество слоев утеплителей для создания спецодежды для силовых структур на основе разработанного материала. По результатам исследований экспериментально обосновано применение в спецодежде утеплителей с оптимальными общими характеристиками поверхностной плотности 150 и 200 г/м².

ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СУММАРНОГО ТЕПЛОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ДО -50°С

4.1. Теоретическое исследование волокнистых материалов с целью расчета и прогнозирования теплофизических свойств

Расчет и прогнозирование теплофизических свойств нетканых утеплителей напрямую связан с направленным выбором их структуры.

Известно, что распространение тепла в волокнистых средах, имеющих капиллярно-пористую или пористую структуру, определяется эффективным коэффициентом теплопроводности, характеризующим интенсивность молекулярного теплопереноса в структурных элементах, молекулярного и конвективного теплообмена между частицами среды, находящейся в порах материала и долю тепла, передаваемого излучением [89].

Теоретическое исследование таких материалов сводится зачастую к вычислению коэффициента теплопроводности в зависимости от физико-механических свойств теплоизолятора (плотность, пористость и т.д.), теплопроводности структурных элементов, формы и размеров элементарных частиц, взаимодействие между ними, и среды, заполняющей поровое пространство.

Нами использован подход к проектированию теплозащитного пакета, заключающийся в том, что в пакете используется материал определенной структуры, и в зависимости от требований эффективного теплового сопротивления, следует определять какова же будет эта структура.

Существует несколько моделей структуры дисперсного материала с упорядоченным расположением составляющих ее элементов (рис. 4.1.1).

Одна из первых попыток моделирования структуры принадлежит К.Торкару. Модель, состоит из плоских, поочередно сменяющих друг друга слоев – структурные элементы и воздух (рис. 4.1.1а).

В модели пластины (структурные элементы) расположены в шахматном порядке, а поровое пространство – промежутки между ними (рис. 4.1.1b).

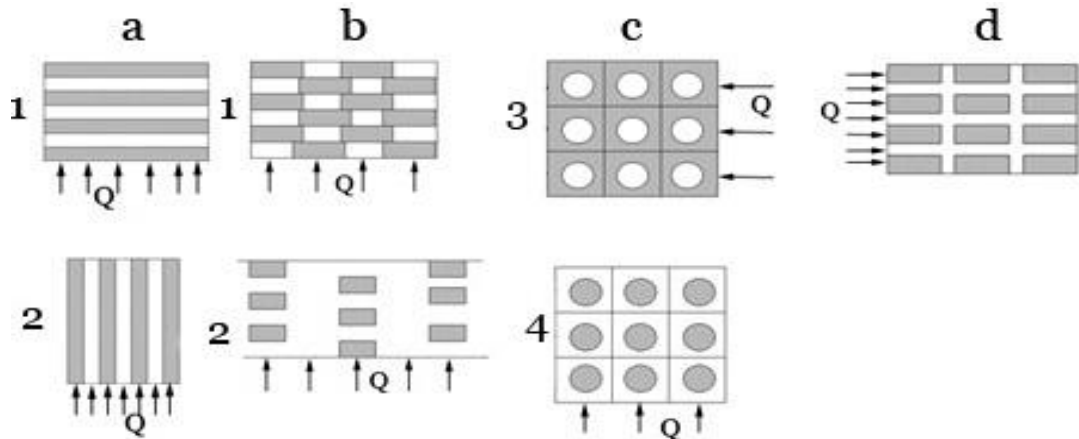


Рисунок 4.1.1 Модели дисперсного материала:

- 1 - поток перпендикулярен плоскости пластин (теплоизоляция);
 - 2 - поток движется вдоль пластин (наименьший теплоизолирующий эффект);
 - 3 - модель непрерывной твердой фазы;
 - 4 - модель непрерывной газовой фазы;
- Q – тепловой поток.

Однако, полученные зависимости коэффициента теплопроводности материала от теплопроводности каждой из фаз и пористости материала, дают значительное расхождение с экспериментальными данными.

В другой модели дисперсный материал представляется в виде куба, стенки которого являют собой совокупность структурных элементов, а газовая фаза образует внутреннюю полость, соответствующую суммарному объему пор в материале. Однако для нетканых полотен недопустимо заменять мелкие поры и капилляры одним пространством.

В модели Н.В. Russel поры, имеющие шарообразную форму (рис. 4.1.1c), либо равномерно распределены в твердой фазе (1), либо твердая фаза в виде шаров – в непрерывной газовой (2). Эффективный коэффициент теплопроводности ($\lambda_{эф}$) для непрерывной твердой фазы определяется по формуле:

$$\lambda_{эф} = \{ \lambda_1 \cdot P + (\lambda_1/\lambda_2) \cdot [1 - P^{(2/3)}] \} / \{ P - P^{(2/3)} + (\lambda_2/\lambda_1) \cdot [1 - P^{(2/3)} + P] \}.$$

Эффективный коэффициент теплопроводности ($\lambda_{эф}$) для непрерывной газовой фазы определяется по формуле:

$$\lambda_{\text{эф}} = \{ \lambda_1 [1-P]^{(2/3)} + 1 - [1-P]^{(2/3)} \} / (\lambda_2 / \lambda_1) \{ [1-P]^{(2/3)} - 1 + P \} + \{ 2 - [1-P]^{(2/3)} - P \},$$

где: λ_1, λ_2 - коэффициенты теплопроводности твердой и газовой фаз;

P - пористость материала.

Модель (рис. 4.1.1d) отличается от предыдущей, заменой шарообразной формы пор на кубическую.

Считая тепловой поток однонаправленным, а твердые участки последовательно соединенными термическими сопротивлениями, получаем зависимость для расчета коэффициента теплопроводности материала в виде:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_2 \cdot P^{(2/3)} + \lambda_1 \cdot (1 - P)^{(2/3)}$$

В волокнистых средах структурные элементы и газ, находящийся в порах, всегда контактируют между собой, поэтому представление о твердой фазе как о некоторой решетке (упорядоченной структуре), отделяющей поры, недопустимо, и, следовательно, данные модели неприемлемы.

Наиболее приемлемо представление структурных элементов как сферических или цилиндрических частиц, уложенных в материале различными способами (рис. 4.1.2). Кубическая и ромбическая укладка цилиндрических частиц является наименее плотной, а гексагональная укладка сферических частиц – наиболее плотной. В свою очередь, пористость дисперсного материала не зависит от диаметра частиц, а определяется видом их укладки (при кубической — 47,64 %, при гексагональной – 25,95 %).

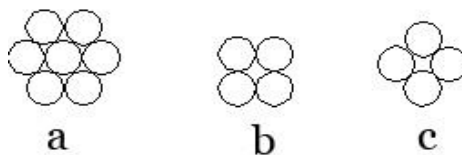


Рисунок 4.1.2 Способы укладки структурных элементов дисперсного материала: а – гексагональная, б – кубическая, с – ромбическая.

Для гексагональной укладки частиц справедлива формула В.З. Богомолова:

$$\lambda_{\text{эф}} = 3\pi \cdot \lambda_2 \cdot l_n \frac{0,43 + 0,31\varepsilon_{\kappa}}{\varepsilon_{\kappa} - 0,26},$$

где λ_2 – коэффициент теплопроводности газов;

ε_k –пористость шарообразного слоя, зависящая от способа укладки частиц (находится в пределах 0,38 – 0,48).

Однако эта формула не учитывает теплопроводность твердой фазы, и при экспериментальной проверке было установлено, что численное значение коэффициента ошибочно завышено в два раза.

В работах эмпирическим путем уточняется выражение для определения коэффициента теплопроводности. Наиболее достоверна для расчета эффективного коэффициента теплопроводности формула А.С. Ляликова:

$$\lambda_{\text{эф}} = \{6\lambda_2 \cdot (1 - P)/e\} \cdot \{(1/e) \cdot \ln[(1 + \delta r)/(1 - e + \delta r)] - 1\},$$

где: e - экспериментально получаемый коэффициент формы, зависящий от вида распределения структурных элементов и их размера;

δ - дополнительная толщина слоя газа, обусловленная учетом термического сопротивления на границе твердое тело - газ;

r - характерный линейный размер элементов (радиус или длина).

В предыдущих моделях рассматривалось влияние физических и структурных свойств материалов на теплопроводность, но учитывались механические свойства. М.Г. Каганер получил уравнение для оценки величины коэффициента теплопроводности с учетом деформации материала:

$$\lambda_{\text{эф}} = 3,12 \cdot (1 - P)^{(4/3)} \cdot \sigma^{(1/3)}/E,$$

где: E - модуль упругости твердой фазы;

σ - внешнее давление.

Уточнение значения контактного сопротивления дисперсной системы приводится в формуле:

$$R = R_L + R_k + R_0,$$

где: R_L - термическое сопротивление, обусловленное сужением проходного сечения для теплового потока через контактирующие элементы;

R_k - термическое сопротивление микрошероховатостей на стыке элементов;

R_0 – сопротивление окисной пленки.

Экспериментальная проверка на зернистых материалах показала хорошее совпадение расчетных данных с опытными. Однако одинаковый размер частиц,

равенство градиента температуры как на структурных элементах, так и на газе, постоянство степени заполнения порового пространства, не позволяют применять эти модели для волокнистых материалов, характеризующихся неупорядоченным расположением в материале извитых волокон.

По аналогии с моделью К. Торкара для хаотической структуры волокнистой системы модель может быть представлена в виде сочетания пластин из чередующихся разнородных компонентов (материал волокон и полимерной матрицы), разнонаправленных к тепловому потоку. Эффективный коэффициент теплопроводности в этом случае определяется по формуле:

$$\lambda_{\text{эф}} = \{a_{11} \cdot [\lambda_1 \cdot (1 - m) + \lambda_2 \cdot m_2] + \{a_1 / [(1 - m_2) / \lambda_1 \cdot (m / \lambda_2)]\},$$

где: λ_1, λ_2 - теплопроводность волокна и матрицы;

m_2 - объемная концентрация матрицы;

a_{11}, a_1 - численные коэффициенты, характеризующие объемную концентрацию в материале пакетов пластин, ориентированных соответственно параллельно или перпендикулярно тепловому потоку.

Численные коэффициенты выбираются, например: $a_{11} = 1/3$ и $a_1 = 2/3$.

Модель, учитывающая взаимное проникновение компонентов, наиболее приближена к структуре материала, имеющего хаотическое распределение волокон:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_1 \cdot [C^2 + \gamma \cdot (1 - C)^2 + 2C \cdot (1 - C) \cdot (C \cdot \gamma + 1 - C)^{-1}],$$

где: $\gamma = \lambda_2 / \lambda_1 = \pi \cdot d / [4 \cdot (1 - m_2)]$ – расстоянию между волокнами;

d – диаметр волокон;

$C = d / \gamma = 4 \cdot (1 - m_2) / \pi$ – относительный размер элементарной структурной ячейки.

В той же работе рассмотрена модель волокнистого материала с упорядоченной структурой при распространении теплового потока вдоль волокон. Вычисление эффективного коэффициента теплопроводности производится следующим образом:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_1 \cdot [(m_2)^2 \cdot \gamma + (1 - m_2)^2 + 4 \cdot \gamma \cdot m_2 \cdot (1 - m_2) / (1 + \gamma)].$$

Эта модель неприемлема для иглопробивных нетканых материалов, так как в местах прокола волокнистого холста ориентация волокон изменяется.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что моделирование структур материалов производится с определенными допущениями (заранее известные формы и взаимодействия структурных элементов), поэтому теоретические вычисления эффективного коэффициента теплопроводности являются приближенными.

При формировании пакетов с заданными теплофизическими характеристиками, необходимо применять системный подход, в соответствии с которым функциональная система характеризуется тремя принципиальными моментами:

- во-первых, в совокупность вовлекаются только специально выбранные компоненты;
- во-вторых, компоненты не просто взаимодействуют, а взаимодействуют для чего-то конкретного и определенного;
- в-третьих, в качестве системообразующего фактора фиксируется получение полезного результата.

Основные сложности при моделировании теплообменных процессов в многокомпонентных системах заключаются в различии структурно-механических свойств и условий применения дисперсных материалов. Задание размеров и расположения волокон при построении аналитической модели приводит к идеализированному представлению о теплообменных процессах, происходящих в нетканых полотнах, так как практически невозможно учесть контактную теплопроводность между элементами; градиент температуры на границе твердой и газовой фаз; формы и размеры пор, существующие в реальных условиях.

Тем не менее, дальнейшее развитие аналитических методов расчета теплофизических характеристик весьма перспективно, так как позволяет сократить затраты на проведение длительных, трудоемких и дорогостоящих экспериментов.

4.2. Разработка метода анализа и расчета эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала

Ни один из существующих методов анализа и расчета эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала не учитывает условий эксплуатации, а также хаотическое расположение волокон в клееных, термоскрепленных, иглопробивных нетканых полотнах [90].

При разработке нового метода можно представить нетканый материал как вязкоупругую сплошную среду, состоящую из волокон и имеющую капиллярно-пористое строение.

Установлено, что с увеличением объемной плотности дисперсного материала возрастает и коэффициент теплопроводности, это позволяет применить для анализа теплофизических свойств материала степенную зависимость:

$$\lambda_{\text{эф}} = L \cdot \rho^m,$$

где: $\lambda_{\text{эф}}$, – эффективный коэффициент теплопроводности;

ρ – плотность материала соответственно;

L – коэффициент пропорциональности;

m – показатель, характеризующий степень нелинейности функции.

Конкретные величины плотностей различных материалов варьируются в широком диапазоне значений ($0 < \rho < \infty$) и точно задать верхний предел сложно, поэтому целесообразнее рассматривать следующую зависимость:

$$\lambda_{\text{эф}} = L \cdot (\rho_M / \rho_B)^m,$$

то есть $\lambda_{\text{эф}} = F(\rho_M / \rho_B)$,

где: ρ_M, ρ_B – плотности материала и структурных элементов соответственно.

В случае, когда объемная пористость материала близка к 100 % величина $\rho_M / \rho_B \approx 0$ и, наоборот, при минимально возможной пористости значение ρ_M / ρ_B приближается к единице, т.е. $\rho_M \approx \rho_B$.

Для вычисления значений $\lambda_{\text{эф}}$, ρ_M/ρ_B , L и m используется метод исследования на экстремум заданной функции при наличии дополнительных условий:

$$F\left(\frac{\rho_M}{\rho_B}\right) = \begin{cases} 0 & \text{при } \rho_1 \leq \frac{\rho_M}{\rho_B} \leq \rho_2 \\ \left(\frac{\rho_M}{\rho_B} - \rho_2\right) & \text{при } \frac{\rho_M}{\rho_B} \geq \rho_2 \\ \left(\rho_1 - \frac{\rho_M}{\rho_B}\right) & \text{при } \frac{\rho_M}{\rho_B} \leq \rho_1 \end{cases}$$

где: ρ_1, ρ_2 – величины отношения ρ_M/ρ_B соответственно при минимальном λ_1 и максимальном λ_2 значениях эффективного коэффициента теплопроводности.

λ_1 и λ_2 зависят от плотности волокон, толщины и пористости материала и среды, заполняющей его поровое пространство.

При максимальной пористости ($0 < \rho_M/\rho_B \leq 0,05$) эффективный коэффициент теплопроводности материала практически равен коэффициенту теплопроводности среды, в данном случае воздуха, который при атмосферном давлении $P = 1,01 \cdot 10^5$ Па и температуре $t_{\text{воз}} = 0^\circ\text{C}$ равен $\lambda_{\text{воз}} = 0,02442$ Вт/(м·К).

Расчет численных значений $\lambda_{\text{эф}}$, ρ_M/ρ_B , L и m и построение (рис. 4.2.1) зависимости $\lambda_{\text{эф}} = F(\rho_M/\rho_B)$ проводились при помощи комплекса «MATHCAD». В результате проведенных расчетов были определены искомые величины, позволяющие рассчитать оптимальное значение $\lambda_{\text{эф}}$:

$$\lambda_{\text{эф}} = 0,982 \cdot (\rho_M/\rho_B)^{1,119}.$$

Следует отметить, что предложенный метод расчета требуемых значений эффективного коэффициента теплопроводности в зависимости от плотности дисперсной среды справедлив для всех материалов, имеющих капиллярно-пористую или пористую структуру [91].

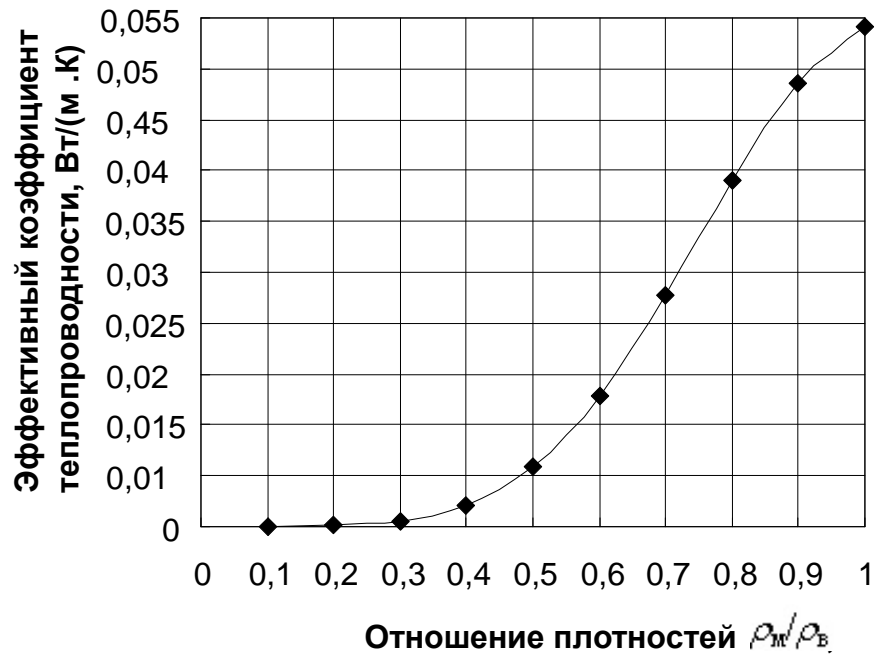


Рисунок 4.2.1 – Графическая интерпретация зависимости $\lambda_{\text{эф}} = F(\rho_M/\rho_B)$

4.3. Экспериментальная оценка модели температурной зависимости коэффициента эффективной теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала

С целью оценки правомерности применения аналитических зависимостей для расчета эффективного коэффициента теплопроводности $\lambda_{эф}$ были проведены экспериментальные исследования нетканого полотна с помощью модифицированного измерителя ИТ- λ -400 (рис. 4.3.1), в котором использован метод динамического калориметра. Измеритель теплопроводности ИТ- λ -400 позволяет проводить испытания образцов в температурном интервале от -50 °С до 200 °С с предельно допустимой погрешностью измерений не более 10 %.

Порядок выполнения измерений заключается в следующем. Испытуемый образец материала, диаметром 15 мм, помещается на контактную пластину (рис. 4.3.2) тепломера после и закрывается подвижной оболочкой, которая предохраняет измерительную ячейку от контакта с окружающей средой. После установки температуры, до которой необходимо нагреть образец, включают электронагреватель. Тепловой поток $Q(\tau)$, направленный снизу вверх, нагревает образец до заданной температуры. Температура стержня достигает ожидаемого значения при прохождении светового указателя прибора Ф136 через нулевую отметку. Переключая рукоятку переключателя «ИЗМЕРЕНИЕ» снимают показания прибора Ф136 n_0 и n_T (в микроамперах).

После определения n_0 и n_T устанавливают новое значение температуры и измерения повторяются.

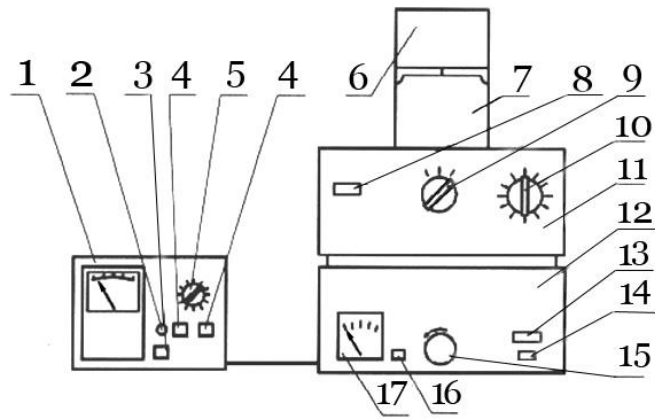


Рисунок 4.3.1 Общая схема измерительной установки ИТ-λ-400:

1. микровольтнаноамперметр Ф 136;
2. сигнальная лампа;
3. кнопка «Сеть» включения прибора Ф 136;
4. ручка переключения шкал прибора Ф 136;
5. ручка переключения диапазонов Ф 136;
6. блок жидкого азота;
7. верхняя часть измерительной ячейки;
8. сигнальная лампа блока измерения;
9. ручка «Измерение» переключателя контакта термопар;
10. ручка «Температура» переключателя предельных значений температуры нагрева ядра измерительной ячейки;
11. измеритель теплопроводности ИТ-λ-400;
12. блок питания и регулирования;
13. сигнальная лампа блока питания и регулирования;
14. кнопка «Сеть» включения питания и регулирования;
15. ручка регулировки напряжения на нагревателе;
16. кнопка «Нагрев» включения нагрева ядра измерительной ячейки;
17. вольтметр.

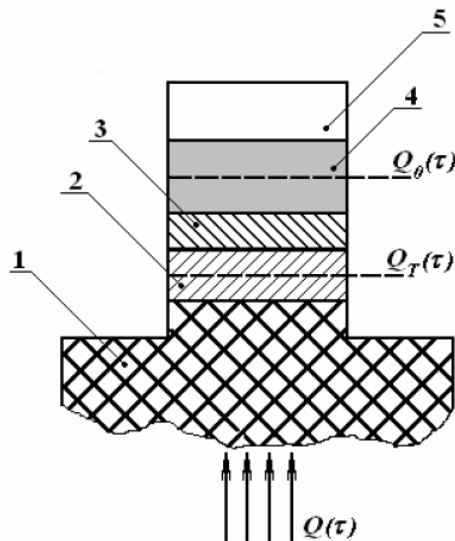


Рисунок 4.3.2 Тепловая схема метода: 1 – основание; 2 – пластина; 3 – пластина контактная; 4 – испытуемый образец; 5 - стержень

Расчет коэффициента теплопроводности производится в следующей последовательности.

Поправка на теплоемкость образца:

$$\sigma_c = C_o / [2 \cdot (C_o + C_c)],$$

где: C_o – полная теплоемкость образца, Дж/К;

$C_c(t)$ – полная теплоемкость стержня (в паспорте установки), Дж/К;

Тепловое сопротивление:

$$R_o = [\nu_o \cdot S \cdot (1 + \sigma_c) / (\nu_T \cdot K_T)] - \Delta R_k,$$

где: ν_o – перепад температур на образце, соответствующий значению n_o ;

ν_T – перепад температур на пластине, соответствующий значению n_T ;

S – площадь поперечного сечения образца, м²;

$K_T(t)$ – коэффициент, характеризующий теплопроводность пластины, Вт/К;

$\Delta R_k(t)$ – поправка, учитывающая сопротивление контакта, не идентичность и тепловое сопротивление заделки термопар, м²·К/Вт.

Значения $K_T(t)$ и $\Delta R_k(t)$, также как $C_c(t)$ заданы в паспортных данных установки.

Величина коэффициента теплопроводности образца:

$$\lambda = h / R_o,$$

где: h – толщина исследуемого образца, м.

Для проверки достоверности полученных результатов, в диапазоне температур от (–50) до (+ 10)⁰С, коэффициент теплопроводности образцов определяется стационарным методом аксиального теплового потока с активной тепловой защитой истока, разработанным на кафедре «Теоретических основ теплотехники» Московского энергетического института.

Для эксперимента был взят разработанный материал РМ-400 объемной плотностью $\rho_M = 51,4$ кг /м³. Перепад температур в образцах составлял 10⁰С, атмосферное давление $P = 1,01 \cdot 10^5$ Па, относительная погрешность измерений коэффициента теплопроводности не превышала 2,9 %.

В результате проведенных испытаний (табл. 4.3.1) были определены значения коэффициента пропорциональности (L) и показателя степени нелинейности функции (m) при заданных значениях ($t_{\text{возд.}}$) и ($\lambda_{\text{возд.}}$); эффективный коэффициент теплопроводности ($\lambda_{\text{эф}}$) и одновременно теоретически рассчитан эффективный коэффициент теплопроводности по формуле $\lambda_{\text{эф}} = 0,982 \cdot (\rho_M / \rho_B)^{1,119}$.

