

Разработка структуры и исследование свойств пакетов материалов терморегулируемой утепленной одежды для людей с ограниченными возможностями движения

В.И. Бесшапошникова^а, Н.А. Климова^б

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Российская Федерация

E-mail: ^аvibesvi@yandex.ru, ^бk.natali.94@mail.ru

Аннотация. Разработана структура и исследованы теплозащитные свойства пакетов материалов с термообогревающим композиционным текстильным материалом. Доказана высокая теплозащита разработанного терморегулируемого изделия и возможность его применения для людей с ограниченными возможностями движения.

Ключевые слова: термообогреваемый, свойства, структура пакетов одежды, люди с ограниченными возможностями движения.

Development of Structure and Research of Properties of Material Packages for Thermo-Regulated Warm Clothing Designed for People with Movement Disabilities

V. Besshaposhnikova^a, N. Klimova^b

Russian State University named after A. N. Kosygin (Technology. Design. Art), Russian Federation

E-mail: ^avibesvi@yandex.ru, ^bk.natali.94@mail.ru

Annotation. The structure has been developed and the heat-shielding properties of material packages with a thermo-heating composite textile material have been investigated. The high thermal protection of the developed thermo-regulated product and the possibility of its use for people with movement disabilities have been proven.

Key words: thermally heated, properties, structure of clothing packages, people with movement disabilities.

Формирование без барьерной среды для людей с ограниченными возможностями движения (ЛОВД) – является стратегической задачей Российской Федерации. Комплексное решение проблемы адаптации, реабилитации и социальной защиты позволит ЛОВД принять активное участие в общественной жизни государства и встать на один уровень со здоровыми людьми, а значит, быть полноценными членами современного общества [1]. Известно, что люди с ограниченными возможностями движения в большей степени подвержены риску перегрева в жаркую погоду и обморожения в холодное время года [2]. Повышенные требования к параметрам окружающей среды формируют так называемые термальные физиологические ограничения (ТФО), которые отражены в стандарте ГОСТ Р 53453-2009 [3]. Особенности здоровья ЛОВД негативным образом влияют на качество их жизни, в значительной степени ограничивают самостоятельность и мобильность. Роль адаптационной одежды состоит в формировании реабилитационного эффекта, повышении

безопасности, комфорта и самостоятельности, в том числе при выполнении различных передвижений по улице. В этом смысле создание надежной и комфортной одежды для ЛОВД является актуальным. Анализ моделей теплозащитных изделий для ног показал, что подавляющее большинство составляют модели, произведенные из водонепроницаемого материала верха с использованием подкладки как из натуральных тканей (смесовых шерстяных), так и искусственных тканей и меха. В некоторых моделях в качестве дополнительного утеплителя используется синтепон разной толщины [6–9]. Поэтому исследование данной работы были направлены на разработку структуры и исследование свойств пакета материалов утепленной одежды с терморегулируемыми свойствами, за счет применения электрообогреваемого композиционного текстильного материала (ЭОКТМ) [4, 5].

В данной работе представлен способ промышленного производства ЭОКТМ (рис. 1), согласно которому первый текстильный материал –

текстильная основа 1, ткань или нетканое полотно из натуральных, химических или смесовых волокон любой поверхностной плотности, например, ткань арт. 210 (100 % Хл) или поликоттон (50 % ПЭФ 50 %Хл) поверхностной плотности 110 г/м², устойчивые к многократным изменениям температуры, прочные и легкие, подаются на кардоленту 2 с иглами по левому и правому краям.