С целью подтверждения адекватности теоретической модели расчета эффективного коэффициента теплопроводности выполнена оценка относительной погрешности вычислений (ε):

$$\varepsilon = \frac{(\lambda_{\text{э}} - \lambda_{\text{т}})}{\lambda_{\text{э}}} \cdot 100, \%,$$

где: $\lambda_{\text{э}}$, $\lambda_{\text{т}}$ – экспериментальные и расчетные (теоретические) значения эффективного коэффициента теплопроводности соответственно.

Отклонения результатов (табл. 4.1.1) теоретических от экспериментальных данных находятся в пределах от -2,6 % до -8,3 %, что не превышает предельно допустимую погрешность измерений, и полностью подтверждает адекватность разработанной модели.

Таблица 4.1.1

Расчетные данные для определения эффективного коэффициента теплопроводности

Расчетные значения коэффициента пропорциональности (L) и показателя степени нелинейности функции (m) при заданных значениях $t_{\text{возд}}$ и $\lambda_{\text{возд}}$				Эффективный коэффициент теплопроводности $\lambda_{\text{эф}}$, Вт/(м·К)		Относительная погрешность ε , %
температура воздуха, $t_{\text{возд}}$, °C	коэффициент теплопроводности воздуха, $\lambda_{\text{возд}}$, Вт/(м·К)	L	m	расчетное значение	экспериментальное значение	
- 50	0,022	0,992	1,148	0,03924	0,0373	5,2
- 40	0,0228	0,988	1,139	0,04009	0,0380	5,5
- 30	0,0236	0,987	1,129	0,04119	0,0382	7,8
- 20	0,0244	0,982	1,119	0,04216	0,0389	8,3
- 10	0,0251	0,980	1,116	0,04243	0,0395	7,4
0	0,0259	0,977	1,113	0,04266	0,0410	4,0
10	0,0267	0,976	1,109	0,04309	0,0420	2,6

Полученные данные были обработаны с использованием программы Microsoft Excel, аппроксимация теоретических зависимостей эффективных коэффициентов теплопроводности от температуры среды показала линейный характер (рис. 4.3.3) с высокой теснотой связей результативного признака с исследуемым фактором:

$$\lambda_{\text{Э}} = 7\text{E-}05 \cdot t_{\text{возд}} + 0,0414, R^2 = 0,9401;$$

$$\lambda_{\text{Т}} = 8\text{E-}05 \cdot t_{\text{возд}} + 0,0393, R^2 = 0,9724.$$

Таким образом, полученные модели регрессии температурной зависимости коэффициента эффективной теплопроводности, которые хорошо аппроксимируют исходные данные и позволяют использовать данную модель для прогнозирования теплофизических свойств нетканого волокнистого полотна.

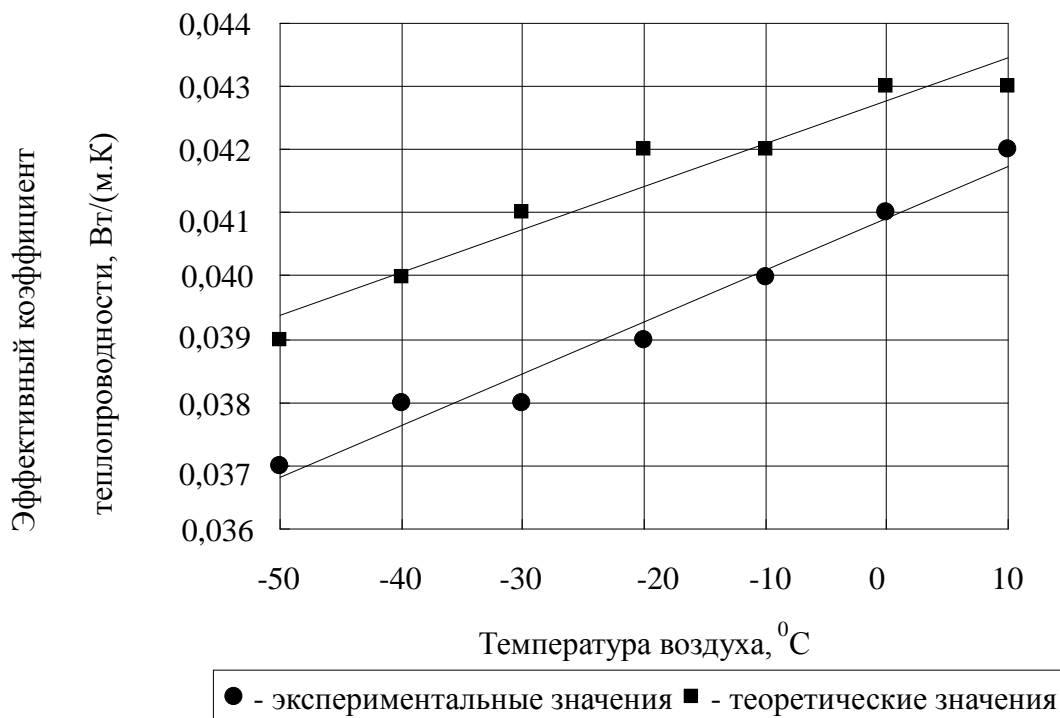


Рисунок 4.3.3 Температурная зависимость коэффициента эффективной теплопроводности материала PM-400

4.4. Исследования теплосохраниющей способности нетканых утеплителей

4.4.1. Теплопроводность иглопробивных нетканых материалов

Для исследования теплосохраниющей способности иглопробивных полотен был использован ранее разработанный нами материал, нетканые полотна ООО «Пинема» и «Сибур-Геотекстиль» (табл. 4.4.1.1). Значения $\lambda_{\text{в}}$ даны при температуре $0 - 10$ °С, давлении $1,01 \cdot 10^5$ Па и относительной влажности $60 - 65$ %, при вычислении $\rho_{\text{м}}/\rho_{\text{в}}$ использовались величины плотностей волокон, указанные в таблице 4.4.1.2. Удельная массовая теплоемкость воздуха в порах материала, в соответствии с условиями проведения эксперимента, при температуре 25 °С составляет $0,3606$ кДж/(кг·К).

Как видно из полученных результатов (рис. 4.4.1.1), основное значение для теплосохраниющей способности иглопробивных нетканых утеплителей имеет объемная плотность материала, так, с повышением $\rho_{\text{м}}$, адекватно увеличивается эффективный коэффициент теплопроводности иглопробивных материалов [92].

Таблица 4.4.1.1

Параметры иглопробивных нетканых утеплителей

№ образца	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, h, мм	Объемная плотность, $\rho_{\text{м}}$, кг/м ³	Удельная теплоемкость, λ , кДж/(кг·К)	Эффект. коэффициент теплопроводности, $\lambda_{\text{эф}}$, Вт/(м·К)
1	Разработанный материал (полиэфирное штапельное волокно РМ)	449	7,56	70,0	0,3859	0,036
2	Поливинилхлоридные штапельные волокна	160	2,88	55,6	0,4049	0,058
3	Волокно штапельное полипропиленовое	458	5,44	84,2	0,5066	0,109
4	Волокно штапельное полипропиленовое	295	2,42	121,9	0,5709	0,137
5	Волокно штапельное полиэфирное	303	1,75	173,1	0,4568	0,112

Параметры химических волокон

Вид химических волокон	Плотность, ρ_B , мг/мм ³	Удельная теплоемкость волокон C_B , кДж/(кг·К)	Коэффициент теплопроводности λ_B , Вт/(м·К)
Полиэфирные	1,38	1,13	0,147 - 0,151
Полипропиленовые	0,91	1,93	0,167
Поливинилхлоридные	1,39	1,47	0,160 - 0,210

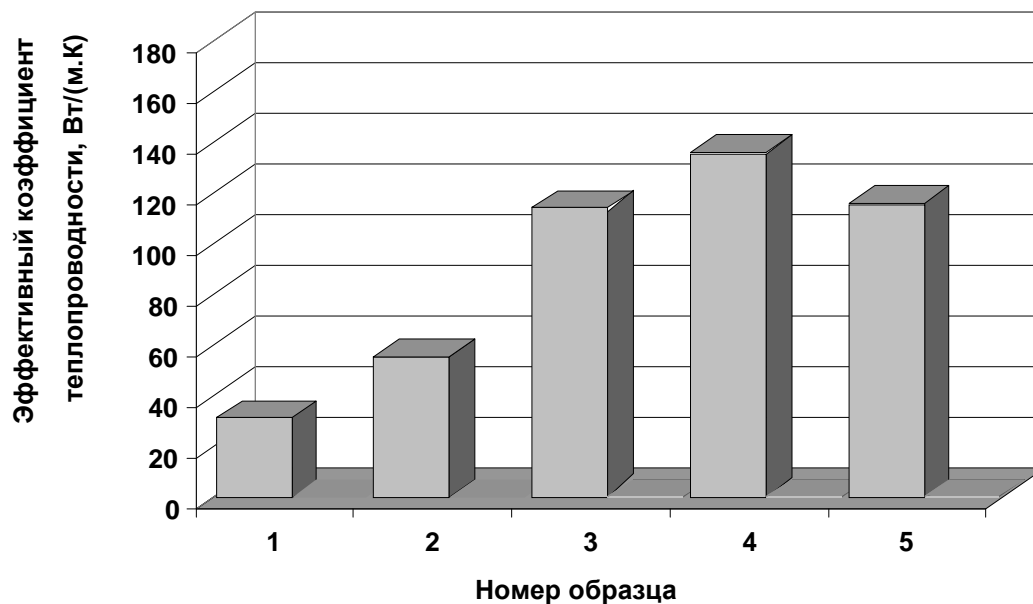


Рисунок 4.4.1.1 Теплосохраняющие свойства иглопробивных утеплителей

4.4.2. Исследования теплового сопротивления отдельных элементов верхней одежды для арктической зоны

Для оценки теплосохраниющих свойств составных элементов верхней одежды были взяты элементы костюма (куртка и полукомбинезон) утепленного специального с двумя утеплителями и съемным капюшоном камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима» (ТУ 8585-08894280-319-14) (табл. 4.4.2.1).

Нами проведены исследования теплосохраниющей способности нетканых утеплителей. Для исследования теплосохраниющей способности иглопробивных полотен были использованы ранее указанный пакет одежды с применением разработанного утеплителя с разными поверхностными плотностями.

Как видно из полученных результатов основное значение для теплосохраниющей способности иглопробивных нетканых утеплителей имеет объемная плотность материала, так, с ее повышением адекватно увеличивается эффективный коэффициент теплопроводности иглопробивных материалов.

Таблица 4.4.2.1

Тепловое сопротивление отдельных элементов верхней одежды для арктической зоны РФ, носимой военнослужащими

Наименование элементов комплекта одежды	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина при давлении 0,2 кПа, h, мм	Суммарное тепловое сопротивление, R_0 , м ² ·К/Вт	Темп охлаждения, с	Пористость, П, %	Объемная плотность ρ_M , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К)
Утеплитель «PM 200»	213	7,3	0,412	1117	98,7	17,31	0,039
Пакет № 1 с утеплителем PM-400	2100	63,2	0,74	1003	96,9	42,38	0,035
Пакет № 1 с утеплителем PM-350	2050	61,3	0,72	1185	96,8	43,52	0,035
Пакет № 1 с утеплителем PM-300	2000	60,2	0,70	1080	95,6	60,25	0,038
Пакет № 1 с утеплителем PM-250	1980	58,0	0,69	948	94,3	79,16	0,042
Пакет № 1 с утеплителем PM-200	1979	57,3	0,68	1145	94,1	81,20	0,043
Пакет № 1 с утеплителем PM-150	1882	39	0,67	1026	93,8	85,55	0,043
Пакет 1 с утеплителем PM-100	1800	38,0	0,56	807	92,8	99,11	0,046

Определение теплопроводности пакетов материалов производилось на приборе «измеритель теплопроводности ИТ-λ-400» по методике, изложенной в разделе 4.3.

Как видно из полученных результатов, теплопроводность исследуемых образцов линейно зависит от их объемной плотности и пористости (рис. 4.4.2.1, 4.4.2.2).

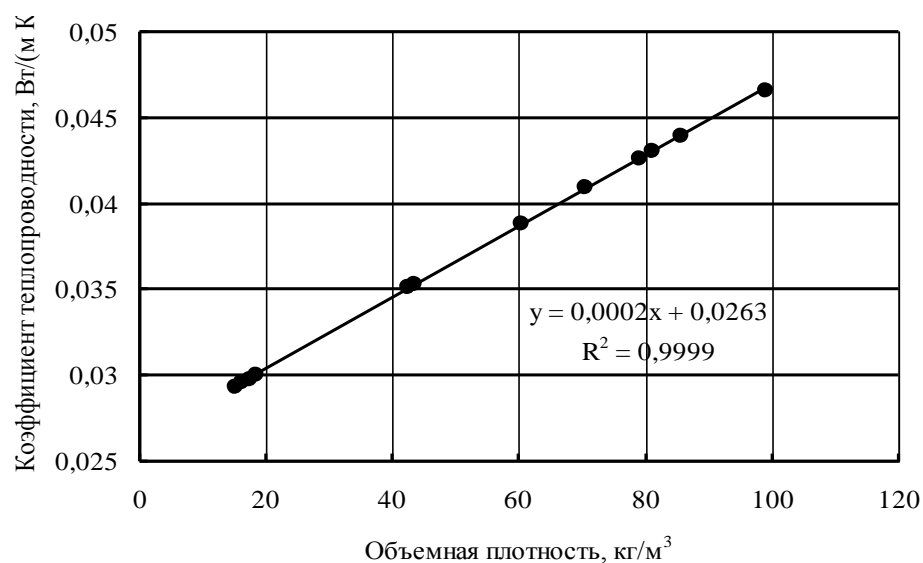


Рисунок 4.4.2.1 Влияние объемной плотности утеплителя на теплопроводность

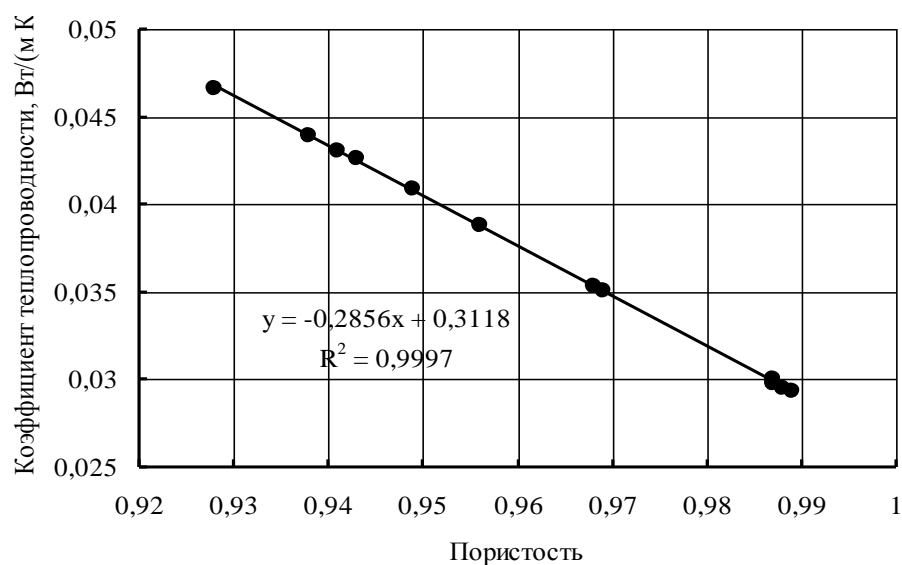


Рисунок 4.4.2.12 Влияние пористости утеплителя на теплопроводность

Численный анализ, проведенный при помощи табличного редактора Microsoft Excel, позволил установить следующие математические зависимости:

$$\lambda = 0,0002 \rho_M + 0,0263, \text{ достоверность аппроксимации } R^2 = 0,9999;$$

$$\lambda = -0,2856 P + 0,3118, \text{ достоверность аппроксимации } R^2 = 0,9997.$$

Следует отметить, что приведенные уравнения справедливы в исследованных интервалах плотности и пористости [88].

Полученные математические модели позволяют подбирать необходимую толщину утеплителя для обеспечения необходимой теплопроводности при заданной объемной плотности материала.

4.4.3. Расчет толщины теплоизоляционного материала

Определение температуры на внешней поверхности теплоизоляции производится из условия непрерывности входящих и выходящих тепловых потоков на границе двух сред: поверхности тела и окружающей среды [93]. Считая, что в теплоизоляционном слое отсутствуют источники тепла и тепловой поток одномерный и стационарный, уравнение теплопроводности имеет вид:

$$\lambda = \frac{Q \cdot h}{F \cdot (t_m - t_{cp})},$$

где: Q – тепловой поток (тепловыделения организма человека), Вт;

h – толщина материала, м;

F – площадь образца, 1 м^2 ;

t_m, t_{cp} – температуры тела и окружающей среды соответственно, $^{\circ}\text{C}$.

Расчеты проводились на основании характеристик среднестатистического человека, массой 70 кг, ростом 170 см. В зависимости от степени физического напряжения тепловыделения организмом составляют:

- в состоянии покоя - до 283 кДж/ч = 78,611111 Вт;
- при легкой физической работе - более 283 кДж/ч = 78,611111 Вт;
- при работе средней тяжести - до 1256 кДж/ч = 348,88889 Вт;
- при тяжелой работе -1256 кДж/ч = 348,88889 Вт и более.

Для комфортных условий работы необходимо, чтобы тепловыделение организма равнялось его теплоотдаче, при этом температура внутренних органов человека остается постоянной (около $36,6^{\circ}\text{C}$). Следовательно:

$$h = \frac{\lambda \cdot (36,6 - t_{cp})}{Q}.$$

Согласно полученной модели ($\lambda = 0,0002 \rho_M + 0,0263$) был произведен расчет толщины теплоизоляции одежды при легкой и средней тяжести физической работе для значений температуры окружающей среды от -10 до -50°C в зависимости от плотности теплоизолирующего текстильного материала (табл. 4.4.3.1).

Расчет необходимой толщины утеплителя

Объемная плотность утеплителя, ρ_m , кг/м ³	Теплопроводность, λ , Вт/(м·К)	Перепад температур, $(36,6 - t_{cp})$ °С	Расчетная толщина утеплителя, h , мм	
			легкая физическая работа	работа средней тяжести
15	0,0293	46,6	17,36	4,75
25	0,0313	46,6	18,55	5,07
50	0,0363	46,6	21,51	5,88
75	0,0413	46,6	24,48	6,70
100	0,0463	46,6	27,44	7,51
15	0,0293	56,6	21,09	5,59
25	0,0313	56,6	22,53	5,97
50	0,0363	56,6	26,13	6,92
75	0,0413	56,6	29,73	7,88
100	0,0463	56,6	33,33	8,83
15	0,0293	66,6	24,82	6,43
25	0,0313	66,6	26,51	6,87
50	0,0363	66,6	30,75	7,97
75	0,0413	66,6	34,99	9,06
100	0,0463	66,6	39,22	10,16
15	0,0293	76,6	28,55	6,43
25	0,0313	76,6	30,49	6,87
50	0,0363	76,6	35,37	7,97
75	0,0413	76,6	40,24	9,06
100	0,0463	76,6	45,11	10,16
15	0,0293	86,6	32,27	7,27
25	0,0313	86,6	34,48	7,76
50	0,0363	86,6	39,98	9,01
75	0,0413	86,6	45,49	10,25
100	0,0463	86,6	51,00	11,49

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

Разработана концепция создания и научного обоснования оптимального волокнистого состава, структуры, технологии производства, оптимизации режимов и параметров изготовления нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды.

Предложена модель прогнозирования теплофизических свойств и толщины нетканого волокнистого полотна на основе экспериментально полученных регрессионных моделей температурной зависимости эффективного коэффициента теплопроводности, расширяющая границы применимости полученных результатов.

Разработан метод расчета и выявлены зависимости требуемых значений эффективного коэффициента теплопроводности от плотности среды для нетканых утепляющих материалов.

Доказана и экспериментально подтверждена теоретическая модель расчета эффективного коэффициента теплопроводности.

Получены регрессионные модели температурной зависимости эффективного коэффициента теплопроводности.

Получены новые данные по теплофизическим и потребительским свойствам нетканых утепляющих материалов и пакетов спецодежды.

Экспериментально обосновано, что основное значение для теплосохраниющей способности иглопробивных нетканых утеплителей имеет объемная плотность материала, так, с ее повышением адекватно увеличивается эффективный коэффициент теплопроводности иглопробивных материалов.

По результатам оценки полученных результатов определены математические модели пакетов, позволяющие прогнозировать и подбирать необходимую толщину утеплителя для обеспечения необходимой теплопроводности при заданной объемной плотности материала.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработана концепция создания и научного обоснования оптимальных комплектов одежды для арктической зоны на базе системного подхода к структуре пакета утеплителя.

2. Исследованы особенности расчета эффективного коэффициента теплопроводности для разных структурных моделей волокнистых и дисперсных утеплителей и составляющих ее элементов.

3. Получены новые сравнительные данные о структурных, механических теплофизических свойствах нетканых утеплителей, используемых в современной одежде для арктической зоны.

4. Предложена модель прогнозирования теплофизических свойств и толщины нетканого волокнистого полотна на основе экспериментально полученных регрессионных моделей температурной зависимости эффективного коэффициента теплопроводности, расширяющая границы применимости полученных результатов.

5. Исследованы характеристики, определяющие сохраняемость пакетов при эксплуатации - упругость при многократном смятии (неизменная толщина пакета), миграция волокна.

6. Доказано, что для сохранения теплозащитных свойств пакета должна сохраняться его толщина, а упругость не менее 70 %. На основании выполненных исследований предложен метод определения однократного и многократного сжатия, вошедший в ГОСТ Р 57027—2016 «Полотна нетканые термоскрепленные объемные синтетические. Общие технические условия».

7. Разработан нетканый теплозащитный материал, структура и волокнистый состав которого обеспечивает заданные показатели упругости при многократном сжатии. Проведены исследования и установлен оптимальный состав и структура нетканого утеплителя и пакета материалов для спецодежды, используемой в арктической зоне.

8. Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что на их основе подготовлено и утверждено изменение № 3 в нормативно-техническую документацию ТУ 8585-08894280-319-14 «Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима».

9. Произведена и подтверждена производственная и эксплуатационная проверка разработанных нетканых материалов, изделий из них и концепция их разработки. Проведена оценка теплового сопротивления элементов верхней одежды для особо холодных климатических условий. Представлены расчеты необходимой толщины пакетов теплозащитных изделий для разного температурного диапазона. Полученные теоретические модели использованы для определения толщины утеплителей для применения в защитной одежде при температурах окружающего воздуха -10, -20, -30, -40 и -50°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев Г.М., Приближенный тепловой расчет одежды. / М.: Гизлегпром. Труды ВНИИШП, № 6, 1957.
2. Айзенштат Б.А., Методы расчета и результаты определений некоторых биоклиматических характеристик. Вопросы биометеорологии и актинометрии / Труды САНИГМИ. вып. 22 (37), 1965.
3. Бартон А., Эдхолм О., Человек в условиях холода. / М.: ИЛ. 1957.
4. Колесников П.А., Теплозащитные свойства одежды. / М.: Л. инд. 1965.
5. Колесников П.А., Принципы построения рациональной теплозащитной одежды / ЛДНТП. 1961.
6. Будыко М.И. Климатические факторы теплоощущения человека. / Изв. АН СССР сер. геог. № 3, 1960.
7. Бокша В.Г. Справочник по климатотерапии. / Киев: Здоровье. 1989.
8. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Жагина И.Н., Мухамеджанов Г.К. Нетканые утепляющие и формоустойчивые прокладочные материалы и наполнители для швейных изделий (учебное пособие). / Москва, МГУДТ. 2016.
9. Gagge A.P. A practical system of units for the description of the heat exchange of man with his environment. / Science. Vol. 94, 1941.
10. Лиопо Т.Н. Климатические условия и тепловое состояние человека. / Л.: Гидрометеиздат. 1971.
11. De Freitas C.R. Human climates of Northern China. / Atmospheric Environment. Vol. 13, 1979.
12. Расторгуева Л.Н. Средства индивидуальной защиты человека от холода на севере. Традиции и современные разработки. / Якутск. М.АН Республики Саха. 1999.
13. Бессонова Н.Г. Разработка методов и исследование теплофизических свойств текстильных материалов и пакетов при действии влаги и давления. / Автореф. 2005.
14. Гущина К.Г. Теплозащитные свойства материалов и пакетов одежды / Швейная промышленность. № 5, 1991.

15. ГОСТ Р 12.4.236-2011 ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур / Технические требования.
16. Кондратьев Г.М. Приближенный тепловой расчет одежды / М.: Гизлегпром. Труды ВНИИШП. № 6, 1957.
17. Григорьева Е.А. Оценка теплоизоляционных свойств одежды человека в климатических условиях Дальнего востока России / Изв. самар. НЦ РАН. 2012.
18. Лиопо Т.Н. Климатические условия и тепловое состояние человека / Л.: Гидрометеиздат. 1971.
19. De Freitas C.R. Human climates of Northem China / Atmospheric Environment. Vol. 13, 1979.
20. Кудрявцев В.И. Измерительно-расчетный комплекс для исследования теплозащиты спецодежды / Новочеркасск. ЮГРТУ. 2000.
21. Бринк И.Ю. Основные эргонометрические и теплообменные особенности функционирования системы «Человек-среда» в условиях стационарных наблюдений / М.: Станкин. 2003.
22. Колесников П.А., Гущина К.Г. Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов одежды / Труды ЦНИИШП. № 10, 1962.
23. Третьякова Л.И. Изучение теплозащитных свойств ватных прокладок / Изв. вузов. Технология легкой промышленности. № 1, 1958.
24. Третьякова Л.И. О тепловом расчете одежды / Изв. вузов. № 6, 1962.
25. Григорьева Е.А. Оценка теплоизоляционных свойств одежды человека в климатических условиях Дальнего востока России / Изв. Самар. НЦ РАН. т. 14, № 5 (2), 2012.
26. Колесников П.А. Гущина К.Г. Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов одежды / Труды ЦНИИШП. № 10, 1962.
27. Лебедева Е.О. Исследование и разработка пакета специальной теплозащитной одежды с повышенной устойчивостью к ветру / ЮРГУЭС. 2006.
28. ГОСТ 12.4.236-2007 ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования.

29. Голубкова Н. Р. Проблемы выбора и использования синтетических утеплителей в одежде / Мир текстиля. № 1, 2012.
30. Коблякова Е.Б. Основы конструирования одежды / М.: Легкая индустрия». 1980.
31. Кононова О.В. Инновационный подход к проектированию теплозащитного пакета для антиэлектростатической одежды / Современные наукоемкие технологии. № 8, 2013.
32. Сильников М.В. Пакет материалов с повышенными теплосберегающими свойствами / Пат. РФ 2165228. 20.04. 2001.
33. Перепелкин К.Е. Химические волокна. Развитие производства, методы получения, свойства, перспективы / СПб. 2008.
34. Юркевич В.В. Технология производства химических волокон / М.: Химия. 1987.
35. Папков С.П. Теоретические основы производства химических волокон / М.: Химия. 1990.
36. Дружинина Т.В. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование / М.: Изд-во МГТУ. 2007.
37. Зверев М.П. Волокнистые материалы из ориентированных пленок / М.: Химия. 1985.
38. Перепелкин К.Е. Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов / Химические волокна. № 2, 2005.
39. Перепелкин К.Е. Особенности получения волокон из полимеров с различной жесткостью цепей макромолекул / Химические волокна. № 3, 1984.
40. Перепелкин К.Е. Химические волокна. Развитие производства, методы получения, свойства, перспективы / СПб. 2008.
41. Atul Dahiya, M. G. Kamath, Raghavendra R. Hegde (Ramaiah Kotra & Naoming Rong) / Melt blown technology. Updated, April, 2004.
42. Синдеев А.А. Производство волокнистых материалов аэродинамическим способом / Реф. сб. серия «Промышленность химических волокон». 2010.

43. Мухамеджанов Г.К. Сырье для производства нетканых утеплителей / Легкая промышленность. Курьер. № 7, 2011.
44. Мухамеджанов Г.К. Российский рынок нетканых утеплителей: состояние, основные типы и способы производства, особенности, методы испытаний и свойства / Рабочая одежда и средства инд. защиты. 2009.
45. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Жагина И.Н., Мухамеджанов Г.К. Ассортимент и области применения синтетических утеплителей / Дизайн и технологии. № 34(76), 2013.
46. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Меркулова А.В. Развитие технологических решений для теплозащитной одежды. Современные наукоемкие технологии. Технические науки / ЮРГУЭС. № 8, 2013.
47. Мухамеджанов Г.К. Сырье для производства нетканых утеплителей / Легкая промышленность. Курьер. № 7, 2011.
48. Мухамеджанов Г.К. Российский рынок нетканых утеплителей: состояние, основные типы и способы производства, особенности / Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. № 3, 2009.
49. Назаров Ю.П. Технология производства нетканых материалов / М.: Легкая индустрия. 1970.
50. Мухамеджанов Г.К. Современные нетканые утеплители: состояние, основные типы и способы производства / Рабочая одежда. № 3, 2011.
51. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.
52. Прибор для определения воздухопроницаемости тканей. / Электронный ресурс: <http://ufapribor.ru/catalog/152/774>.
53. Электронный ресурс: <http://ru.allreadable.com/41d2EGD8>.
54. Таусиф Мухаммад Характеристика двухслойных гидропереплетенных нетканых материалов / Университет Лидса. 2013.
55. Handbook of nonwovens. P. 410.

56. Vaananen R., Heikkila P., Tuominen M. Fast and efficient surface treatment for nonwoven materials by atmospheric pressure plasma / *Autex Researches Journal*, vol. 10 № 1, March 2010.

57. M.G. Kamath, Atul Dahiya, Raghavendra R. Hegde (Xiao Gao & Hsu-Yeh Huang) / *Thermal bonding of nonwoven fabrics*. april, 2004.

58. Akshaya Jena and Krishna Gupta. Effects of compressive stress on pore volume of nonwovens. / *Porous Materials, Inc. Ithaca, New York*. 2005.

59. Киселев А.М. Прогнозирование разрывной нагрузки нетканых материалов на основе математического моделирования их геометрической структуры / *Технология текстильной пром-ти*. № 5 (334), 2011.

Родичева М.В., Исследование теплофизических показателей современных утеплителей / *Технология текстильной пром-ти*. 5 (334), 2011.

60. Трещалин М.Ю., Мухамеджанов Г.К., Лепаква Н.М., Мандрон В.С. и др. нетканые материалы технического назначения (теория и практика) / М.: ООО НТЦ «Рубеж». 2007.

61. Родичева М.В., Абрамов А.В., Павловская А.А. исследование показателей современных нетканых утеплителей / *Технология текст. промышленности*. № 11, 2010.

62. Киселев А.М. Математическое моделирование процесса сжатия волокнистых материалов в массе / *Изв. вузов*. № 5, 2010.

63. Родичева М.В., Абрамов А.В., Павловская А.А. Исследование теплоф. показателей современных утеплителей / *Технология текст. пр-ти*. № 5, 2011.

64. Мухамеджанов Г.К. Состояние, основные типы и способы пр-ва, особенности, методы испытаний и свойства / *Рабочая одежда*. № 3 (46), 2009.

65. Мухамеджанов Г.К. О миграции волокон / *Техн. текстиль*. № 4, 2002.

66. Мухамеджанов Г.К. Как снизить риск миграции волокон нетканого утеплителя на поверхность одежды / *Технический текстиль*. №4, 2002.

67. Мухамеджанов Г.К. Нетканые объемные утеплители и наполнители / *Рынок легкой промышленности*. №110, 2014.

68. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Жагрина И.Н., Мухамеджанов Г.К. Теплоиз. материалы для одежды военнослужащих / Рабочая одежда. №2, 2013.
69. Мухамеджанов Г.К. Как снизить риск миграции волокон нетканого утеплителя на поверхность одежды? / Технический текстиль. №4, 2002.
70. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Жагрина И.Н., Мухамеджанов Г.К. Исследование миграции волокон в пакетах одежды и способы ее устранения / Дизайн и технологии. № 39(81), 2014.
71. Гензер М.С. Производство нетканых полотен / Легкая и пищевая промышленность. 1982.
72. Советников Д.А., Мухамеджанов Г.К. Теплозащитные свойства нетканых утеплителей / Легкая промышленность. Курьер. № 1, 2015.
73. Васильев Л.Л. Теплофизические свойства плохих проводников тепла / Минск: Наука и техника. 1967.
74. Васильев Л.Л. Исследования по теплопроводности / Минск: Наука и техника. 1967.
75. Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов / М.: Изд. физ.- мат. литературы. 1962.
76. Бузов Б.А. Исследование материалов для одежды в условиях пониженных температур / М.: Легпромбытиздат. 1985.
77. Мортон В.Е. Механические свойства текстильных волокон / Легкая индустрия. 1971.
78. Перепелкин К.Е. Новые перспективные технологии и новые виды волокон и волокнистых материалов в XXI веке / Рынок легкой пром-ти. 2005.
79. Кожевников И.Г. Теплофизические свойства материалов при низких температурах / Машиностроение. 1982.
80. Голянд М.М. Расчеты и испытания тепловой изоляции / Л.: Гостоптехиздат. 1961.
81. Немченко Э.А. Свойства химических волокон и методы их определения / М.: Химия. 1973.

82. Бузов Б.А. Свойства тканей из хим. волокон с повышенным сод-м влаги после действия низких температур / Научн. труды МТИЛП. 1981.

83. Фомченкова Л.Н. Нетканые материалы бытового назначения на отечественном рынке / Текстильная промышленность. № 11, 2007.

84. Советников Д.А., Державин Э.В., Мишаков В.Ю., Кирсанова Е.А. Исследование утеплителей и пакетов одежды ведомственного назначения / Дизайн и технологии. № 50 (92), 2015.

85. Куликов Б.П., Сахарова Н.А. Сравнительный анализ теплозащитных свойств пакетов материалов специальной одежды от пониженных температур / Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. № 3 (42), 2008.

86. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Кирсанова Е. А., Трещалин Ю. М. Исследование теплозащитных свойств нетканых утеплителей в пакетах одежды / Дизайн и технологии № 56(98), 2016.

87. Трещалин М.Ю., Киселев М.В., Мухамеджанов Г.К., Трещалина А.В. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов / монография, Кострома. 2013.

88. Трещалин М.Ю., Мухамеджанов Г.К. и др. Производство и методы испытаний нетканых материалов / монография, Москва. 2008.

89. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Кирсанова Е.А., Трещалин М.Ю. Теоретическое исследование волокнистых материалов с целью расчета и прогнозирования теплофизических свойств / Дизайн и технологии №57(99), 2017.

90. Якоб М. Вопросы теплопередачи / М.: Изд-во ин. литературы. 1960.

91. Кондтратьев Г.М. Регулярный тепловой режим / М.: Гостехиздат. 1954.

92. Кондтратьев Г.М. Тепловые измерения / М.: Машгиз. 1957.

93. Петухов Б.С. Опытное изучение процессов теплоотдачи / М.: Энергоиздат. 1952.

94. Советников Д.А., Мухамеджанов Г.К. О технических требованиях нетканых объемных синтетических полотен / Легкая пром-ть. Курьер. №6, 2015.

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА БЕЗОПАСНОСТИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель руководителя Службы -
начальник Управления материально-
технического обеспечения
7 Службы

В.И. Кубаев
«___» _____ 2014 г.

**КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ
УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ КАПЮШОНОМ, КАМУФЛИРОВАННОЙ ЦИФРОВОЙ
РАСЦВЕТКИ «ОСЕНЬ-ЗИМА»
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

ТУ 8585-08894280-319-14

Дата введения «___» _____ 2014 г.

Заместитель начальника Управления –
начальник 2 службы Управления
материально-технического
обеспечения
7 Службы

Г.П. Панасенко
«___» _____ 2014 г.

Копирование и распространение ТУ допускается только с разрешения
Федеральной службы безопасности Российской Федерации

2014 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
№	
дата	

Технические условия разработаны ООО «Военформ-дизайн» (г. Москва) в соответствии с государственным контрактом 1-2007/01-ВД от 10 января 2007 года, заключенным по результатам открытого конкурса на выполнение ОКР, (протокол № 9/3 от 26 декабря 2006 г.) и изменениями, внесенными в ТУ 8585-08894280-209-08 и ТУ 8585-08894280-210-08 в ходе эксплуатации изделий.

Настоящие технические условия распространяются на костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета.

Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета состоит из следующих компонентов:

- куртка утепленная и съёмный капюшон;
- куртка-подстежка на нетканом утеплителе с воротником из полотна ворсованного (далее – куртка нижняя);
- куртка-подстежка комбинированная на меху с воротником из овчины натуральной (далее – куртка нижняя меховая);
- полукомбинезон утепленный;
- подстежка полукомбинезона (далее – утепляющая подстежка).

Пример условного обозначения при заказе:

«Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета» по ТУ 8585-08894280-319-14.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета изготавливается в соответствии с требованиями настоящих технических условий, основами промышленных методов поузловой обработки форменной одежды военнослужащих и образцом, утвержденным в установленном порядке.

Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета может изготавливаться двух типов:

- тип А – для военнослужащих, проходящих военную службу в местности с особо холодным климатом;
- тип Б – для военнослужащих, проходящих военную службу в местности с холодным, умеренным и жарким климатом.

Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета тип А дополнена съёмным жилетом с электроподогревом.

1.2. Основные параметры и размеры.

1.2.1. Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета по размерам должна изготавливаться на типовую фигуру второй полнотной группы военнослужащих (табл. 1.), предусмотренных ГОСТ 23167, по обхвату груди с 88 по 128 см, по росту с 158 по 188 см.

Инд. №	Подп. и дата									
ТУ 8585-08894280-319-14										
ИЗ	Лис	№	Подп.	Дата						
Разраб.					КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЕМНЫМ КАПЮШОНОМ, ИССИНЯ-ЧЁРНОГО ЦВЕТА					
Пров.								Лит	Лист	Листов
Н.контр									2	55
УТВ.										

Таблица № 1

Номер полнотной группы	Обхват груди										
	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128
	Обхват талии										
2	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110
3	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116

1.2.2. Процентное соотношение размеров устанавливает заказчик.

1.2.3. Измерения готовых изделий должны соответствовать данным, указанным в таблицах 2 – 3 и на чертежах 8-15.

1.2.4. Уровень суммарного теплового сопротивления изделия должен соответствовать ГОСТ Р 12.4.236-2011 ССБТ.

1.2.5. Уровень напряженности электростатического поля на поверхности изделия для военнослужащих не должен превышать 15 кВт/м – должен соответствовать ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» или ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности».

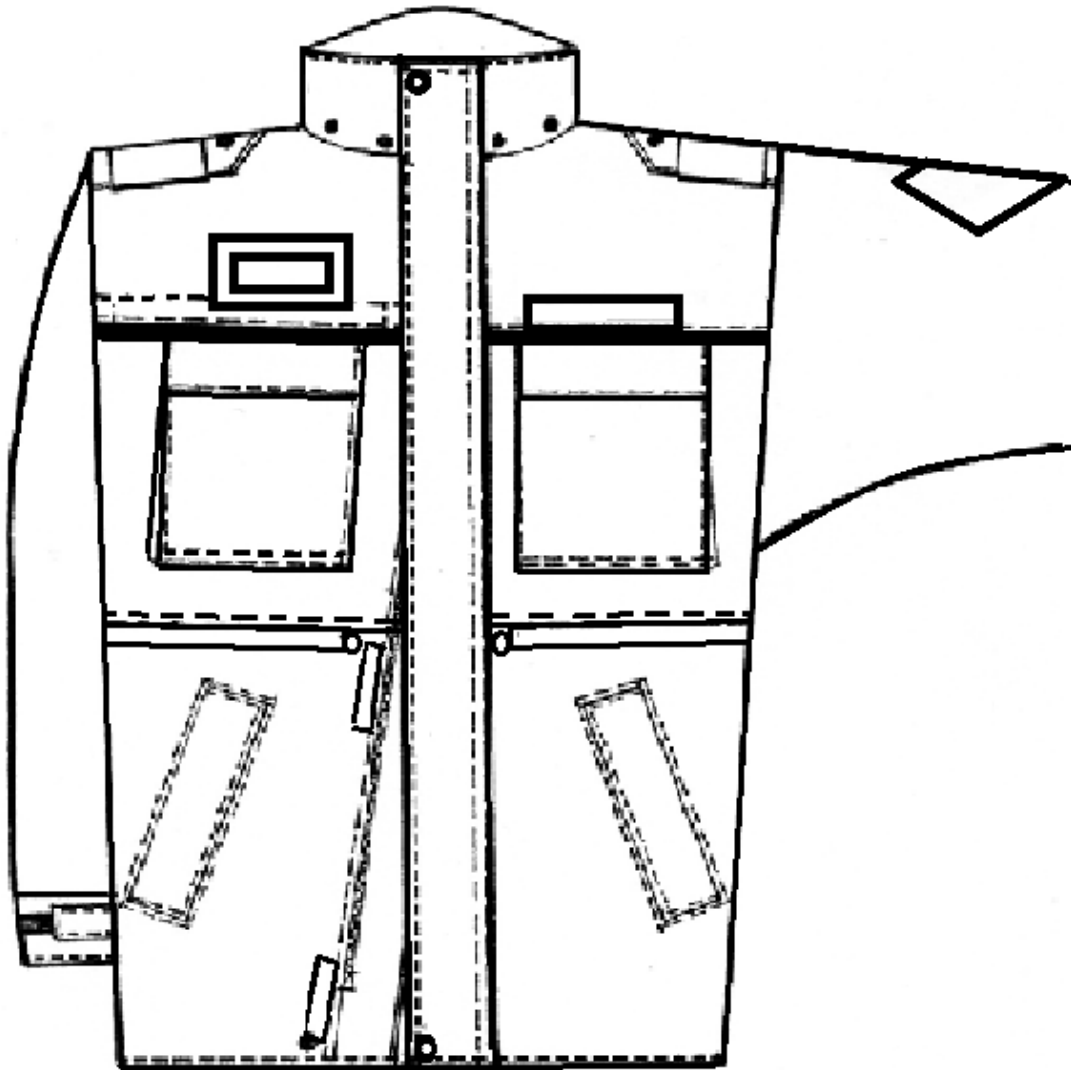
1.2.6. Цвета ткани по цветовому справочнику Pantone® должны соответствовать таблице 1.1.

Таблица № 1.1.

Условное наименование цвета	Номер цвета по Pantone®
Иссиня-чёрный*	19-4013 TCX DARK NAVY
Зелёный	19-5420 TCX EVER GREEN

*Соответствие эталону цвета должно определяться визуально при естественном (дневном) освещении или инструментальным методом. В последнем случае соответствие эталону определяется как общее цветовое различие (dE) в единицах CIELab (в соответствии со стандартом ISO 105), которое не должно быть более 1,0.

Интв. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
					ТУ 8585-08894280-319-14					3
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата						



Черт. 1

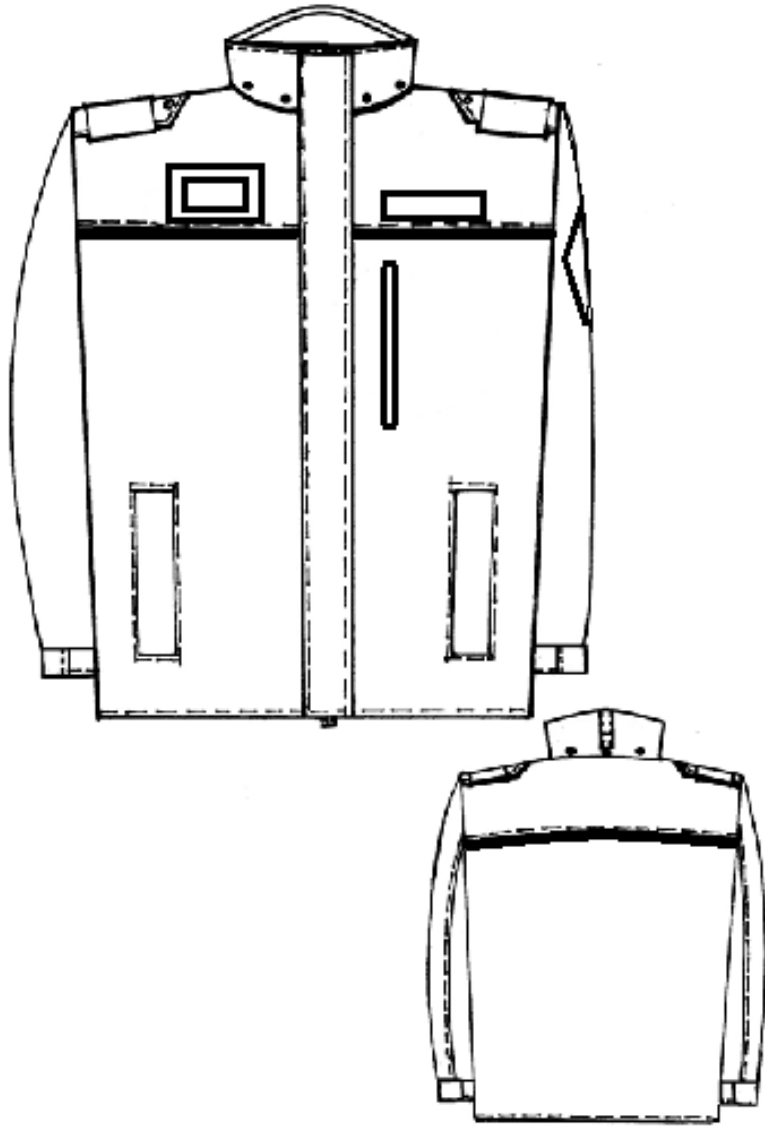
Изн. № одл.	Подп. и дата	Взам., инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				4



Черт.2

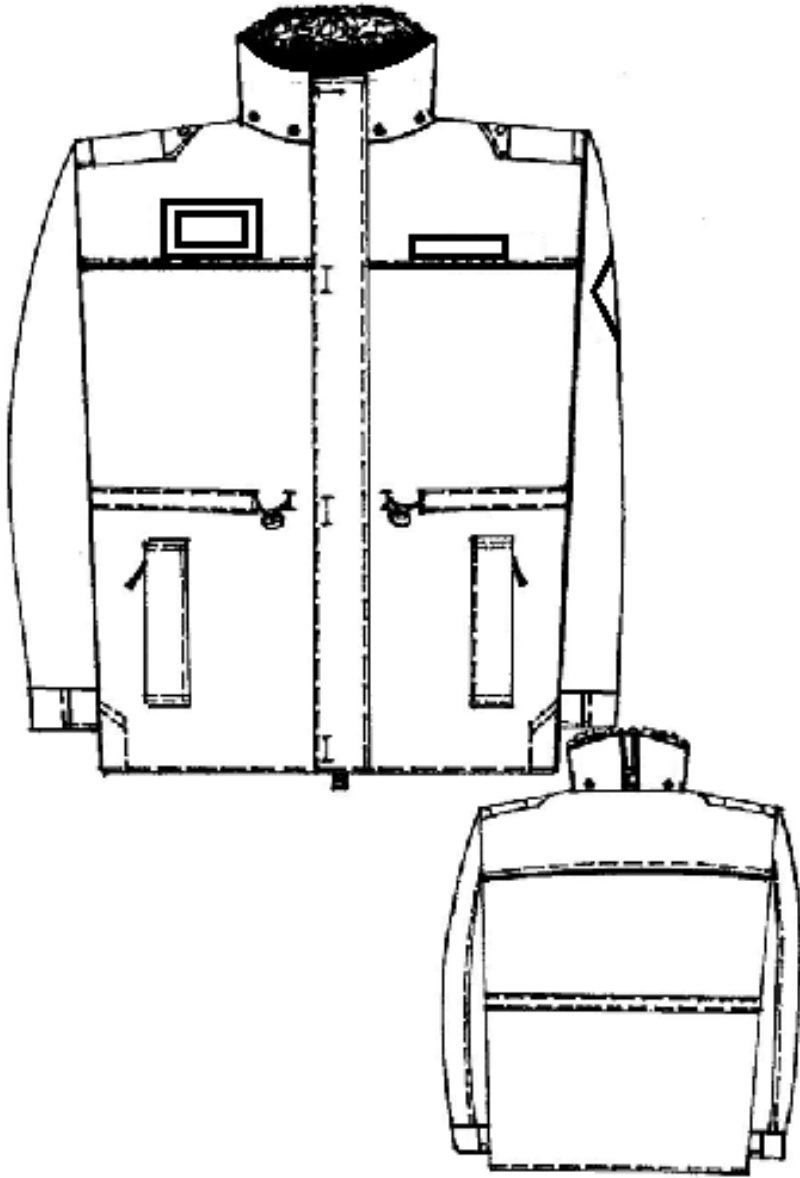
Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					ТУ 8585-08894280-319-14	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		5



Черт.3

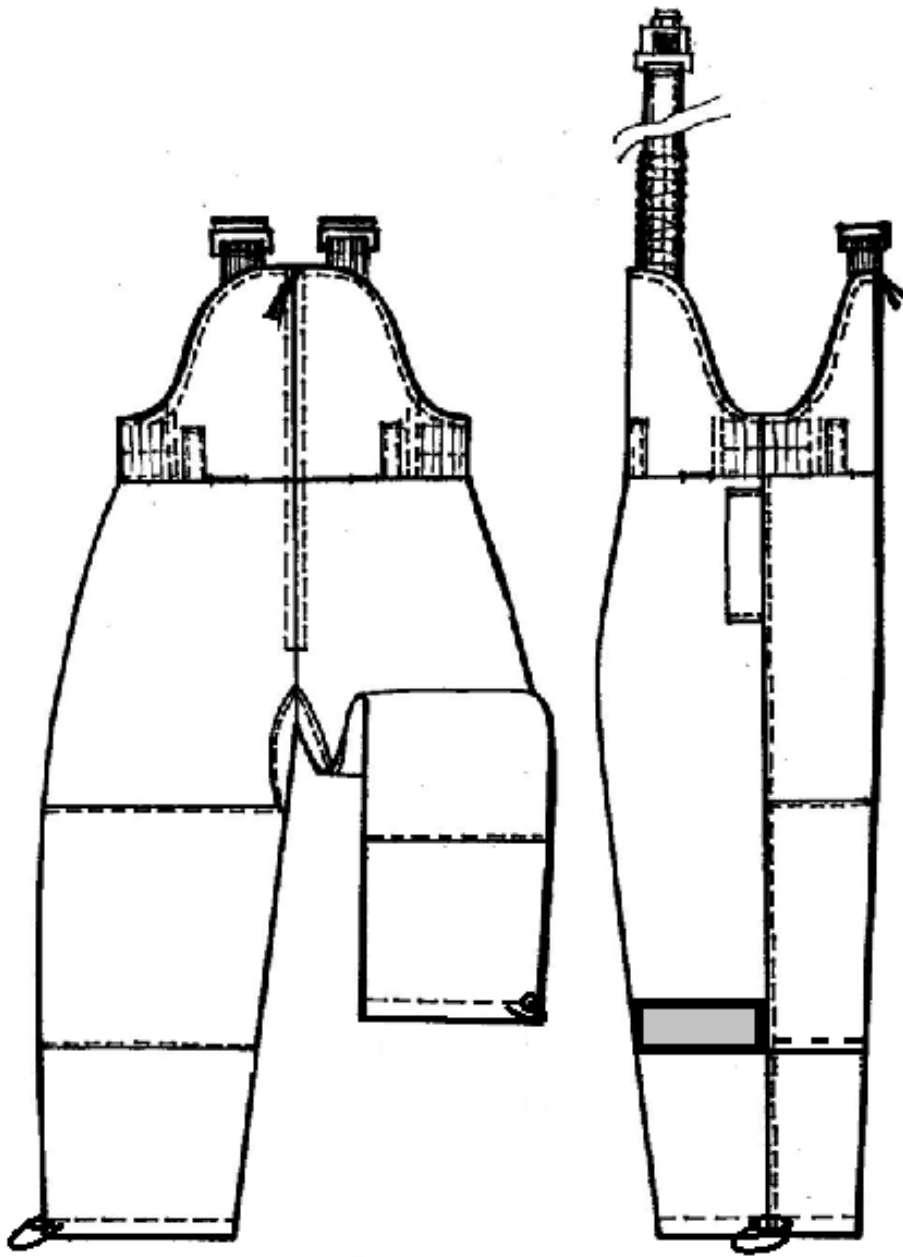
Инов. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				6



Черт.4

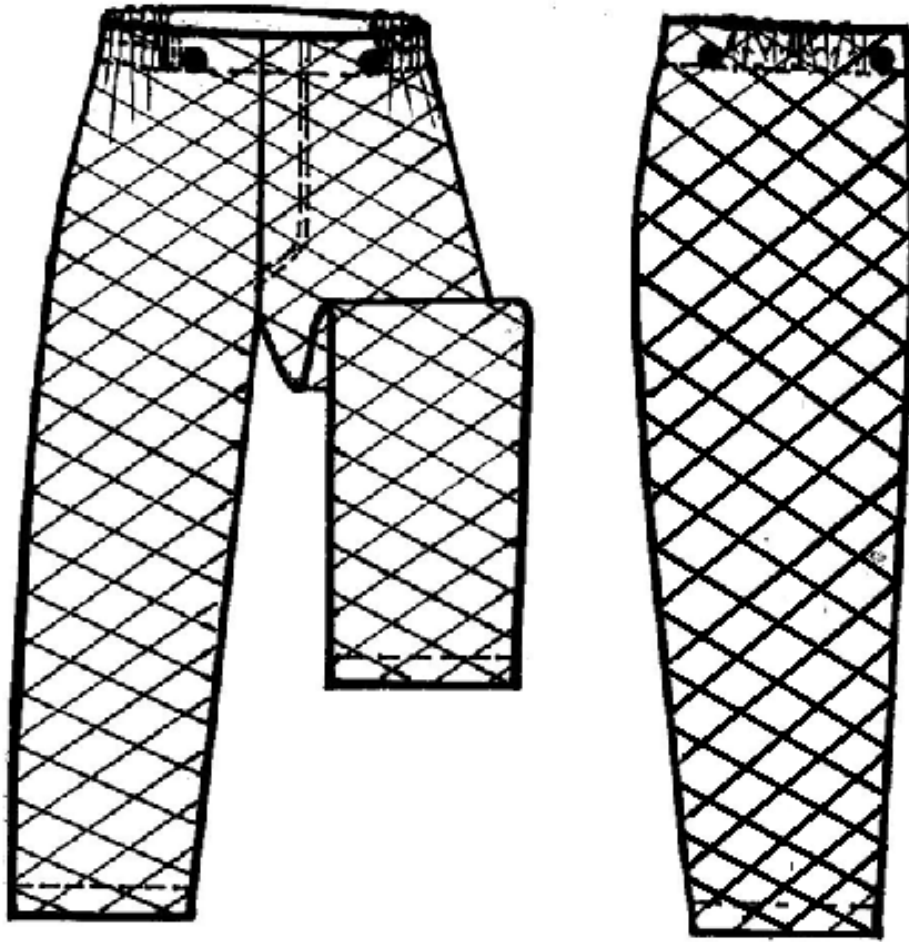
Инов.№ одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

					ТУ 8585-08894280-319-14	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		7



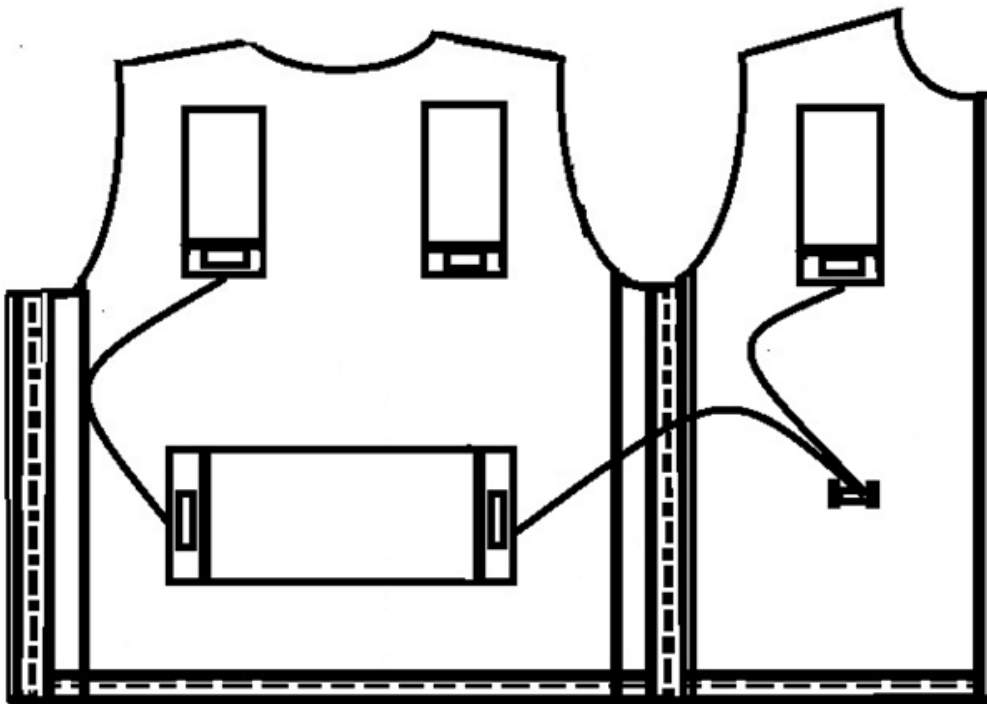
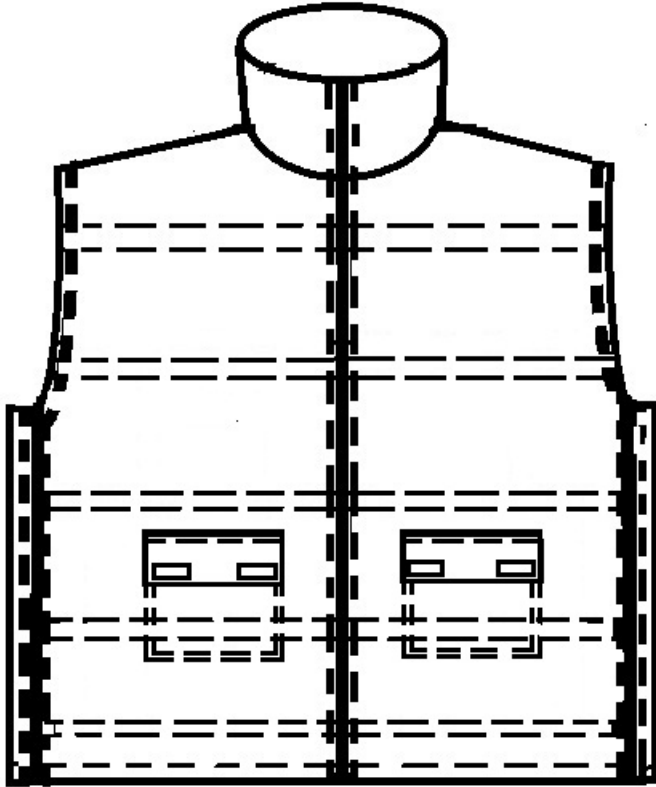
Черт.5

Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				8



Черт.6

Инов.№ одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				9



Черт.7

Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам., инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				10

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ КАПОШОНОМ, ИССИНЯ-ЧЁРНОГО ЦВЕТА (тип А, Б)

Таблица № 2 (в сантиметрах)

№ измерения	Наименование измерения	Полнотная группа	Рост	Обхват груди											Допускаемое отклонение(+/-)	
				88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
КУРТКА ВЕРХНЯЯ																
1.	Длина спинки посередине от шва втачивания воротника до низа.	2-3	158	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	83,5	1,0
			164	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5		
			170	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5		
			176	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5		
			182	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5		
			188	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5	93,5		
2.	Ширина спинки на уровне шва притачивания кокетки.	2-3	158													0,5
			-	51,6	53,0	54,4	55,8	57,2	58,5	60,0	61,4	62,8	64,2	65,6		
			188													
3.	Длина полочки от угла плечевого шва до низа параллельно краю борта	2-3	158	86,8	87,0	87,2	87,4	87,6	87,8	88,0	88,2	88,4	88,6	88,8	1,0	
			164	89,8	89,0	89,2	89,4	89,6	89,8	90,0	90,2	90,4	90,6	90,8		
			170	90,8	91,0	91,2	91,4	91,6	91,8	92,0	92,2	92,4	92,6	92,8		
			176	92,8	93,0	93,2	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6	94,8		
			182	94,8	95,0	95,2	95,4	95,6	95,8	96,0	96,2	96,4	96,6	96,8		
			188	96,8	97,0	97,2	97,4	97,6	97,8	98,0	98,2	98,4	98,6	98,8		
4.	Длина верхнего кармана	2-3	158												0,3	
			-	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0			
5.	Ширина верхнего кармана	2-3	158												0,3	
			-	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0			
188																

ТУ 8585-08894280-319-14

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата															
Изм.		Продолжение таблицы № 2																	
Лист																			
№ докум																			
Подп.																			
Дата																			
ТУ 8585-08894280-319-14		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
						88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128			
		6.	Длина клапана верхнего кармана	2-3	158 - 188	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	0,3
		7.	Ширина куртки на уровне глубины проймы от середины спинки до края борта	2-3	158 - 188	62,5	64,5	66,5	68,5	70,5	72,5	74,5	76,5	78,5	80,5	82,5	82,5	1,0	
		8.	Длина входа в боковой карман куртки цвет I	2-3	158 - 188	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	3,0	0,5	
		9.	Ширина куртки внизу от середины спинки до края борта.	2-3	158 - 188	61,0	63,0	65,0	67,0	69,0	71,0	73,0	75,0	77,0	79,0	81,0	81,0	0,5	
		10.	Длина воротника по шву втачивания.	2-3	158 - 188	55,0	56,4	57,8	59,2	60,6	62,0	63,4	64,8	66,2	67,6	69,0	69,0	0,5	
		11.	Длина рукава от высшей точки оката до низа ма жета	2-3	158 164 170 176 182 188	57,3 59,3 61,3 63,3 65,3 67,3	57,5 59,5 61,5 63,5 65,5 67,5	57,7 59,7 61,7 63,7 65,7 67,7	57,9 59,9 61,9 63,9 65,9 67,9	58,1 60,1 62,1 64,1 66,1 68,1	58,3 60,3 62,3 64,3 66,3 68,3	58,5 60,5 62,5 64,5 66,5 68,5	58,7 60,7 62,7 64,7 66,7 68,7	58,9 60,9 62,9 64,9 66,9 68,9	59,1 61,1 63,1 65,1 67,1 69,1	59,3 61,3 63,3 65,3 67,3 69,3	1,0		
		КУРТКА НИЖНЯЯ																	
		12.	Длина полочки от угла плечевого шва до низа параллельно краю борта	2-3	158 164 170 176 182 188	80,9 82,9 84,9 86,9 88,9 90,9	81,1 83,1 85,1 87,1 89,1 91,1	81,3 83,3 85,3 87,3 89,3 91,3	81,5 83,5 85,5 87,5 89,5 91,5	81,7 83,7 85,7 87,7 89,7 91,7	81,9 83,9 85,9 87,9 89,9 91,9	82,1 84,1 86,1 88,1 90,1 92,1	82,3 84,3 86,3 88,3 90,3 92,3	82,5 84,5 86,5 88,5 90,5 92,5	82,7 84,7 86,7 88,7 90,7 92,7	82,9 84,9 86,9 88,9 90,9 92,9	1,0		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата													
Изм.		Продолжение таблицы № 2															
Лист		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№ докум		13.	Длина спинки посередине от шва втачивания воротника до низа.	2-3	158 164 170 176 182 188	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	1,0	
Подп.		14.	Ширина спинки в самом узком месте.	2-3	158 -188	48,6	50,0	51,4	52 8	54,2	55,6	57,	58,4	59,8	61,2	62,6	0,5
Дата		15.	Ширина куртки на уровне глубины проймы от середины спинки до края борта	2-3	158 -188	62,7	63,9	65,1	66,3	67,5	68,7	69,9	71,1	72,3	73,5	74,7	1,0
	ТУ 8585-08894280-319-14	16.	Длина входа в боковой карман	2-3	158 - 188	21,0	21,0	21,0	1,0	21,0	22,0	2 0	22,0	22,0	22,0	22,0	0,5
		17.	Длина воротника по шву втачивания.	2-3	158 -188	49,6	51,0	52,4	53,8	55,2	56,6	58,0	59,4	60,8	62,2	63,6	0,5
		18.	Длина рукава от высшей точки оката до низа манжета	2-3	158 164 170 176 182 188	57,6 59,6 61,6 63,6 65,6 67,6	57,8 59,8 61,8 63,8 65,8 67,8	58,0 60,0 62,0 64,0 66,0 68,0	58,2 60,2 62,2 64,2 66,2 68,2	58,4 60,4 62,4 64,4 66,4 68,4	58,6 60,6 62,6 64,6 66,6 68,6	58,8 60,8 62,8 64,8 66,8 68,8	59,0 61,0 63,0 65, 67,0 69,0	59,2 61,2 63,2 65,2 67,2 69,2	59,4 61,4 63,4 65,4 67,4 69,4	59,6 61,6 63,6 65,6 67,6 69,6	1,0

Продолжение таблицы № 2

КУРТКА НИЖНЯЯ МЕХОВАЯ

1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
				88	92	6	100	104	108	112	116	120	124	128	
19.	Длина спинки посередине от шва втачивания воротника до низа.	2-3	158 164 170 176 182 188	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	80,0 82,0 84,0 86,0 88,0 90,0	1,0
20.	Ширина спинки в самом узком месте.	2-3	158 - 188	48,6	50,0	51,4	52,8	54,2	55,6	57,0	58,4	59,8	61,2	62,6	0,5
21.	Длина полочки от угла плечевого шва до низа параллельно краю борта	2-3	158 164 170 176 182 188	80,9 82,9 84,9 86,9 88,9 90,9	81,1 83,1 85,1 87,1 89,1 91,1	81,3 83,3 85,3 87,3 89,3 91,3	81,5 83,5 85,5 87,5 89,5 91,5	81,7 83,7 85,7 87,7 89,7 91,7	81,9 83,7 85,9 87,9 89,9 91,9	82,1 84,1 86,1 88,1 90,1 92,1	82,3 84,3 86,3 88,3 90,3 92,3	82,5 84,5 86,5 88,5 90,5 92,5	82,7 84,7 86,7 88,7 90,7 92,7	82,9 84,9 86,9 88,9 90,9 92,9	1,0
22.	Ширина куртки на уровне глубины проймы от середины спинки до края борта	2-3	158 - 188	62,7	63,9	65,1	66,3	67,5	68,7	69,9	71,1	72,3	73,5	74,7	1,0
23.	Длина входа в боковой карман	2-3	158 - 188	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0,5
24.	Длина воротника по шву втачивания.	2-3	158 - 188	49,6	51,0	52,4	53,8	55,2	56,6	58,0	59,4	60,8	62,2	63,6	0,5
25.	Длина рукава от высшей точки оката до низа манжета	2-3	158 164 170 176 182 188	59,1 61,1 63,1 65,1 67,1 69,1	59,3 61,3 63,3 65,3 67,3 69,3	59,5 61,5 63,5 65,5 67,5 69,5	59,7 61,7 63,7 65,7 67,7 69,7	59,9 61,9 63,9 65,9 67,9 69,9	60,1 62,1 64,1 66,1 68,1 70,1	60,3 62,3 64,3 66,3 68,3 70,3	60,5 62,5 64,5 66,5 68,5 70,5	60,7 62,7 64,7 66,7 68,7 70,7	60,9 62,9 64,9 66,9 68,9 70,9	61,2 63,2 65,2 67,2 69,2 71,2	1,0

ТУ 8585-08894280-319-14

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Продолжение таблицы № 2															
	Лист															
№ докум																
Подп.																
Дата																
15	Лист															

№ измерения	Наименование Измерения	Полнотная группа	Рост	Обхват груди												Допускаемое отклонение(+/-)
				88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ПОЛУКОМБИНЕЗОН																
1.	Длина по боковому шву	2-3	158	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	1,0
			164	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	
			170	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	
			176	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	
			182	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	
2.	Длина по шаговому шву	2-3	158	68,96	68,92	68,88	68,84	68,8	68,76	68,72	68,68	68,64	68,60	68,56	1,0	
			164	72,46	72,42	72,38	72,34	72,3	72,26	72,22	72,18	72,14	72,10	72,06		
			170	75,96	75,92	75,88	75,84	75,8	75,76	75,72	75,68	75,64	75,60	75,56		
			176	79,46	79,42	79,38	79,34	79,3	79,26	79,22	79,18	79,14	79,10	79,06		
			182	82,96	82,92	82,88	82,84	82,8	82,76	82,72	82,68	82,64	82,60	82,56		
3.	Ширина на уровне среднего шва	2-3	158-188	37,8	39,0	40,2	41,4	42,6	43,8	45,0	46,2	47,4	48,6	49,8	1,0	
			158-188	23,4	24,0	24,6	25,2	25,8	26,4	27,0	27,6	28,2	28,8	29,4	0,5	
				48,0	50,0	52,0	54,0	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	66,0	68,0	1,0	
				48,0	50,0	52,0	54,0	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	66,0	68,0	1,0	
				48,0	50,0	52,0	54,0	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	66,0	68,0	1,0	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Продолжение таблицы № 2											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
				88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128		
6.	Длина бретели в растянутом виде	2-3	158 164 170 176 182 188	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,6 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	77,0 77,0 77,0 77,0 79,0 81,0	0,5	
7.	Длина планки бокового шва	2-3	158-170 1 6-188	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29 5	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29,5	28,0 29,5	0,5	
УТЕПЛЯЮЩАЯ ПОДСТЕЖКА																
8.	Длина по боковому шву от верха	2-3	158 164 170 176 182 188	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	89,0 93,5 99,0 103,5 108,0 112,5	1,0	
9.	Длина по шаговому	2-3	158 164 170 176 182 188	68,96 72,46 75,96 79,46 82,96 86,46	68,92 72,42 75,92 79,42 82,92 86,42	68,88 72,38 75,88 79,38 82,88 86,38	68,84 72,34 75,84 79,34 82,84 86,34	68,8 72,3 75,8 79,3 82,8 86,3	68,76 72,26 75,76 79,26 82,76 86,26	68,72 72,22 75,72 79,22 82,72 86,22	68,68 72,18 75,68 79,18 82,68 86,18	68,64 72,14 75,64 79,14 82,64 86,14	68,60 72,10 75,60 79,10 82,60 86,10	68,56 72,06 75,56 79,06 82,56 86,06	1,0	
10.	Ширина на уровне среднего шва	2-3	158-188	37,1	38,3	39,5	40,7	41,9	43,1	44,3	45,5	46,7	47,9	49,1	1,0	
11.	Ширина низа утепляющей подстежки	2-3	158-188	22,3	22,9	23,5	24,1	24,7	25,3	25,9	26,5	27,1	27,7	28,3	0,5	
12.	Длина половины пояса	2-3	158-188	47,0	49,0	51,0	53,0	55,0	57,0	59,0	61,0	63,0	65,0	67,0	1,0	

ПУ 8585-08894280-319-14

КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ КАПОШОНОМ, ИССИНЯ-ЧЁРНОГО ЦВЕТА (тип А, Б)

Продолжение таблицы № 2

№ измерения	Наименование змерения	Полнотная группа	Рост	Обхват груди											Допускаемое отклонение(+/-)	
				88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ЖИЛЕТ																
1.	Длина спинки посередине от шва втачивания воротника до низа.	2-3	158	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	1,0
			164	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0		
			170	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0		
			176	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0		
			182	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0		
2.	Длина полочки от угла плечевого шва до низа параллельно краю борта	2-3	158	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	1,0	
			164	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5	72,5			
			170	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5			
			176	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5			
			182	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5			
3.	Длина входа в боковой карман	2-3	158	18,0	18,0	18,0	18,0	19,0	19,0	19,	19,0	19,0	19,0	19,0	0,5	
			188													
4.	Ширина жилета на уровне глубины проймы от середины спинки до края борта	2-3	158	58,7	59,9	61,1	62,3	63,5	64,7	65,9	66,1	68,3	69,5	70,7	1,0	
			188													
5.	Ширина воротника посередине	2-3	158	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,	8,0	8,0	0,5	
			188													

ТУ 8585-08894280-319-14

ПОСТОЯННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

**КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ
УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ КАПЮШОНОМ, ИССИНЯ-ЧЁРНОГО ЦВЕТА**

Таблица № 3

№ п/п	Наименование измерения	Величина измерения, см	Допускаемое отклонение (+/-), см
Куртка верхняя			
1.	Ширина хлястика рукава	4,5	0,3
2.	Ширина манжеты	6,0	0,3
3.	Длина погона	12,0	0,2
4.	Ширина погона	4,5	0,2
5.	Ширина ветрозащитной планки	9,0	0,2
6.	Ширина листочки бокового кармана	4,5	0,3
7.	Ширина воротника по середине	14,5	0,3
8.	Ширина воротника в концах	10,0	0,3
9.	Длина фальш-погона	7,5	0,2
10.	Ширина фальш-погона	5,0	0,2
11.	Длина текстильной застёжки на участке борта	10,0	0,2
12.	Длина текстильной застёжки на участке воротника	7,0	0,2
13.	Ширина кармана-планшета	9,5	0,3
14.	Длина кармана-планшета	12,5	0,3
15.	Длина планки съёмного нагрудного знака	12,5	0,1
16.	Ширина планки съёмного нагрудного знака	3,5	0,1
17.	Длина стороны ромба съёмного нарукавного знака	7,6	0,1
18.	Высота ромба съёмного нарукавного знака по вертикали	12,5	0,2
19.	Ширина ромба съёмного нарукавного знака	9,3	0,2
20.	Ремкомплект	10,0×10,0	0,2
Куртка нижняя			
21.	Ширина манжеты	5,5	0,3
22.	Ширина листочки бокового кармана	4,5	0,3
23.	Ширина хлястика рукава	4,5	0,3
24.	Ширина воротника по середине	14,5	0,3
25.	Ширина воротника в концах	10,0	0,3
26.	Длина фальш-погона	7,5	0,2
27.	Длина погона	12,0	0,2
28.	Ширина погона	4,5	0,2
29.	Ширина планки	9,0	0,3
30.	Ширина воротника для пристегивания куртки нижней к куртке верхней	2,0	0,3
31.	Ширина фальш-погона	5,0	0,2
32.	Обтачка низа куртки	4,0	0,3
33.	Ширина обтачки верха нижнего воротника	2,5	0,2
34.	Длина нагрудного кармана	18,0	0,5
35.	Ремкомплект	10,0×10,0	0,2
36.	Ширина кармана-планшета	9,5	0,3
37.	Длина кармана-планшета	12,5	0,3

Подп. и дата

Индв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Индв. № одл.

ПОСТОЯННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Продолжение таблицы № 3

№ п/п	Наименование измерения	Величина измерения, см	Допускаемое отклонение(+/-), см
38.	Длина планки съёмного нагрудного знака	12,5	0,1
39.	Ширина планки съёмного нагрудного знака	3,5	0,1
40.	Длина стороны ромба съёмного нарукавного знака	7,6	0,1
41.	Высота ромба съёмного нарукавного знака по вертикали	12 5	0,2
42.	Ширина ромба съёмного нарукавного знака	9,3	0,2
Куртка нижняя меховая			
43.	Ширина листочки бокового кармана	4,5	0,3
44.	Ширина кулиски	2,5	0,3
45.	Длина погона	12,0	0,2
46.	Ширина погона	4,5	0,2
47.	Длина фальш-погона	7,5	0,2
48.	Ширина фальш-погона	5,0	0,2
49.	Ширина планки	9,0	0,3
50.	Ширина хлястика воротника для пристегивания куртки нижней меховой к куртке верхней	2,0	0,3
51.	Ширина воротника по середине	14,5	0,3
52.	Ширина воротника в концах	10,0	0,3
53.	Ширина манжеты	5,5	0,3
54.	Ширина хлястика рукава	4,5	0,3
55.	Обтачка низа куртки	14,0	0,5
56.	Длина шлицы	9,0	0,3
57.	Ширина кармана-планшета	9,5	0,3
58.	Длина кармана-планшета	12,5	0,3
59.	Длина планки съёмного нагрудного знака	12,5	0,1
60.	Ширина планки съёмного нагрудного знака	3,5	0,1
61.	Длина стороны ромба съёмного нарукавного знака	7,6	0,1
62.	Высота ромба съёмного нарукавного знака по вертикали	12,5	0,2
63.	Ширина ромба съёмного нарукавного знака	9,3	0,2
64.	Ремкомплект	10,0×10,0	0,2
Полукомбинезон			
65.	Длина шлёвки	8,0	0,3
66.	Ширина шлёвки	2,5	0,3
67.	Ширина планки бокового шва	4,0	0 3

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

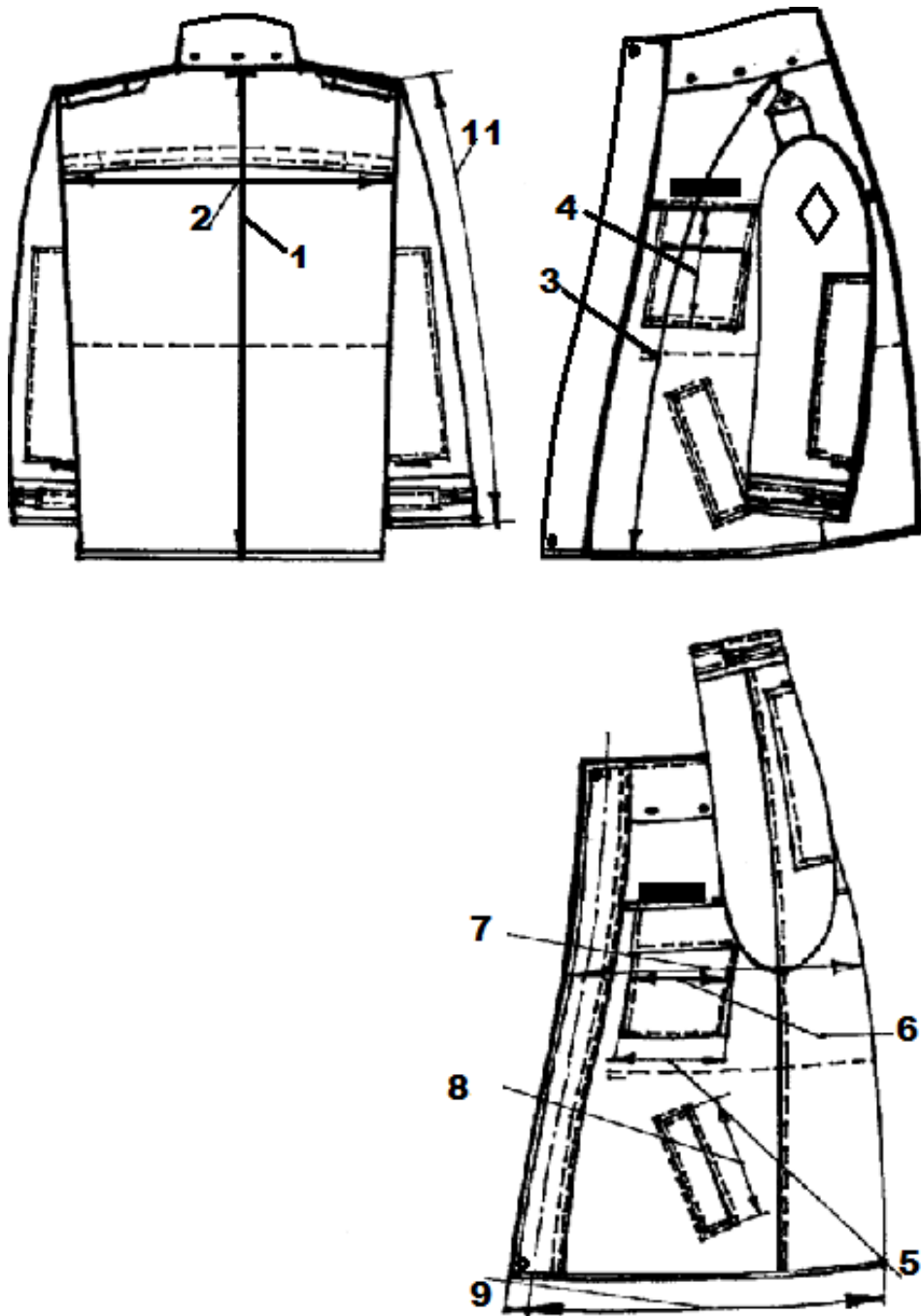
Инв. № одл.

Лист

ТУ 8585-08894280-319-14

19

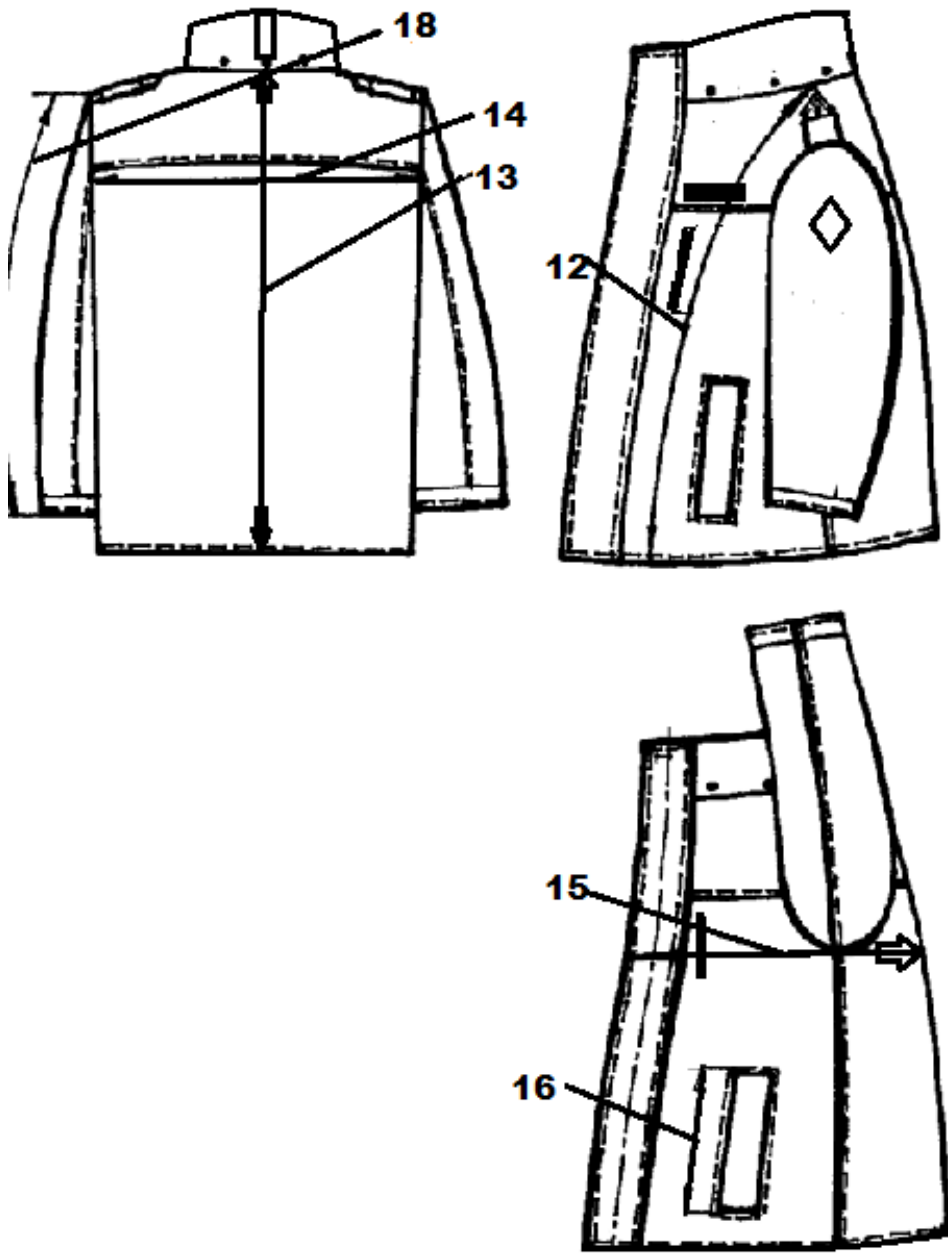
Изм. Лист № докум Подп. Дата



Черт.8

Инв.№ одл.																		Лист 20
Подп. и дата																		
Взам. инв. №																		
Инв. № дубл.																		
Подп. и дата																		

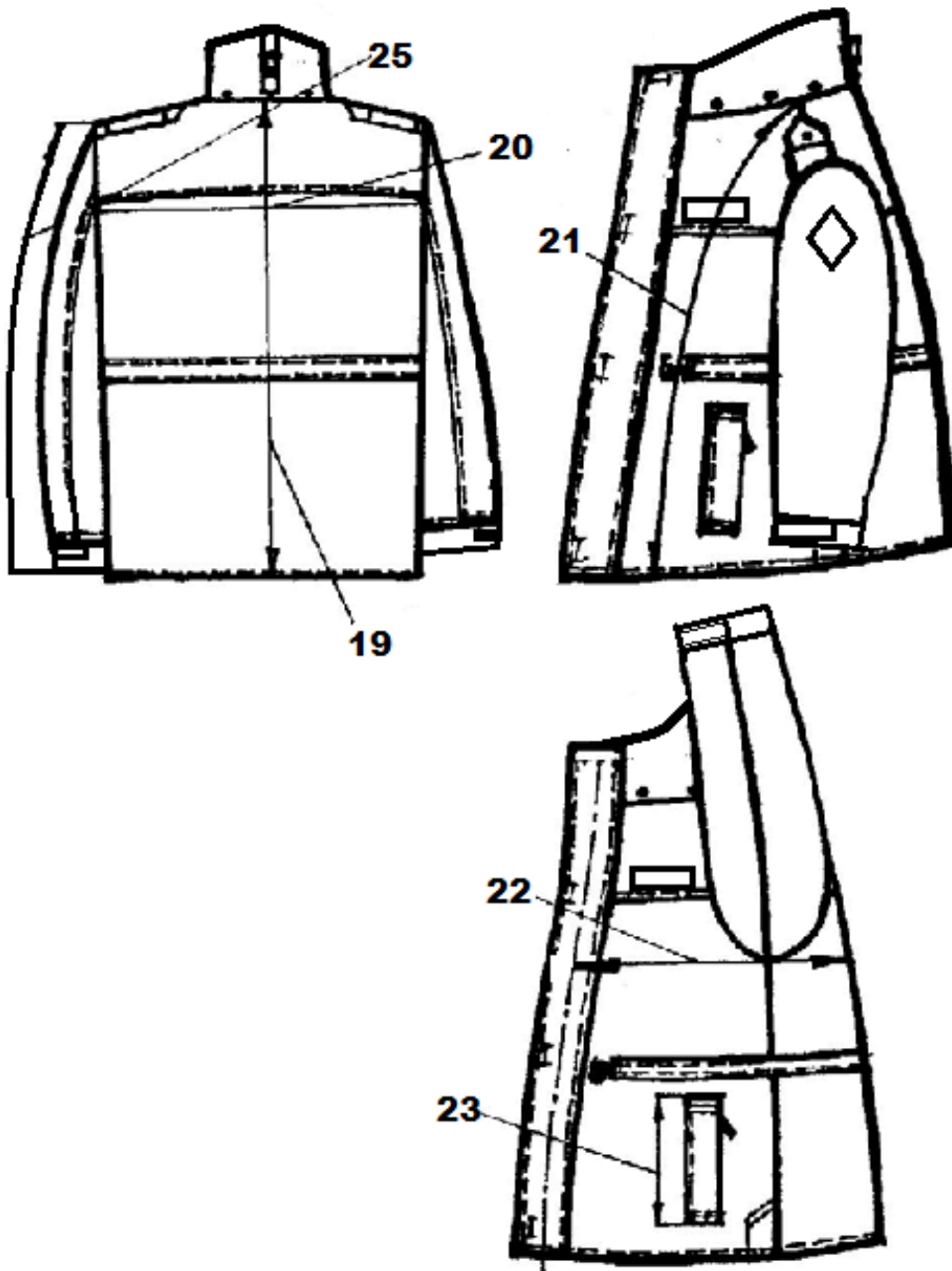
ТУ 8585-08894280-319-14



Черт.9

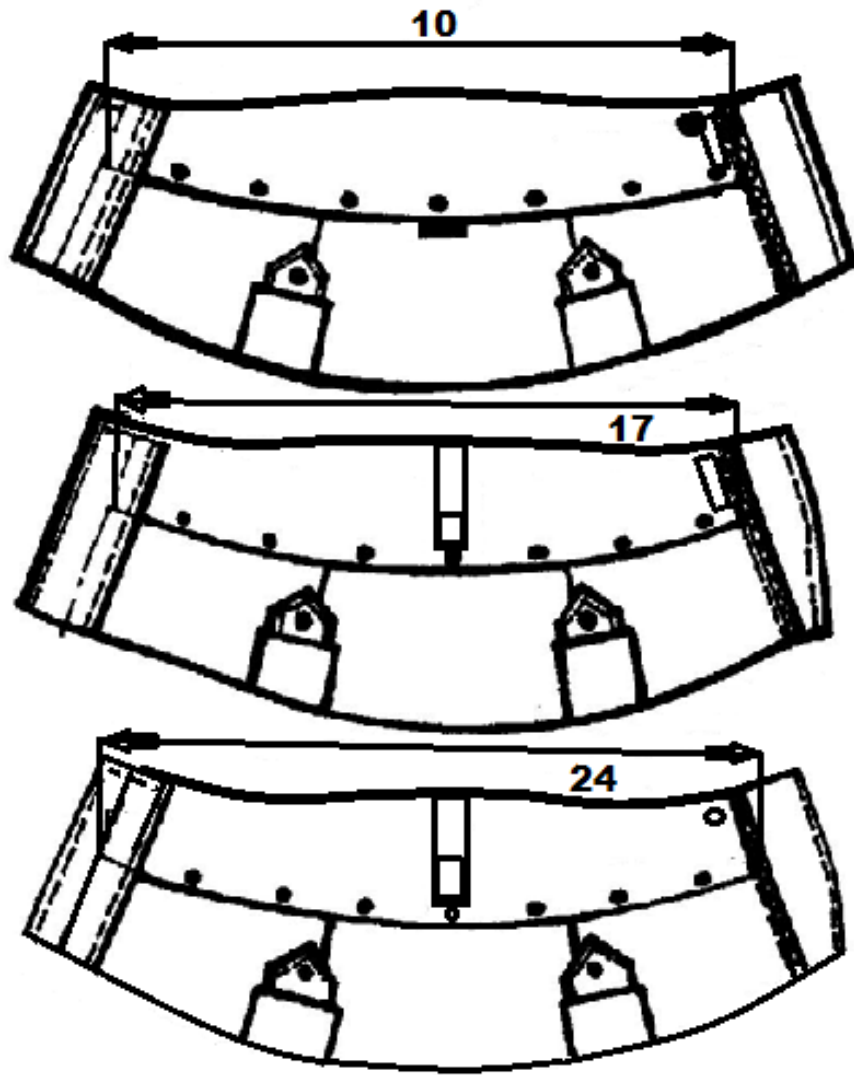
Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------



Черт.10

Изн. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				22

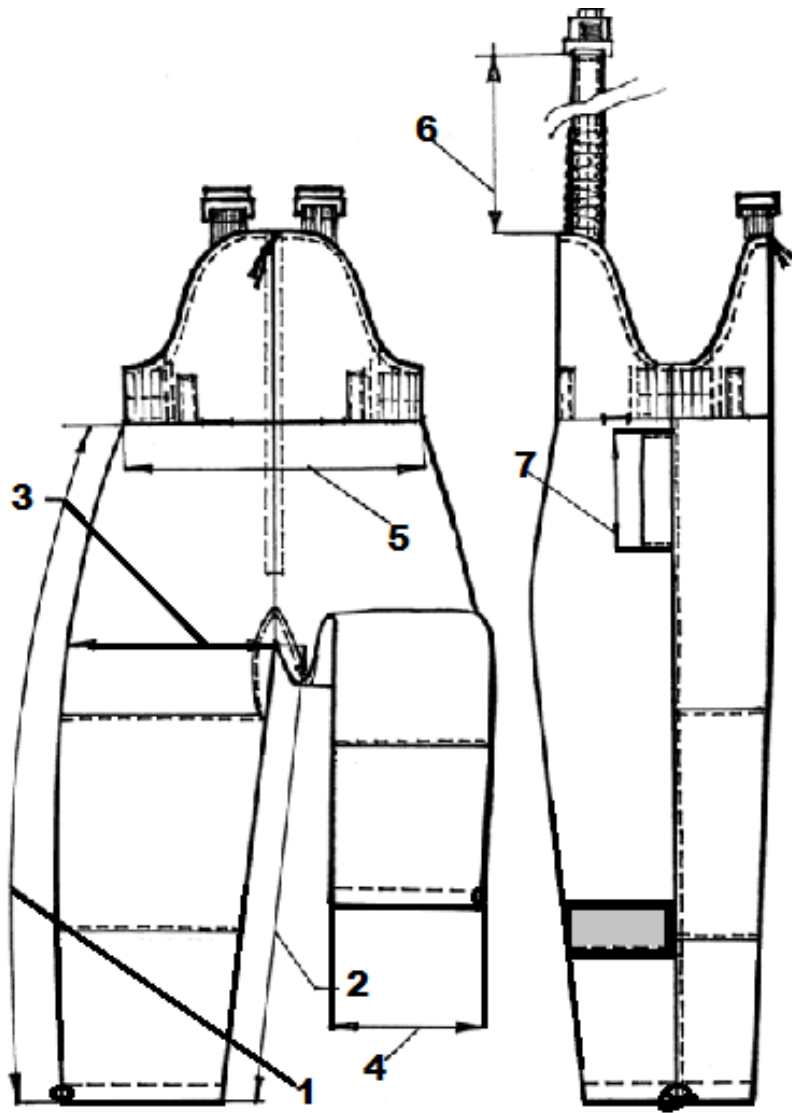


Черт. 11

Индв.№ одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подп. и дата

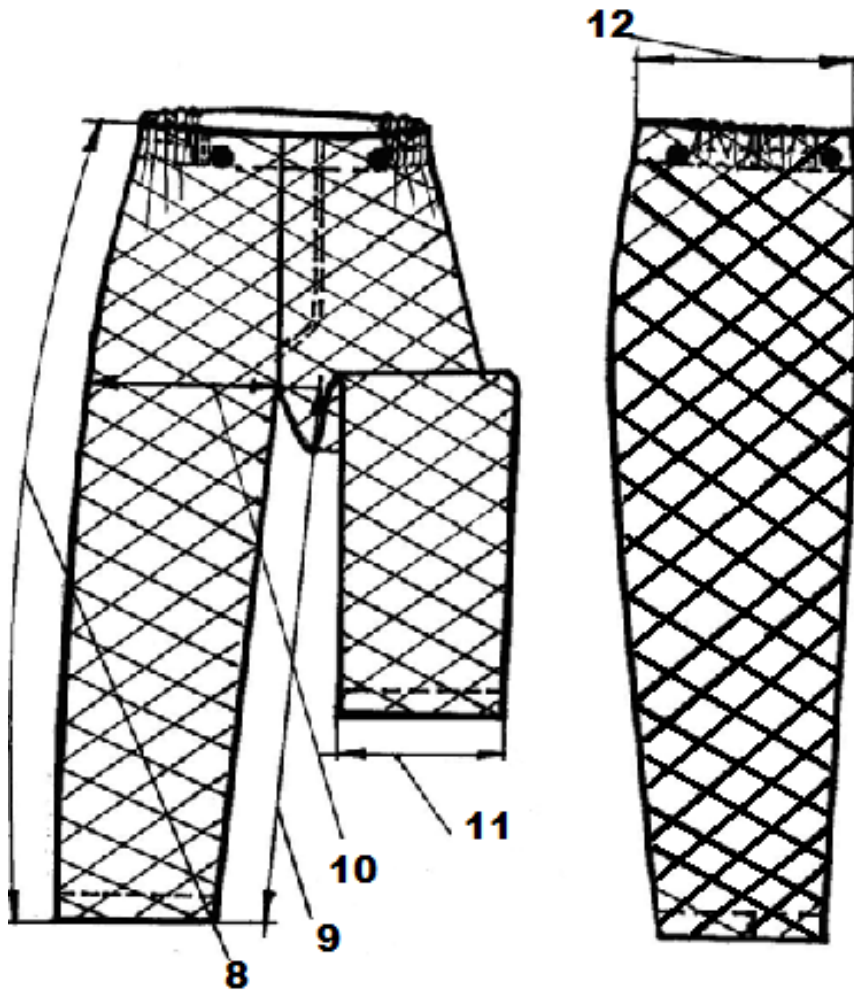
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

ТУ 8585-08894280-319-14



Черт.12

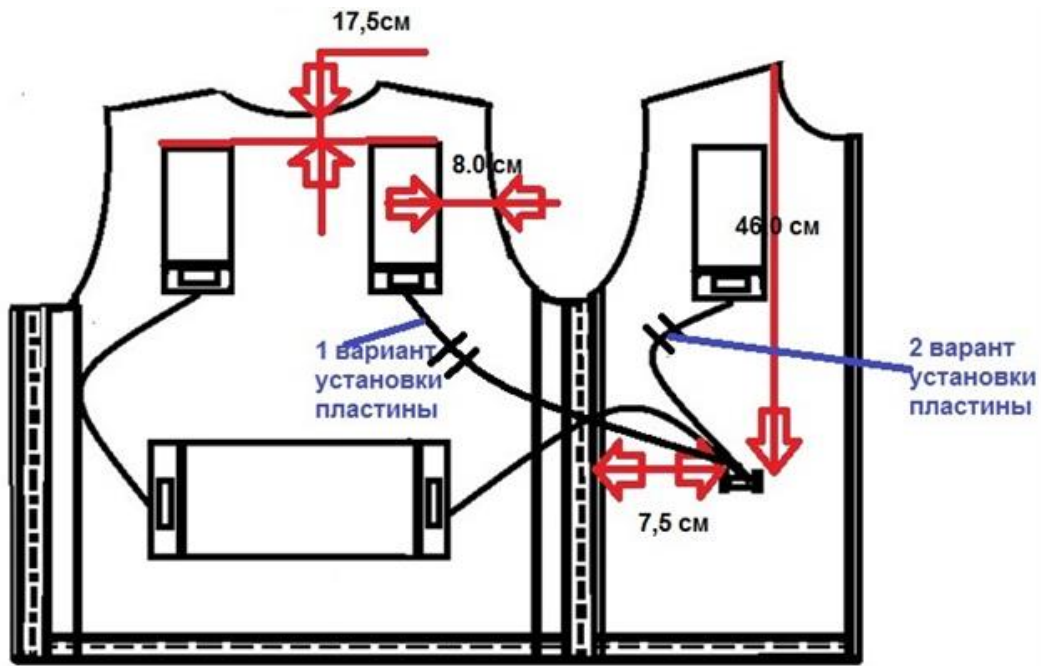
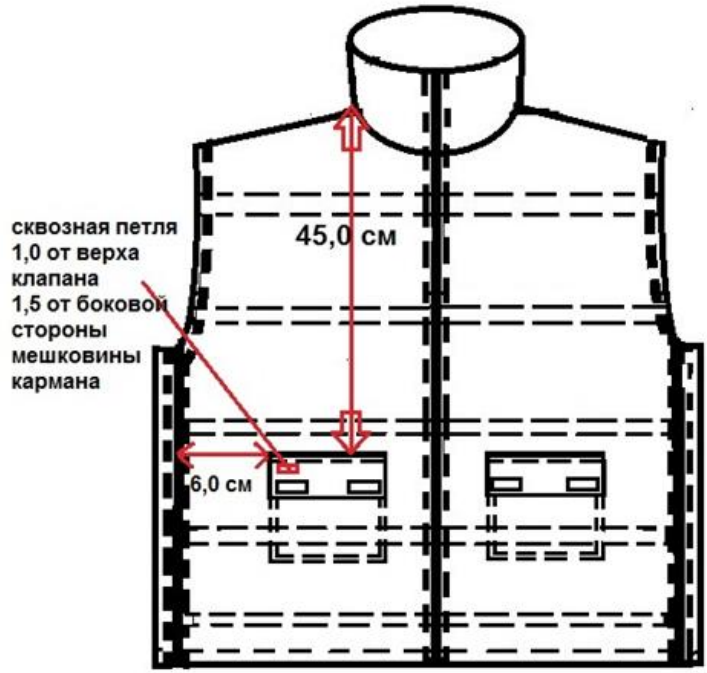
Инд. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				24



Черт.13

Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ТУ 8585-08894280-319-14

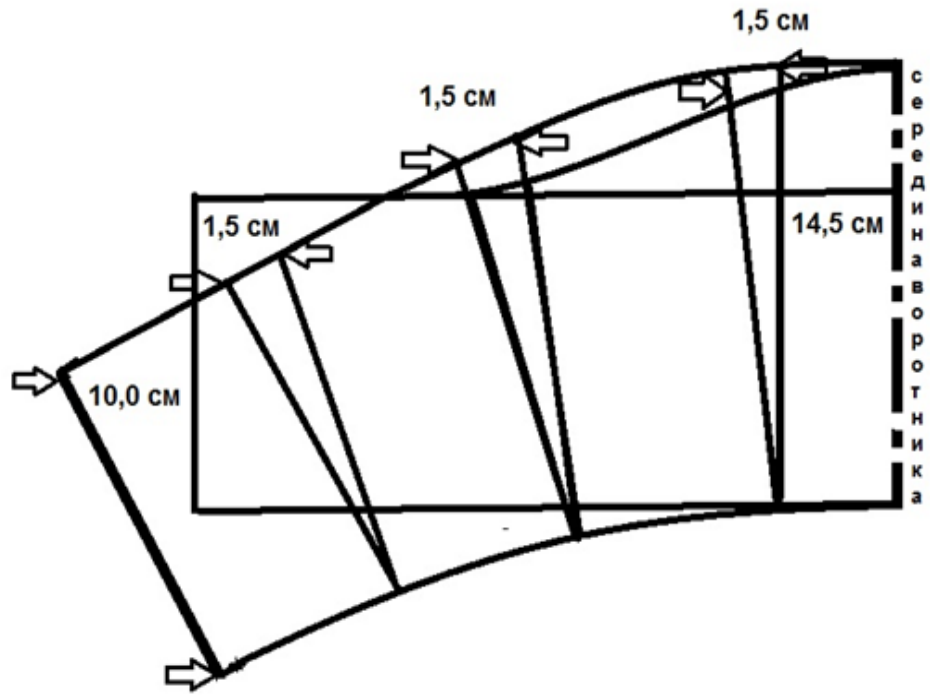


Черт.14

Инв.№ одл.	Подп. и дата
Взам.. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ТУ 8585-08894280-319-14
------	------	---------	-------	------	-------------------------

Лист
26



Черт.15

Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				27

1.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.1. ВНЕШНИЙ ВИД

Костюм (куртка и полукомбинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета.

КУРТКА ВЕРХНЯЯ (тип А, Б)

Куртка с центральной бортовой застёжкой на застёжку–молнию и навесной планкой застёгивающейся на четыре текстильных застёжки, настроенными на нижнюю сторону планки. Три текстильные застёжки длиной 10,0 см, одна текстильная застёжка длиной 7,0 см на участке воротника и две кнопки диаметром 15 мм на расстоянии 1,5 см от линии уступа планки. Центральная застёжка куртки верхней и двух утеплителей на застёжке-молнии, которые градируются по ростам, измерения указаны в таблице № 3.1.

Таблица № 3.1.

Рост	Куртка верхняя		Куртка нижняя	Куртка нижняя меховая
	Первая молния	Вторая молния		
158	85	80	80	80
164	85	80	80	80
170	85	80	80	8
176	85	80	80	80
182	90	85	85	85
188	90	85	85	85

По линии талии куртка стягивается шнуром. Полочки с кокетками и отделочными кантами шириной 0,5-0,6 см.

Полочки с кокетками, с верхними накладными объёмными карманами с клапанами, боковыми прорезными карманами с листочкой и клапанами на застёжке текстильной.

На правой полочке отлетная кокетка с застёжкой текстильной для фиксации отлетного клапана со световозвращающей полосой шириной 5,0 см.

На правой полочке над линией кокетки настрачивается накладной карман-планшет, длина кармана-планшета 12,5 см, ширина 9,5 см, расстояние от шва притачивания центральной молнии куртки верхней 7,5 см - для размеров 88-100; 9,0 см – для размеров 104 – 128. Над линией кокетки левой полочки настрачивается текстильная застёжка для съёмного нагрудного знака.

На спинке отлетная кокетка с текстильной застёжкой для фиксации отлетного клапана со световозвращающей надписью, выполненной прописными буквами. Длина клапана 43,0 см, ширина клапана 20,0 см, со надписью «ПОГРАНИЧНАЯ СЛУЖБА». Высота шрифта 45 мм, толщина линии шрифта 8-10 мм, максимальный шаг строк 9-10 мм.

Рукава с усилительными накладками в нижней части рукава, притачными манжетами с хлястиками, регулирующими ширину рукавов в низу застёжкой текстильной. Застёжка текстильная настрачивается относительно середины манжета. Длина текстильной застёжки 20,0-22,0 см. На левом рукаве настрачивается текстильная застёжка для съёмного нарукавного знака на расстоянии 8,5 см от шва втачивания рукава.

В швы соединения рукавов с проймой в области плеча втачаны погоны-хлястики с фальш-погонами, застёгивающиеся на пуговицы.

Воротник - стойка.

На воротнике (верхняя и нижняя стойка) пришивается по семь пуговиц для пристегивания съёмного капюшона.

По кокетке, плечевым, локтевым, боковым и рукавным швам, верхнему клапану куртки, клапанам боковых прорезных карманов, хлястикам манжет рукавов и погонам проложены отделочные строчки на расстоянии 0,2-0,3 см от края.

Инд. №	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. №	ТУ 8585-08894280-319-14	Лист
--------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------	-------------------------	------

Утепляющий пакет верхней куртки состоит из ткани верха, утеплителя, ветрозащитной ткани, утеплителя и ткани подкладочной. Стёжка подкладки куртки верхней выполняется в виде полос, расстояние между строчками 120 мм.

КАПЮШОН (тип А, Б)

Капюшон по лицевому вырезу стягивается эластичной тесьмой, размер капюшона регулируется хлястиками, расположенными на средней части капюшона. Капюшон крепится к куртке верхней, куртке нижней и куртки нижней меховой при помощи семи петель и семи пуговиц. Застежки текстильные (стороны «крючок» и «петля» ленты контакт) для фиксации бортов капюшона настрачиваются перпендикулярно относительно друг друга.

КУРТКА НИЖНЯЯ (тип А, Б)

Куртка-подстежка на нетканом утеплителе прямого силуэта с центральной бортовой застежкой на тесьму-молнию с 2-мя слайдерами с внутренним ветрозащитным лицевым клапаном, ветрозащитной юбкой, навесной планкой, застегивающейся на четыре текстильные застёжки. Полочки с притачными кокетками, с нижними прорезными карманами с втачными двойными листочками. На правой полочке над линией кокетки настрачивается накладной карман-планшет, длина кармана-планшета 12,5 см, ширина 9,5 см, расстояние от шва притачивания центральной молнии куртки-подстежки 5,5 см – для размеров 88 - 100; 7,5 см – для размеров 104 - 128. Полочки с кокетками и отделочными кантами шириной 0,5 - 0,6 см. Над линией кокетки левой полочки настрачивается текстильная застежка для съемного нагрудного знака. На левой полочке расположен врезной влагозащитный карман на водонепроницаемой застёжки-молнии на расстоянии 70 мм от линии кокетки полочки и на расстоянии 25-30 мм от ветрозащитной планки, (швы кармана обрабатываются способом сварки*), ширина зоны сваривания шва 0,7 см.

Рукава двухшовные, с манжетами. В нижней части подкладки рукавов втачаны напульсники.

В швы соединения рукавов с проймой в области плеча втачаны погоны-хлястики с фальш-погонами. Погоны-хлястики застегиваются на пуговицы. На левом рукаве настрачивается текстильная застежка для съемного шеврона на расстоянии 8,5 см от шва втачивания рукава. Воротник-стойка. Нижняя часть воротника выполняется из полотна ворсованного.

На верхней части воротника пришивается 7 пуговиц для пристегивания съемного капюшона.

Полочки, спинка, рукава, воротник изделия дублируются утеплителем.

Подкладка куртки нижней выполняется из полотна стёганного, состоящего из утеплителя и ткани подкладочной. Стёжка выполняется в виде ромба. Длина ромба по вертикальной оси 110 мм, по горизонтальной оси 80 мм.

На полочках подкладки в области груди расположены внутренние навесные карманы, по линии талии настрочена ветрозащитная юбка, стягивающаяся по низу тесьмой эластичной шириной 5,0 см. и застегивающаяся на 3 кнопки.

Спинка с притачной кокеткой.

Утепляющий пакет куртки нижней состоит из ткани верха, утеплителя и подкладки стеганой.

* Методы (способы) и режимы сварки стыков врезного кармана и застёжки-молнии указываются изготовителем в зависимости от применяемых тканей и материалов.

Изн. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
				ТУ 8585-08894280-319-14
				Лист
				29

КУРТКА НИЖНЯЯ МЕХОВАЯ. (тип А,Б)

Куртка-подстежка комбинированная на меху прямого силуэта с центральной бортовой застежкой на застёжку-молнию с двумя слайдерами с навесной планкой, застегивающейся на четыре пуговицы и четыре петли, и внутренним ветрозащитным лицевым клапаном.

Полочки с притачными кокетками. На правой полочке над линией кокетки настрачивается накладной карман-планшет, длина кармана-планшета 12,5 см, ширина 9,5 см, расстояние от шва притачивания центральной молнии куртки-подстёжки 5,5 см - для размеров 88-100; 7,5 см – для размеров 104 – 128. Полочки с кокетками и отделочными кантами шириной 0,5-0,6 см. Над линией кокетки левой полочки настрачивается текстильная застежка для съёмного нагрудного знака.

На полочках обработаны нижние боковые прорезные карманы с настрочными листочками. Фиксация входа в боковые карманы с настрочными листочками осуществляется на застёжку молнию.

Полочки и спинка подкладки выполняются из меха.

Воротник-стойка. Воротник нижний из натурального меха серого цвета.

На воротник верхний пришивается 7 пуговиц для пристегивания съёмного капюшона.

Спинка с притачной кокеткой.

По линии талии куртка стягивается шнуром.

По плечевым швам, листочкам, кокеткам проложена отдельная строчка на расстоянии 0,2-0,3 см от края. По низу рукавов, борту и низу куртки проложена отделочная строчка на расстоянии 0,5-0,7 см от края деталей.

Утепляющий пакет куртки нижней меховой состоит из: на участке полочки и спинки из ткани верха, утеплителя, меха, на участке рукавов из ткани верха, утеплителя и подкладки стеганой.

ПОЛУКОМБИНЕЗОН (тип А, Б)

Полукомбинезон может эксплуатироваться с утепляющей подстежкой.

Полукомбинезон с нагрудником, стянутым в области боковых швов тесьмой эластичной и вытачными петлями для пристегивания утепляющей подстежки.

В боковых швах обработаны разрезы с настрочными планками, застегивающиеся на застежку текстильную.

На задних половинках брюк расположены ластовицы (для свободы движения), настрачивающиеся швом шириной 0,2 см. от края.

На верхе полукомбинезона настрочены три шлевки.

По линии талии полукомбинезона предусмотрены 4 вытачных петли длиной 26,0 мм, для пристегивания утепляющей подстежки.

Полукомбинезон застегивается на застёжку-молнию.

На задних частях половинок брюк настрачивается световозвращающая тесьма шириной 5,0 см, на расстоянии 26,0 см от линии низа до нижнего края световозвращающей полосы, и 31,0 см от низа брюк до верхнего края световозвращающей полосы.

Полукомбинезон имеет притачные бретели, стянутые резинкой, которые крепятся к верху полукомбинезона пряжками-замками («Фастекс») FQ40.

По верхнему краю верха полукомбинезона, низу брюк, по шлёвкам проложены две отделочные строчки на расстоянии 0,2 см от края и на 0,5 см от первой строчки.

По клапанам, складкам накладных карманов, по боковым карманам проложена отделочная строчка на расстоянии 0,5 см от края.

По бретелям, по шву притачивания пояса, по вытачкам проложена отделочная строчка на расстоянии 0,2 см от края.

Утепляющий пакет полукомбинезона состоит из состоит ткани верха, утеплителя, ветрозащитной ткани, утеплителя и ткани подкладочн.

Инов. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата
ТУ 8585-08894280-319-14				
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
				Лист
				30

Стёжка подкладки полукомбинезона выполняется в виде полос, расстояние между строчками 120 мм.

УТЕПЛЯЮЩАЯ ПОДСТЕЖКА. (тип А, Б)

По поясу брюки стянуты тесьмой эластичной. На поясе расположены четыре пуговицы диаметром 23,0 мм для пристегивания утепляющей подстежки к верху полукомбинезона. В среднем шве передних половинок утепляющей подстежки обработана застежка без пуговиц. Утепляющая подстежка тип А изготавливается из сукна ворсованного. Утепляющая подстежка тип Б изготавливается из полотна стёганного двустороннего, состоящей из утеплителя и ткани подкладочной. Стёжка выполняется в виде ромба. Длина ромба по вертикальной оси 110 мм, по горизонтальной оси 80 мм. Низ утепляющей подстежки обработан швом в подгибку с закрытым срезом. Швы соединения деталей 1,0 см. по краю пояса и среднему шву брюк проложена строчка на расстоянии 0,1-0,2 см от края.

ЖИЛЕТ С ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВОМ. (тип А)

Костюм (куртка и полукомбинезон) утеплённый специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «Осень-зима» тип А комплектуется жилетом с электроподогревом

Согревающий жилет с регулировкой температуры нагрева должен быть снабжен тремя нагревательными элементами дальней инфракрасной области спектра с диапазоном длин волн, способствующих проникновению тепла не менее 7 см во внутрь изделия. *

Расположение нагревательных элементов в изделии показано в черт.6.2.

Вес комплекта греющих модулей с батареей не должен превышать 350 грамм.

Непрерывное время работы комплекта – 6 - 22 ч. Количество циклов перезарядки аккумулятора – не менее 500. Способ защиты от короткого замыкания и чрезмерного перенагрева указывается изготовителем. Комплект модулей с батареей подлежит обязательной сертификации.

Жилет утеплённый прямого силуэта, с центральной застёжкой на тесьму-молнию от линии верха воротника до линии низа изделия, с воротником-стойкой, с боковыми расширителями (для возможности регулировки изделия по ширине), застёгивающимися на молнию.

Полочки со специальными втачными карманами для аккумулятора с втачанной молнией закрытой клапаном застёгивающимся на две текстильные застёжки длиной 3,5 см, с выходом проводки из мешковины кармана в сторону подкладки полочек через петли, выполненные на спецмашине длиной 1,0 см, со стороны подкладки с верхними накладными карманами для нагревательных элементов (карман верхний для нагревательного элемента полочки 11,0×20,0 см, подгибка входа в карман – 2,5 см).

Спинка со стороны подкладки с накладными карманами для нагревательных элементов (два верхних малых и один нижний большой):

- Карман верхний для нагревательного элемента спинки 11,0×20,0 см (подгибка входа в карман – 2,5 см);
- Карман нижний для нагревательного элемента спинки 14,5×26,0 см (подгибка входа в карман – 2,5 см).

Карманы для нагревательных элементов настрачиваются швом в подгибку на подкладку жилета швом 0,1-0,2 см, вход в карман обрабатывается швом в подгибку с закрытым срезом шириной 2,5 см. Карманы фиксируются текстильной застёжкой длиной 3,5 см, настроенной по центру подгибки.

Инд. № одл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Подп. и дата	
Взам. инв. №				
Инд. № одл.	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

1.3.2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

Костюм (куртка и полукombineзон) утеплённый специальный с двумя утеплителями и съёмным капюшоном, иссиня-чёрного цвета должна изготавливаться из материалов указанных в таблице № 4.

Таблица № 4

№ п/п	Наименование материалов	Нормативно - техническая документация	Назначение материалов
1	2	3	4
1.	Ткань полиэфирная ветровлагозащитная, с использованием текстурированных нитей креповой крутки в основе и в утке специальной конструкции высокого коэффициента наполнения арт. ПСЗО-1/2 гладкокрашенная, цвет «иссиня-черный» № 19-4013 ТСХ. Специальная антистатическая обработка. Переплетение саржевое. Состав сырья, %: Пэ - 100. Заключительная отделка ВО+ВЗО. Поверхностная плотность, г/м ² – 183-13.	ТУ 8300-315-08894280-2014	Для куртки верхней и полукombineзона (тип А, Б), для жилета (тип А)
2.	Ткань полиэфирная со специальным полиуретановым покрытием арт. ПСЗ-1/3М, гладкокрашенная цвет «иссиня-черный» № 19-4013 ТСХ. С модифицированным мембранным покрытием. Специальное экранирующее покрытие, выполненное из модифицированного полиуретана с нанометаллочастицами. Переплетение твиловое. Состав сырья, %: Пэ - 100. Заключительная отделка ПлПУТ. Поверхностная плотность, г/м ² – 210-10.	ТУ 8300-285-08894280-2013	Для куртки нижней(тип А, Б)
3.	Ткань полиэфирная с гидрофобными нитями ветровлагозащитная с маслогрязеотталкивающей отделкой арт. ПСЗО-2/2, гладкокрашенная цвет «иссиня-черный» № 19-4013 ТСХ. Специальная антистатическая обработка. Переплетение саржевое. Состав сырья, %: полиэфир - 100. Заключительная отделка ВЗО+МВО. Поверхностная плотность, г/м ² - 245.	ТУ 8300-316-08894280-2014	Для куртки нижней меховой (тип А, Б)
4.	Ткань полиэфирная водоотталкивающая каландрированная арт. ПСЗ-1/6М, гладкокрашенная цвет «зелёный» 19-5420 ТСХ EVER GREEN. Состав сырья, %: полиэфир - 100. Заключительная отделка ГК+ВО. Поверхностная плотность, г/м ² - 170	ТУ 8300-285-08894280-2013	Для канта

Примечание: допускается применять другие материалы различного волокнистого состава и фурнитуру по качеству не ниже указанных в настоящих технических условиях по согласованию с заказчиком. Фурнитура должна быть устойчива к химической чистке и термообработке. Фактура, цвет фурнитуры и ниток не должны ухудшать камуфлирующие и эксплуатационные свойства изделия. (Исполнителем прописываются основные характеристики фурнитуры и ниток, не ухудшающие камуфлирующие свойства ткани).

Инд.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Продолжение таблицы № 4				
№ п/п	Наименование материалов	Нормативно - техническая документация	Назначение материалов	
1.	2.	3.	4.	
5.	Утеплитель для одежды арт. НТУТ-5/5ФУ (АН-СБ-180/250) нетканый материал, Состав сырья полиэфир-100%. <u>Плотность 150 г/м².</u> <u>Плотность 60 г/м².</u>	ТУ 8390-240-08894280-2011	Для прокладки куртки нижней, нижней меховой, полукombineзона куртки верхней (150 г/м ²) (тип А, Б) Для прокладки куртки верхней (тип А, Б), для капюшона (тип А, Б), для прокладки куртки нижней (тип А, Б), куртки нижней меховой (тип Б), для полукombineзона (тип А, Б), для утеплителя полукombineзона (тип Б), для жилета (тип А)	
6.	Мех искусственный трикотажный (с завитым ворсом под смушку). Поверхностная плотность, г/м ² – не менее 430. Состав сырья, %: полиэфир – 30, шерсть – 70. Высота ворса 14-16мм, тумплированная. Воздухопроницаемость: 460-510 дм ³ /м ² сек. Суммарное тепловое сопротивление: 0,550-0,605 м ² * °С/Вт(м ² *К/Вт)	ГОСТ 28367	Для подкладки спинки, полочек куртки нижней меховой (тип Б)	
7.	Овчина меховая выделанная натуральная, черного цвета. Характеристика волосяного покрова: полутонкорунная. Высота волосяного покрова: 16-18 мм	ГОСТ 4661-76	Для подкладки спинки, полочек куртки нижней меховой (тип А); для нижнего воротника куртки нижней меховой (тип А, Б)	
8.	Ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М гладкокрашенная, иссиня-чёрного цвета, заключительная отделка - АСО Поверхностная плотность 65 – 3 г/м ² . Состав сырья полиэфир - 100%, переплетение полотняное.	ТУ 8390-241-08894280-2011	Для подкладки куртки верхней, куртки нижней, для кармана нагрудного куртки нижней, для подкладки рукавов куртки нижней меховой, для утеплителя полукombineзона (тип Б), для жилета (тип А).	
9.	Полотно трикотажное ворсованное полиэфирное арт ТПВ-1ф/2, поверхностная плотность: 200 г/м ² , антипиллинговой обработкой АПО, антистатической АСО	ТУ 8300-336-08894280-014	Для стойки нижнего воротника, для лицевого клапана, верхней части полочки нижней куртки (тип А, Б), для боковых расширителей и нижнего воротника жилета (тип А)	
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				33

Инд. № одл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	

Продолжение таблицы № 4				
1.	2.	3.	4.	
10.	Кнопки металлические с крепежом диаметром 15 мм оксидированные	ТУ 17-15-16-90	Для застегивания ветрозащитной юбки, для навесной планки верхней куртки (тип А, Б)	
11.	Резинка ткацкая, ш – 5,0 см иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY с двойной латексной нитью	ТУ 17-09-14-310-90	Для ветрозащитной юбки куртки нижней (тип А, Б)	
12.	Резинка ткацкая, ш – 3,0 см черного цвета	ТУ 17-09-14-310-90	Для утеплителя полукомбинезона (тип А, Б)	
13.	Резинка ткацкая, ш – 4,0 см черного цвета	ТУ 17-09-14-310-90	Для полукомбинезона (тип А, Б)	
14.	Шнур прорезиненный (Резинка шляпная) Ø 3,8-4,0 мм иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY	ТО17-09-338-92	Для кулиски куртки верхней, для капюшона, низа полукомбинезона (тип А, Б)	
15.	Шнур капроновый Ø 4-6 мм иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY	ТУ 17-0 -302-90	Для кулиски куртки нижней меховой (тип А, Б)	
16.	Ткань с плёночным покрытием Т 210 –PU-3000 мм черного цвета	ТУ 858- 5975-2007	Для ветрозащитной юбки куртки нижней и карманов для документов (тип А, Б), для карманов боковых жилета (тип А)	
17.	Бязь хлопчатобумажная арт.1132, черного цвета. Поверхностная плотность - 142 –7 г/м ² . Состав сырья хлопок - 100%	ТУ 858-5726-2005	Для мешковины карманов куртки верхней, куртки нижней, куртки нижней меховой, для утеплителя полукомбинезона (тип А, Б)	
18.	Ткань ветрозащитная полиэфирная, антистатическая, с ветрозащитной отделкой, арт. НТУТ-5/2М, белого цвета. Поверхностная плотность - 71 – 4 г/м ² . Состав сырья: полиэфир-100%,. Переплетение полотняное	ТУ 83000-239-08894280-2011	Для прокладки куртки верхней и полукомбинезона (тип А, Б)	
19.	Полукольца металлические оксид ширина внутренней стороны рамки полукольца 2,5 см	ОСТ 17-769-78	Для регулировки капюшона по высоте (тип А, Б)	
<p>Примечание: допускается применять другие материалы различного волокнистого состава и фурнитуру по качеству не ниже указанных в настоящих технических условиях по согласованию с заказчиком. Фурнитура должна быть устойчива к химической чистке и термообработке. Фактура, цвет фурнитуры и ниток не должны ухудшать камуфлирующие и эксплуатационные свойства изделия. (Исполнителем прописываются основные характеристики фурнитуры и ниток, не ухудшающие камуфлирующие свойства ткани).</p>				
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				34

Продолжение таблицы № 4

1.	2.	3.	4.
20.	Пряжка Фастекс иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY, 4,0 см	по НД ¹	Для крепления бретелей полукомбинезона (тип А, Б)
21.	Плѐнка ПВХ 0,2 мм	по НД ²	Для нагрудного кармана куртки нижней (тип А, Б)
22.	Сукно ворсованное* арт.С-25-69-46, 95% шерсть	ГОСТ 27542-87	Для утепляющей подстѐжки (тип А)
23.	Световозвращающая надпись «ПОГРАНИЧНАЯ СЛУЖБА» (накатка световозвращающей краской серебристого цвета в тон СВП) цвет 8910	по НД ¹	На клапан спинки куртки верхней Цвет I (тип А, Б)
24.	Тесьма вешалочная плотная 8 мм иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY для молнии	ГОСТ 2297	Для бегунков застѐжек-молний оборотных (тип А, Б)
25.	Тесьма ременная чѐрного цвета ш – 4,0 см	ОСТ 17-113-2002	Для фиксации пряжек Фастекс к верхней части полукомбинезона (тип А, Б)
26.	Манжет трикотажный двойной вязки ширина 14 см иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY	по НД ¹	Для куртки нижней, для куртки нижней меховой (тип А, Б)
27.	Фиксатор – затяжник двудырочный иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY	ОСТ 17-336-79	Для кулиски куртки верхней, для капюшона, для низа полукомбинезона, для кулиски куртки нижней меховой (тип А, Б)
28.	Прокладочный материал	по НД ¹	Для дублирования деталей костюма (тип А, Б)
29.	Лента для проклейки швов	по НД ²	Для герметизации костюма (тип А, Б)
30.	Застѐжка-молния разъѐмн, с 2 замками тип № 8 «Трактор» УЗ, иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY, дл. 80 – 85 – 90 см.	ГОСТ 28965-91	Для центральной застѐжки куртки верхней, куртки нижней, куртки нижней меховой, для пристѐгивания куртки нижней, куртки нижней меховой к куртки верхней (тип А, Б)

¹ Изготовитель указывает физико-механические, технические характеристики применяемых материалов, подобранных самостоятельно.

² Изготовитель указывает физико-механические, технические характеристики применяемых материалов, а также способы обеспечения герметичности, подобранные самостоятельно.

Примечание: допускается применять другие материалы различного волокнистого состава и фурнитуру по качеству не ниже указанных в настоящих технических условиях по согласованию с заказчиком. Фурнитура должна быть устойчива к химической чистке и термообработке. Фактура, цвет фурнитуры и ниток не должны ухудшать камуфлирующие и эксплуатационные свойства изделия. (Исполнителем прописываются основные характеристики фурнитуры и ниток, не ухудшающие камуфлирующие свойства ткани).

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № одл.	
ТУ 8585-08894280-319-14	
Лист	
35	

Продолжение таблицы № 4

1	2	3	4
40.	Нитки армированные 45 ЛЛ/2500 иссиня-черного цвета согласно «Pantone®» 19-4013 TCX DARK NAVY	ГОСТ 6309-93	Для изготовления куртки верхней Цвет I, полукомбинезона Цвет I, для куртки нижней, куртки нижней меховой, для утепляющей подстёжки полукомбинезона (тип А, Б)
41.	Нитки специальные	по НД ³	Для отделочно-закрепляющих строчек куртки верхней и полукомбинезона (тип А, Б)
42.	Ткань силиконовая Толщина полотна 0,2-0,3 мм	по НД ³	Для кармана планшета
43.	Ярлык на швейное изделие	ГОСТ 19159	Для изготовления костюма
44.	Ткань подкладочная полиэфирная с антистатической отделкой арт. НТУТ-5/4М гладкокрашенная, черного цвета, заключительная отделка – АСО. Поверхностная плотность 65 – 3 г/м ² . Состав сырья полиэфир - 100%,. Переплетение полотняное.	ТУ 8390-241-08894280-2011	Для карманов нагревательных элементов жилета (тип А)
45.	Световозвращающая лента, ширина 5,0 см	ГОСТ Р-12.4.219-99	Для клапана полочки верхней куртки (тип А, Б)
46.	Аккумулятор*: емкость – 4400 mAh; время непрерывной работы – 6 - 22 ч.; количество циклов перезарядки – не менее 500. Размеры: 95x80x25 мм.	по НД*	Для жилета (тип А)
47.	Нагревательные элементы* малые 9,5×17,0 см	по НД*	Для жилета (тип А)
48.	Нагревательный элемент* большой 20,0×12,0 см	по НД*	Для жилета (тип А)
49.	Застёжка-молния тип № 5 «Трактор» УЗ разъемная длина 70-75-80 см защитного цвета согласно «Pantone®» 18-0322 TCX CYPRESS с 2-мя замками*	ГОСТ 28965-91	Для центральной застёжки жилета (тип А)
50.	Застёжка-молния тип № 5 «Трактор» УЗ разъемная длина 40-45-50 см защитного цвета согласно «Pantone®» 18-0322 TCX CYPRESS с 2-мя замками*	ГОСТ 28965-91	Для расширения жилета (боковой шов) (тип А)
51.	Застёжка-молния тип № 5 «Трактор» УЗ не разъемная длина 12,5 см защитного цвета согласно «Pantone®» 18-0322 TCX CYPRESS с 1-м слайдером*	ГОСТ 28965-91	Для боковых карманов жилета (тип А)

³ Данная позиция прописывается изготовителем. Изготовитель указывает физико-механические, технические характеристики самостоятельно подобранных материалов.

*Изготовитель указывает физико-механические, технические характеристики применяемых материалов, подобранные самостоятельно.

Примечание: допускается применять другие материалы различного волокнистого состава и фурнитуру по качеству не ниже указанных в настоящих технических условиях по согласованию с заказчиком.

Фурнитура должна быть устойчива к химической чистке и термообработке. Фактура, цвет фурнитуры и ниток не должны ухудшать камуфлирующие и эксплуатационные свойства изделия. (Исполнителем прописываются основные характеристики фурнитуры и ниток, не ухудшающие камуфлирующие свойства ткани).

ТУ 8585-08894280-319-14

Лис
т

Инв. № одл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

1.4. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ

1.4.1 Готовые изделия по размерам, внешнему виду, ассортименту материала и качеству изготовления должны соответствовать требованиям настоящих технических условий и утвержденному заказчиком образцу.

1.4.2 Классификация и виды стежков, строчек и швов - по ГОСТ 12807.

1.4.3 Требование к стежкам, строчкам и швам – по инструкции «Технические требования к соединениям деталей швейных изделий».

1.4.4 Раскрой деталей - по ГОСТ 19902.

1.4.5 Определение сортности готовых изделий - по ГОСТ 11259.

1.5. МАРКИРОВКА

1.5.1. Маркировка - по ГОСТ 19159 со следующими дополнениями:

размеры изделий обозначают полными величинами размерных признаков, определяющих типовые фигуры в соответствии с ГОСТ 23167 (таблица 1, полнотная группа 2).

В куртках товарный ярлык втачивают в левый боковой шов подкладки на расстоянии 10,0 - 15,0 см от низа изделия. В брюках товарный ярлык вшивают в средний шов на расстоянии 10,0 - 15,0 см от пояса.

В товарном ярлыке указываются:

- товарный знак предприятия - изготовителя;
- наименование предприятия - изготовителя;
- размеры;
- артикул материала верха;
- обозначение нормативного документа на изделия;
- год изготовления (две последние цифры).

Дополнительно на товарном ярлыке допускается указывать условный размер-рост, символы по уходу и штамп ОТК с указанием сорта.

1.5.2. Транспортная маркировка – по ГОСТ 14192.

1.6. УПАКОВКА

1.6.1. Первичная упаковка – по ГОСТ 19159.

1.6.2. Транспортная упаковка – по ГОСТ 19159.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. На ткани и материалы, применяемые в производстве костюмов, должны быть санитарно-эпидемиологические заключения, выданные в установленном порядке.

2.2. Производственные помещения должны отвечать противопожарным и гигиеническим требованиям действующих строительных норм и правил.

Прохождение работниками медосмотров должно осуществляться при приеме на работу и периодически, согласно приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 83 от 16.07.2004 г.

4. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

4.1. Правила приемки – по ГОСТ 23948.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № одл.	
Изм.	Лист
.	т
№ докум	Докум
Под п.	Под
Дат а	Дат
ТУ 8585-08894280-319-14	
Лист	
38	

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

**СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ
КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ
УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ КАПЮШОНОМ, ИССИНЯ-ЧЁРНОГО ЦВЕТА**

№ п/п	Наименование детали	Число деталей
ВЕРХНЯЯ КУРТКА		
ВЕРХ(тип А, Б)		
1.	Полочка верхняя часть	2
2.	Кокетка полочки	2
3.	Полочка нижняя часть	2
4.	Отлетная кокетка правой полочки	1
5.	Обтачка отлетной кокетки правой полочки	1
6.	Отлетной клапан полочки со светоотражающей полосой.	1
7.	Спинка верхняя часть	1
8.	Кокетка спинки	1
9.	Спинка нижняя часть	1
10.	Отлетная кокетка спинки	1
11.	Обтачка отлетной кокетки спинки	1
12.	Отлетной клапан спинки со светоотражающей надписью.	1
13.	Рукав	2
14.	Усилительная накладка рукава	2
15.	Верхний карман	2
16.	Клапан верхнего кармана	2
17.	Листочка бокового кармана	2
18.	Подзор бокового кармана	2
19.	Клапан бокового кармана	2
20.	Воротник (стойка)	2
21.	Погон	4
22.	Манжет	4
23.	Хлястик манжета	2
24.	Планка	1
25.	Подборт	2
26.	Вешалка	1
27.	Боковая часть капюшона	2
28.	Средняя часть капюшона	1
29.	Хлястик капюшона	1
30.	Держатель полуколец капюшона	1
31.	Обтачка капюшона.	2
32.	Перемычки 2,5 x 8,0	8
33.	Хлястик рукава для пристёгивания подстёжки	2
34.	Кулиска	1
35.	Лицевой клапан	1
36.	Фальш-погон	2
37.	Карман-планшет	1
38.	Обтачка кармана планшета	1
39.	Ремкомплект	1
40.	Планка съёмного нарукавного знака	1
41.	Планка съёмного нагрудного знака	1

Индв.№ одл.	Подп. и дата
Взам.. инв. №	Индв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Изн. № одл.</td> <td colspan="4">Подп. и дата</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Изн. № дубл.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Взам. инв. №</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Подп. и дата</td> </tr> </table>	Изн. № одл.	Подп. и дата				Изн. № дубл.				Взам. инв. №				Подп. и дата					ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ (тип А, Б)				
		Изн. № одл.	Подп. и дата																				
			Изн. № дубл.																				
	Взам. инв. №																						
	Подп. и дата																						
	42.	Спинка			1																		
	43.	Полочка			2																		
	44.	Рукав			2																		
	45.	Карман для документов			1																		
	46.	Подкладка боковой части капюшона			2																		
	47.	Подкладка средней части капюшона			1																		
	БЯЗЬ ГЛАДКОКРАШЕНАЯ (тип А, Б)																						
	48.	Верхняя часть подкладки бокового кармана куртки			2																		
	49.	Нижняя часть подкладки бокового кармана куртки			2																		
	ПРОКЛАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (тип А, Б)																						
	50.	Клапан верхнего кармана			2																		
	51.	Клапан бокового кармана			2																		
	52.	Погон			2																		
	53.	Воротник			2																		
	54.	Манжет			2																		
	55.	Листочка			2																		
	56.	Планка			1																		
	УТЕПЛИТЕЛЬ 60г/м ² (тип А, Б) к деталям ВЕРХА																						
	57.	Спинка верхняя часть			1																		
	58.	Кокетка спинки			1																		
	59.	Спинка нижняя часть			1																		
	60.	Полочка верхняя часть			2																		
	61.	Кокетка полочки			2																		
	62.	Полочка нижняя часть			2																		
	63.	Рукав			2																		
	64.	Боковая часть капюшона			2																		
	65.	Средняя часть капюшона			1																		
	УТЕПЛИТЕЛЬ 150 г/м ² (тип А, Б) к деталям ТКАНИ ПОДКЛАДОЧНОЙ																						
	66.	Спинка			1																		
	67.	Полочка			2																		
	68.	Рукав			2																		
	69.	Воротник			1																		
	70.	Боковая часть капюшона			2																		
	71.	Средняя часть капюшона			1																		
	ТКАНЬ ВЕТРОЗАЩИТНАЯ (тип А, Б)																						
	72.	Полочка			2																		
	73.	Спинка			1																		
	74.	Рукав			2																		
	75.	Воротник			1																		
	76.	Средняя часть капюшона			1																		
	77.	Боковая часть капюшона			2																		
	<table border="1"> <tr> <td>Изн. № одл.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td rowspan="2">ТУ 8585-08894280-319-14</td> <td rowspan="2">Лист 41</td> </tr> <tr> <td>Изн. № одл.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> </table>					Изн. № одл.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ТУ 8585-08894280-319-14	Лист 41	Изн. № одл.	Лист	№ докум	Подп.	Дата						
	Изн. № одл.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ТУ 8585-08894280-319-14	Лист 41																
	Изн. № одл.	Лист	№ докум	Подп.	Дата																		

Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	КУРТКА НИЖНЯЯ		
					Верх	Сред	Ниж
					КУРТКА НИЖНЯЯ		
					ВЕРХ (тип А, Б)		
					78.	Полочка	2
					79.	Спинка	1
					80.	Кокетка полочки	2
					81.	Кокетка спинки	1
					82.	Верхняя часть рукава	2
					83.	Нижняя часть рукава	2
					84.	Листочка бокового кармана	2+2
					85.	Подзор бокового кармана	2
					86.	Манжет	2
					87.	Планка	1
					88.	Воротник верхний	1
					89.	Ветрозащитная планка	1
					90.	Погон	4
					91.	Хлястик воротника	1
					92.	Хлястик рукава	2
					93.	Клапан ветрозащитной юбки	2
					94.	Фальш-погон	2
					95.	Лицевой клапан	1
					96.	Карман-планшет	1
					97.	Обтачка кармана планшета	1
					98.	Планка съёмного нарукавного знака	1
					99.	Планка съёмного нагрудного знака	1
					ПОЛОТНО ВОРСОВАННОЕ (тип А, Б)		
					100.	Верхняя часть полочки подкладки	2
					101.	Воротник нижний	1
					102.	Нижняя часть лицевого клапана	1
					ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ (тип А, Б)		
					103.	Мешковина нагрудного кармана	1
					ПОЛОТНО СТЕГАННОЕ		
					ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ(тип А, Б)		
					104.	Спинка	1
					105.	Полочка	2
					106.	Верхняя часть рукава	2
					107.	Нижняя часть рукава	2
					108.	Отрезная часть рукава под напульсник	2
					ПОЛОТНО СТЕГАННОЕ		
					УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м²(тип А, Б)		
					109.	Верхняя часть рукава	2
					110.	Нижняя часть рукава	2
					111.	Отрезная часть рукава под напульсник	2
					УТЕПЛИТЕЛЬ 150 г/м² (тип А, Б)		
					112.	Спинка	1+1
					113.	Полочка	2+2
					114.	Верхняя часть рукава	2
					115.	Нижняя часть рукава	2
					116.	Отрезная часть рукава под напульсник	2
					117.	Воротник	1
					БЯЗЬ ГЛАДКОКРАШЕНАЯ (тип А, Б)		
					118.	Верхняя часть подкладки бокового кармана нижней куртки	2
					119.	Нижняя часть подкладки бокового кармана нижней куртки	2
					ТУ 8585-08894280-319-14		
							Лист 42

		ТКАНЬ ПОЛИЭФИРНАЯ С ПЛЁНОЧНЫМ ПОДКРЫТИЕМ (тип А, Б)		
		120.	Юбка ветрозащитная	1
		121.	Внутренний карман нижней куртки.	2
		ПРОКЛАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (тип А, Б)		
		122.	Прокладка манжета нижней куртки	2
		123.	Прокладка планки нижней куртки	1
		124.	Прокладка нижней части верхнего воротника нижней куртки.	1
		125.	Прокладка верхней части полочки нижней куртки.	2
		126.	Прокладка лицевого клапана	1
		127.	Листочка нижней куртки	2
		128.	Клапан ветрозащитной юбки	2
		129.	Прокладка верхнего воротника нижней куртки.	1
		КУРТКА НИЖНЯЯ МЕХОВАЯ		
		ВЕРХ (тип А, Б)		
		130.	Полочка	2
		131.	Спинка	1
		133.	Кокетка полочки	2
		134.	Кокетка спинки	1
		135.	Верхняя часть рукава	2
		136.	Нижняя часть рукава	2
		137.	Манжет	2
		138.	Кулиска	1
		139.	Планка	1
		140.	Воротник верхний	1
		141.	Листочка бокового кармана	2
		142.	Обтачка бокового кармана	2
		143.	Подзор бокового кармана	2
		144.	Вешалка 2,5x8,0 см	1
		145.	Погон	4
		146.	Верхняя часть ветрозащитной планки	1
		147.	Хлястик воротника	1
		148.	Хлястик рукава	2
		149.	Обтачка низа полочки	2
		150.	Обтачка низа спинки	1
		151.	Нижняя часть шлицы	2
		152.	Лицевой клапан	1
		153.	Карман-планшет	1
		154.	Обтачка кармана планшета	1
		155.	Планка съёмного нарукавного знака	1
		156.	Планка съёмного нагрудного знака	1
		ПОЛОТНО СТЕГАННОЕ		
		ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ (тип А, Б)		
		157.	Верхняя часть рукава	2
		158.	Нижняя часть рукава	2
		159.	Отрезная часть рукава под напульсник	2
		ПОЛОТНО СТЕГАННОЕ		
		УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м ² (тип А, Б)		
		160.	Верхняя часть рукава	2
		161.	Нижняя часть рукава	2
		162.	Отрезная часть рукава под напульсник	2
		ПОЛОТНО ВОРСОВАННОЕ (тип А, Б)		
		163.	Лицевой клапан	1
Инв.№ одл.				
Подп. и дата				
Взам. инв. №				
Инв. № дубл.				
Подп. и дата				
Подп. и дата				
				ТУ 8585-08894280-319-14
				Лист 43

Инв. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	БЯЗЬ ГЛАДКОКРАШЕНАЯ (тип А, Б)					
					164.	Мешковина бокового кармана				2+2
					ПРОКЛАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ					
					165.	Листочка				2
					166.	Планка				1
					167.	Лицевой клапан				1
					МЕХ (тип А, Б)					
					168.	Спинка				1
					169.	Полочка				2
					170.	Воротник нижний				1
					УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м ² (тип Б)					
					171.	Спинка				1
					172.	Полочка				2
					173.	Воротник нижний				1
					УТЕПЛИТЕЛЬ 150 г/м ² (тип А, Б)					
					174.	Верхняя часть рукава				2
					175.	Нижняя часть рукава				2
					177.	Отрезная часть рукава под напульсник				2
					178.	Обтачка низа полочки				2
					179.	Обтачка низа спинки				1
ПРОКЛАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ (тип А, Б)										
180.	Планка нижней меховой куртки				1					
181.	Лицевой клапан нижней меховой куртки				1					
182.	Прокладка манжета нижней меховой куртки				2					
ТКАНЬ СИЛИКОНОВАЯ										
183.	Центральная часть кармана-планшета				3					
ТКАНЬ ЗЕЛЕНОГО ЦВЕТА										
184.	Кант спинки куртки верхней				1					
185.	Кант полочки куртки верхней				2					
186.	Кант спинки куртки нижней				1					
187.	Кант полочки куртки нижней				2					
188.	Кант спинки куртки нижней меховой				1					
189.	Кант полочки куртки нижней меховой				2					
									Лист	
									44	
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ТУ 8585-08894280-319-14					

№ п/п	Наименование детали	Число деталей				
ПОЛУКОМБИНЕЗОН УТЕПЛЕННЫЙ						
ВЕРХ						
187.	Передняя половинка	2				
188.	Задняя половинка	2				
189.	Верхняя часть передней половинки	2				
190.	Верхняя часть задних половинок	1				
191.	Планка бокового шва	2				
192.	Ластовица	2				
193.	Шлевка	3				
194.	Бретели	4				
195.	Усилительная накладка передней половинки	2				
ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ						
196.	Передняя половинка	2				
197.	Задняя половинка	2				
198.	Верхняя часть передней половинки	2				
199.	Верхняя часть задних половинок	1				
200.	Ластовица	2				
УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м² к деталям ВЕРХА						
201.	Передняя половинка	2				
202.	Задняя половинка	2				
203.	Верхняя часть передней половинки	2				
204.	Верхняя часть задних половинок	1				
УТЕПЛИТЕЛЬ 150 г/м^{2к} деталям ТКАНИ ПОДКЛАДОЧНОЙ						
205.	Передняя половинка	2				
206.	Задняя половинка	2				
207.	Верхняя часть передней половинки	2				
208.	Верхняя часть задних половинок	1				
ТКАНЬ ВЕТРОЗАЩИТНАЯ						
209.	Передняя половинка	2				
210.	Задняя половинка	2				
211.	Верхняя часть передней половинки	2				
212.	Верхняя часть задних половинок	1				
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ТУ 8585-08894280-319-14	Лист
						45

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № одл.

№ п/п	Наименование детали	Число деталей
УТЕПЛЯЮЩАЯ ПОДСТЕЖКА		
СУКНО ВОРСОВАННОЕ (тип А)		
213.	Цельнокроеная (передняя + задняя) левая половинка брюк	1
214.	Цельнокроеная (передняя + задняя) правая половинка брюк	1
ПОЛОТНО СТЕГАННОЕ ДВУСТОРОННЕЕ ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ (тип Б)		
215.	Цельнокроеная (передняя + задняя) левая половинка брюк	1+1
216.	Цельнокроеная (передняя + задняя) правая половинка брюк	1+1
ПОЛОТНО СТЕГАННОЕ ДВУСТОРОННЕЕ УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м ²		
217.	Цельнокроеная (передняя + задняя) левая половинка брюк	1
218.	Цельнокроеная (передняя + задняя) правая половинка брюк	1
БЯЗЬ ГЛАДКОКРАШЕНАЯ (тип А, Б)		
219.	Обтачка пояса	1
220.	Обтачка гульфика	1
221.	Обтачка банта	2

Инь.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инь. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				46

№ п/п	Наименование детали	Число деталей
ЖИЛЕТ		
ВЕРХ		
222.	Полочка	2
223.	Спинка	1
224.	Воротник-стойка	1
225.	Клапан кармана для аккумулятора 13,5×5,5 см	2
226.	Обтачка кармана	2
227.	Боковой расширитель жилета шириной 4,0 см	2
ТКАНЬ ПОДКЛАДОЧНАЯ		
228.	Полочка	2
229.	Спинка	1
230.	Карман верхний для нагревательного элемента спинки 11,0×20,0 см (подгибка входа в карман 2,5 см)	2
231.	Карман верхний для нагревательного элемента полочки 11,0×20,0 см (подгибка входа в карман 2,5 см)	2
232.	Карман нижний для нагревательного элемента спинки 14,5×26,0 см (подгибка входа в карман 2,5 см)	1
233.	Боковой расширитель жилета шириной 4,0 см	2
ПОЛОТНО ВОРСОВАННОЕ		
234.	Воротник нижний	1
235.	Боковая часть жилета ширина 5,0 см	4
УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м²		
236.	Боковой расширитель жилета шириной 4,0 см	2
УТЕПЛИТЕЛЬ 60 г/м²		
237.	Спинка	1
238.	Полочка	2
239.	Воротник	1
ТКАНЬ С ПЛЁНОЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ		
240.	Мешковина кармана для аккумулятора 27,0×13,0 см	2

Инд. № одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

Особенности обработки

КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ КАПЮШОНОМ, ИССИНЯ-ЧЁРНОГО ЦВЕТА (тип А, Б) **КУРТКА ВЕРХНЯЯ**

1. Воротник куртки, листочки, погоны, планки, клапаны, клапан верхнего кармана, манжеты, пата куртки дублируются прокладочным материалом.
2. Боковые срезы, срезы рукавов, срезы втачивания рукавов в пройму, срезы притачивания манжет соединяются стачным швом 1,0 см.
3. Плечевые, локтевые срезы, спинки, кокетки спинки, кокетки полочки соединяются стачным швом 1,0 см с последующим настрачиванием на 0,2-0,3 см от строчки соединения деталей.
4. В швы соединения кокеток с полочкой вставляется кант шириной 0,5-0,6 см, шов стачивания 1,0 см с последующим настрачиванием на 0,2 см от шва стачивания.
5. Обтачивание деталей куртки выполняется швом шириной 0,7 см, с последующим прокладыванием отделочной строчки на расстоянии 0,2-0,3 см от края.
6. Усилительные накладки настрачиваются на рукава куртки швом шириной 0,2 см, подгибая срезы внутрь на 1,0 см.
7. Накладные карманы куртки соединяют с курткой накладным швом шириной 0,2 см, подгибая срезы внутрь на 1,0 см. По нижнему краю карманов прокладывают вторую строчку на расстоянии 0,5 см от первой. Верхние углы накладных карманов закрепляют строчкой, параллельной боковой стороне кармана на расстоянии 0,7 см от подогнутого края на ширину обтачки кармана. Накладные карманы на полочках дополнительно закрепляют по боковой стороне ориентированной к борту сквозной закрепкой длиной 1,0-2,0 см.
8. На клапанах верхних накладных карманов куртки настрачиваются текстильные застёжки на расстоянии 0,5-0,7 см от края детали в готовом виде. Вторая часть текстильной застёжки настрачивается на накладной карман в соответствии с текстильными застёжками клапанов.
9. На нижних клапанах накладных карманов куртки настрачиваются текстильные застёжки на расстоянии 0,5-0,7 см от края детали в готовом виде. Вторая часть текстильных застёжек настрачивается на листочки в соответствии с текстильными застёжками клапанов.
10. Клапаны накладных карманов куртки, втачиваются между полочкой и кокеткой полочки швом шириной 1,0 см, с последующим настрачиванием кокетки на 0,2-0,3 см от края. Расстояние между швом притачивания кокетки и верхнего края кармана 1,5 см.
11. На полочках куртки обрабатываются прорезные карманы с втачной листочкой и клапаном. На нижнюю часть клапанов боковых прорезных карманов куртки настрачиваются текстильные застёжки на расстоянии 0,5-0,7 см от края детали в готовом виде. Вторую часть текстильных застёжек настрачивают на листочки соответственно текстильной застёжке клапанов боковых прорезных карманов. По рамке боковых прорезных карманов прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2 см.

Инд. № одл.	Подп. и дата	Изн. № дубл.	Подп. и дата		<p>ТУ 8585-08894280-319-14</p>	Лист
Взам.. инв. №						48
Изн. № одл.						
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

12. На правой кокетке полочки настрачивается текстильная застёжка для закрывания отлетного клапана со световозвращающей лентой на расстоянии 0,2-0,3 см от края текстильной застёжки. Отлетной клапан правой полочки со световозвращающей лентой обтачивается с боковых сторон швом шириной 1,0 см. проложена отделочная строчка по всем сторонам отлетного клапана прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2-0,3 см от края детали.
13. На кокетки спинки настрачивается текстильная застёжка для закрывания отлетного клапана со световозвращающей надписью на расстоянии 0,2-0,3 см от края текстильной застёжки. Отлетной клапан спинки со световозвращающей надписью обтачивается с боковых сторон швом шириной 0,9 см, Отделочная строчка прокладывается по всем сторонам отлетного клапана на расстоянии 0,2-0,3 см от края детали.
14. Детали подкладки настрачивают на утеплитель и на ветрозащитную ткань на расстоянии 0,2-0,3 см от края детали.
15. Рукава втачиваются в проймы куртки швом 1,0 см, при втачивании рукавов к срезу проймы крепят погоны с фальш-погонами, располагая их на расстоянии 1,0 см от плечевого шва в сторону спинки. Длина погона в готовом виде 12,0 см, ширина 4,5 см.
16. Кулиска перегибается вдоль пополам и втачивается между частями спинки и полочек куртки, с последующим настрачиванием строчкой на расстоянии 2 мм от шва притачивания кулиски.

СЪЁМНЫЙ КАПЮШОН.

17. Части капюшона дублируются утеплителем шириной шва по всем срезам детали на 0,2-0,3 см от края. Части капюшона верха с утеплителем дублируются деталями из ветрозащитной ткани Части капюшона верха и подкладки стачиваются швом шириной 1,0 см, с последующим настрачиванием на 0,2-0,3 см. По лицевому вырезу капюшона между частями капюшона, вкладывается кулиска, стачивается швом шириной 1,0 см и настрачивается на расстоянии 0,2 см. На центральную часть капюшона настрачиваются хлястик и держатель полуколец швом шириной 0,5 см, с последующим настрачиванием на 0,7 см от шва притачивания. По шву обтачивания капюшона прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2 см от края. На капюшоне обмётываются две петли для выведения эластичного шнура.
18. По нижнему краю капюшона обмётываются семь петель для крепления к куртке верхней, куртке нижней и куртке нижней меховой.

Инь.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инь. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист
				49

КУРТКА НИЖНЯЯ.

19. Листочки боковых карманов, погоны дублируются прокладочным материалом.
20. Боковые, срезы втачивания рукавов соединяются стачным швом 1,0 см.
21. Плечевые, локтевые срезы рукавов соединяются стачным швом 1,0 см. По краю листочек и рамке карманов прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2 см.
22. Швы соединения деталей подкладки выполняются швом шириной 1,0 см.
23. В швы соединения кокеток с полочкой вставляется кант шириной 0,5-0,6 см, шов стачивания 1,0 см с последующим настрачиванием на 0,2 см от шва стачивания.
24. На правой полочке настрачивается накладным швом шириной 0,2 см от края карман-планшет.
25. В верхней части подкладки вставка из полотна ворсованного, шов притачивания 1,0 см.
26. Внутренние навесные карманы настрачиваются на полочки подкладки на расстоянии 0,2 см от края на участке обтачки и цельновыкроенного усилителя, вход в карман закрепляется с двух сторон П-образными закрепками на ширину обтачки, расстояние между строчками 0,5 см.
27. К нижнему краю ветрозащитной юбки настрачивается эластичная тесьма (шириной 5,0 см) на расстоянии 0,2 см от края. К боковым срезам ветрозащитной юбки притачиваются клапаны, по швам притачивания и краям клапанов прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2 см. Ветрозащитная юбка настрачивается на подкладку куртки накладным швом (величина внутренней подгибки 1,0 см) двумя параллельными строчками на расстоянии 0,2 и 0,7 см от края.
28. Рукава втачиваются в проймы куртки швом шириной 1,0 см. При втачивании рукавов закрепляются погоны, края которых располагаются на расстоянии 1,0 см от плечевого шва в сторону спинки. Длина погона в готовом виде 12,0 см, ширина 4,5 см.
29. Свободный край манжет трикотажных располагается выше края рукавов на 1,5 см.
30. Верх куртки обтачивается подкладкой по всем срезам: воротнику, бортам, низу шириной шва 1,0 см. По бортам, низу и шлицам куртки прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,5-0,7 см от края.
31. На левой полочке куртки притачивается планка швом 0,3-0,4 см с последующим настрачиванием на 0,5-0,7 см от шва притачивания планки.

КУРТКА НИЖНЯЯ МЕХОВАЯ.

32. Листочки боковых карманов дублируются прокладочным материалом. Боковой карман обтачивается обтачкой шириной шва 0,7 см, с последующим настрачиванием молнии на 0,2 см от края рамки. Листочка настрачивается накладным швом шириной 0,2-0,3 см от края, с боковыми закрепками.
33. В швы соединения кокеток с полочкой вставляется кант шириной 0,5-0,6 см, шов стачивания 1,0 см с последующим настрачиванием на 0,2 см от шва стачивания.
34. Боковые срезы, срезы втачивания рукавов, срезы кокеток соединяются стачным швом 1,0 см.
35. Плечевые, локтевые срезы рукавов соединяются стачным швом 1,0 см. По краю листочек и рамке карманов прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2-0,3 см.
36. На правой полочке настрачивается накладным швом шириной 0,2 см от края карман-планшет.
37. Швы соединения деталей подкладки выполняются швом шириной 1,0 см.
38. Рукава втачиваются в проймы куртки швом шириной 1.0 см.

Инв.№ одл.	Подп. и дата	Взам.. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
ТУ 8585-08894280-319-14				Лист

39. Свободный край манжет трикотажных располагается выше края рукава на 1,5 см.
40. Рукава куртки обтачиваются подкладкой швом 0,7-0,9 см с последующим настрачиванием на расстоянии 0,5-0,7 см от низа рукава.
41. Куртка по бортам, низу обтачивается швом 1,0 см с последующим настрачиванием на 0,5-0,7 см от края.
42. По линии талии настрачивается кулиска накладным швом (величина внутренней подгибки – 1,0 см) строчкой на расстоянии 0,2 см от края кулиски.
43. Внутренний лицевой клапан втачивается между мехом и верхом куртки по правому борту.
44. На левой полочке куртки притачивается планка швом 0,3-0,4 см с последующим настрачиванием на 0,5-0,7 см от шва притачивания планки.
45. В боковых швах обрабатываются шлицы длиной 9,0 см и глубиной запаха 4,5 см. Нижняя часть шлицы втачивается в боковой шов шириной 0,7 см.

ПЕТЛИ ОБМЁТЫВАЮТ:

- на планках борта куртки нижней меховой четыре петли: верхняя поперёк на расстоянии 1,5 см от верхнего края и на расстоянии 1,2 см от края планки; нижняя петля на расстоянии 2,0 см от низа куртки и на 1,2 см от края планки; остальные петли располагаются вдоль планки на равном расстоянии от верхней, нижней петель и между собой, и на 1,2 см от края планки;

- на погонах куртки верхней, куртки нижней и куртки нижней меховой - по одной на оси симметрии детали и на расстоянии 1,0-1,3 см от края;

- на капюшоне: по нижнему краю капюшона семь петель на расстоянии 1,0-1,3 см от нижнего края перпендикулярно. Средняя петля - посередине средней части капюшона.

ПУГОВИЦЫ ПРИШИВАЮТ

соответственно расположению петель.

- на воротниках курток - для пристёгивания съёмного капюшона;

- на правом борте куртки нижней и куртки нижней меховой – соответственно расположению петель на планках.

С целью повышения камуфлирующих антишумовых свойств изделия для подразделений специального назначения рекомендуется заменить застежки текстильные (ленту-контакт) на пуговицы, тесьму-молнию на тесьму-молнию специальную антишумовую.

Инва.№ одл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата	ТУ 8585-08894280-319-14	Лист				
	Инва. № одл.									
	Изм.						Лист	№ докум	Подп.	Дата

ПОЛУКОМБИНЕЗОН

46. Боковые срезы полукомбинезона соединяют стачным швом шириной 1,0 см с последующим настрачиванием строчкой на 0,2 см от края.
47. Шаговые, средние срезы брюк стачивают швом шириной 1,0 см.
48. Обтачивание деталей полукомбинезона выполняют швом шириной 0,7 см. По обтаченным деталям прокладывают строчку на расстоянии 0,5 см от края.
49. Планки боковых швов располагаются на расстоянии 4,0 см от среза линии талии вниз по боковому срезу.
50. Планки боковых швов обтачиваются по нижнему срезу швом шириной 1,0 см. На планку настрачивается застёжка текстильная на 1,0 см от сгиба и на 2,0 см от верхнего и нижнего края. Соответственно застёжке текстильной планки на задние половинки полукомбинезона настрачивают вторую сторону застёжки текстильной швом шириной 0,2 см от края.
51. Планки боковых швов притачиваются швом шириной 1,0 см. с последующим настрачиванием на 0,2-0,3 см от края.
52. Шлёвки обтачиваются швом шириной 1,0 см, с последующим настрачиванием на 0,5 см от края шлёвки.
53. По бретелям прокладывается отделочная строчка на расстоянии 0,2 см от края и 0,5 см от первой строчки. Тесьма эластичная закрепляется тройной обратной строчкой. Длина тесьмы эластичной 17,0 см.
54. Шлёвки вшиваются между брюками и верхом полукомбинезона: на передних половинках брюк у сточки крепления эластичной ленты, по среднему шву задних половинок. Верхние края шлёвок настрачиваются строчкой на 0,2 см от края.
55. Верх полукомбинезона обтачивают подкладкой полукомбинезона шириной шва 1,0 см. При обтачивании на передних половинках прикрепляется лента ременная шириной 40 мм с пряжками-замками.
56. По линии втачивания тесьмы-молнии прокладывают отделочную строчку на расстоянии 1,0-1,2 см от края застёжки.
57. Верхние части передней и задней половинок полукомбинезона стачиваются с передними и задними половинками полукомбинезона стачным швом 1,0 см, одновременно обрабатывается четыре петли по линии притачивания длиной 25,0 мм с последующим прокладыванием отделочной – закрепляющей строчки на расстоянии 0,2 см от края вытачных петель.
58. К задним половинкам полукомбинезона притачиваются ластовицы швом шириной 1,0 см, с последующим настрачиванием.
59. На передних половинках полукомбинезона настроены усилительные накладки швом в подгибку на расстоянии 0,2-0,3 см от края детали.
60. По боковому шву на подгибке низа обмётываются две петли для выведения шнура, для регулировки ширины низа полукомбинезона на расстоянии 1,0 см от бокового шва. Шнур закрепляется тройной нетканой строчкой по шаговому шву.

			Подп. и дата
		Инв. № дубл.	
		Взам. инв. №	
		Подп. и дата	
Инв. № одл.			
Изм.	Лист	№ докум	Подп. Дата
			ТУ 8585-08894280-319-14
			Лист
			52

61. Детали подкладки настрачивают на утеплитель и на ветрозащитную ткань на расстоянии 0,2-0,3 см от края детали.
62. Срез левой передней половинки утепляющей подстежки на участке застёжки обтачивают обтачкой швом 1,0 см с последующим прокладыванием строчки на расстоянии 0,2 см от края.
63. Срез правой половинки тоже обтачивают обтачкой. Нижний срез откоса подгибают во внутрь настрачивают на левую переднюю половинку. По верхнему срезу застёжки выполняют долевую закрепку длиной 6,0 см, совпадающую с отделочной строчкой по краю застёжки.
64. По верхнему срезу утепляющей подстежки притачивается обтачка из бязи гладкокрашеной.
65. Нижний срез обтачки из бязи гладкокрашеной настрачивают на подстежку утепляющую накладным швом с закрытым срезом строчкой на расстоянии 0,2 см от подогнутого края, вкладывая тесьму эластичную, ширина подгиба 1,0 см.
66. На передних и задних половинках утепляющей подстежки по линии настрачивания нижнего среза обтачки пришиваются четыре пуговицы диаметром 23,0 мм в соответствии с выточными петлями полукомбинезона.
67. Низ брюк застрачивают швом вподгибку с закрытым срезом строчкой на расстоянии 0,2 см от подогнутого края. Ширина подгиба в готовом виде 2,5 см. Ширина внутреннего подгиба 1,0см.
68. На задних половинках полукомбинезона настрачивают ленту световозвращающую шириной 50 мм на расстоянии 26,0-31,0 см от низа.

Основные швы костюма герметизируются (в зависимости от применяемой ткани способ указывается изготовителем). Герметичность швов должна быть выше, чем водоотталкивающие свойства ткани и должна сохраняться на весь гарантийный срок эксплуатации. Изготовитель указывает физико-механические, технические характеристики самостоятельно подобранных материалов, а также порядок и способы их применения для обеспечения герметичности.

Инв. № одл.	Подп. и дата		Подп. и дата		ТУ 8585-08894280-319-14	Лист
	Взам. инв. №		Инв. № дубл.			53
	Подп. и дата					
	Изм.	Лист	№ докум	Подп.		

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА БЕЗОПАСНОСТИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель руководителя Службы -
начальник Управления материально-
технического обеспечения
Службы ФСБ-России



2016 г.

А.Р.Орлов

**Изменение № 3 к ТУ 8585-08894280-319-14
КОСТЮМ (КУРТКА И ПОЛУКОМБИНЕЗОН) УТЕПЛЁННЫЙ
СПЕЦИАЛЬНЫЙ С ДВУМЯ УТЕПЛИТЕЛЯМИ И СЪЁМНЫМ
КАПОШОНОМ, КАМУФЛИРОВАННОЙ ЦИФРОВОЙ РАСЦВЕТКИ
«ОСЕНЬ-ЗИМА»**

Дата введения

« ____ » _____ 2016 г.

Заместитель начальника 2 службы
Управления материально – технического
обеспечения 7 Службы ФСБ России

« 03 » _____ С.А. Никифоров
2016 г.

Копирование и распространение ТУ допускается только с разрешения
Федеральной службы безопасности Российской Федерации
2016 г.

1. Нетканый теплозащитный материал.

Нетканый материал, включающий каркасное полотно и волокнистый слой, выполненный из термопластичных штапельных волокон, расположен по одну или обе стороны каркасного полотна скрепленного между собой посредством иглопрокалывания и термообработки. Причем волокнистый слой на поверхности содержит частично подправленные волокна. Отличающиеся тем, что каркасное полотно выполнено из 100 % бикомпонентного полиэфирного волокна или полипропиленового волокна с диаметром волокон $34 \div 82$ мкм, или бикомпонентного полиэфирного волокна и полиэфирного волокон при соотношении волокон масс % 50 : 50 , волокнистый слой выполнен из 100 % полиэфирных или бикомпонентных волокон диаметром не менее 40 мкм.

Изобретение относится к теплозащитным материалам, предназначенным к использованию в одежде в качестве утеплителя.

Известен нетканый фильтрующий материал для фильтрации суспензий. Материал включает каркасное полотно, выполненное в виде иглопробивного термофиксированного полотна и волокнистых слоев, выполненных из полипропиленовых или смеси полиамидных и полипропиленовых штапельных волокон, скрепленных между собой посредством иглопрокалывания и термообработки. Этот материал описан в патенте РФ № 2142322, МКИ ВО1Д 39/16, опубликованный 10.12.99 г. Линейные плотности волокон в каркасе ниже, ГСМ линейные плотности волокон в волокнистых слоях. Для придания высокой плотности материалу.

По совокупности схожих существенных признаков этот материал наиболее близок к предложенному и взят в качестве прототипа.

Однако структура известного фильтрующего материала обладает высокой плотностью, которая не может придать ему объемных свойств и соответственно придать нетканому материалу высоких показателей суммарного теплового сопротивления ($0,8 - 0,9 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$).

Задачей изобретения является создание нетканого теплоизоляционного материала, обладающего высоким суммарным тепловым сопротивлением, одновременно максимально низкой миграцией волокон с поверхности материала и иметь стабильную структуру.

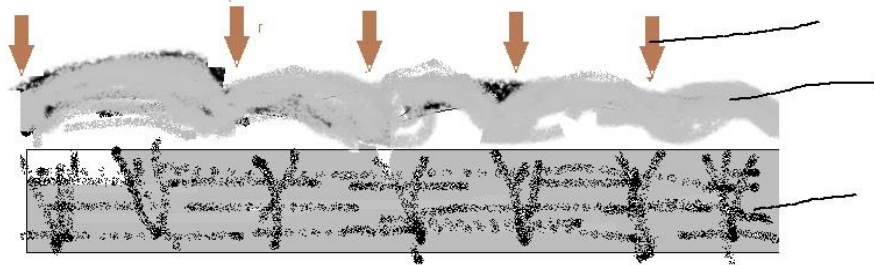
Эта задача решается за счет того, что в нетканом материале, состоящей из каркасного и волокнистого слоя, расположенного по одну сторону каркаса каркасное полотно выполнено из полипропиленовых и бикомпонентных волокон, низкой линейной плотности, диаметр волокон $34 \div 82$ мкм, волокна термопластичные и при термообработке после иглопрокалывания создают объемную формоустойчивую структуру. При частичном заполнении этой структуры волокнами волокнистого слоя, диаметром $40 \div 82$ мкм, пучки волокон волокнистого слоя доходит до 1/3 толщины каркасного полотна, что способствует увеличению толщины материала и его объемности. А это в свою очередь увеличивает показатель суммарного теплового сопротивления. Термопластичные волокна низких линейных плотностей, используемые для изготовления каркасного полотна в процессе термообработки происходит увеличение диаметра используемых волокон за счет их усадки, одновременно и увеличится их извитость, что способствует созданию объемной структуры каркасного полотна и его стабилизации. При заполнении такой структуры термопластичными волокнами волокнистого слоя и его

термофиксации. Объемность структуры полотна еще больше увеличивается. Волокна закрепляются в структуре, что способствует его стабильности и уменьшению миграции волокон, а также увеличению показателя суммарного теплового сопротивления материала.

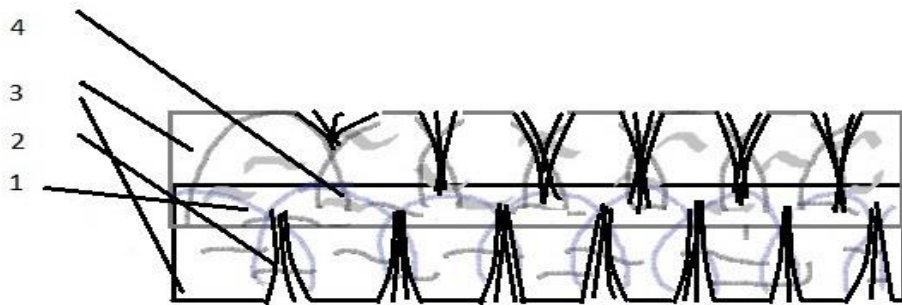
Сущность изобретения поясняется фигурой чертежа и примерами осуществления изобретения.

На фиг. 1 схематически представлено поперечное сечение теплозащитного материала. Согласно изобретению теплозащитное полотно, включает каркасное полотно и волокнистый слой из термопластичных штапельных волокон, расположенный по обе стороны каркасного полотна, как показано на фиг.1 предлагаемый нетканый теплозащитный материал для утеплителя одежды включает каркасное полотно 1 в виде предварительно изготовленного волокнистого холста, скрепленного пучками волокон 2 методом иглопрокалывания с последующей термообработкой в среде горячего воздуха. По обе стороны каркасного полотна 1 расположен волокнистый холст 3. Волокнистый холст скреплен с каркасным полотном методом иглопрокалывания. Иглопрокалывание на глубину $1/3$ толщины каркасного полотна.

Схема поперечного среза теплозащитного материала



фигура



Фиг. 1

1. Каркасное полотно;
2. Пучки волокон скрепляющие волокнистый холст с каркасным полотном (пучки волокон волокнистого холста входят на $1/3$ толщины каркасного полотна);
3. Волокнистый холст;
4. Пучки волокон.

АКТ

об изготовлении опытной партии вещевого имущества

На предприятии ООО «НПШО «Военформ-Дизайн» (г. Москва), осуществляющей поставку обмундирования для ФСБ России, в соответствии с ТУ 8585-08894280-319-14 изм. 3 изготовлена следующая опытная партия спецодежды по результатам диссертационного исследования Дмитрия Анатольевича Советникова «Разработка и исследование пакета материалов для спецодежды военнослужащих ФСБ России, используемой в арктической зоне»:

- костюм (куртка и полукombineзон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима» с примененным утеплителем поверхностной плотностью 200 г/м^2 - 10 к-тов;

- костюм (куртка и полукombineзон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима» с примененным утеплителем поверхностной плотностью 150 г/м^2 - 10 к-тов.

Данная продукция предназначена для осуществления опытной носки и рассмотрения вопроса о дальнейшем использовании в подразделениях ФСБ России.



Генеральный директор
ООО «НПШО «Военформ-Дизайн»

М.Д.

Л.В. Михайлик

25.06.2016

Акт

внедрения опытной партии изделия

В войсковой части 55056 ФСБ России произведен первый этап опытной носки следующего обмундирования:

- костюм (куртка и полукOMBинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима» с примененным утеплителем поверхностной плотностью 200 г/м^2 - 10 к-тов;

- костюм (куртка и полукOMBинезон) утепленный специальный с двумя утеплителями и съемным капюшоном, камуфлированной цифровой расцветки «осень-зима» с примененным утеплителем поверхностной плотностью 150 г/м^2 - 10 к-тов.

Данное имущество изготовлено по ТУ 8585-08894280-319-14 изм. 3 на предприятии ООО «НПШО «Военформ-Дизайн» (г. Москва), осуществляющей поставку обмундирования для ФСБ России.

На первом этапе опытной носки получены предварительные положительные результаты.

Рекомендуется начать второй этап опытной носки с представлением результатов к 30.09.2017 года.

Заместитель начальника Управления -
начальник 2 службы УМТО
службы ФСБ России



2017г.

Г.П. Панасенко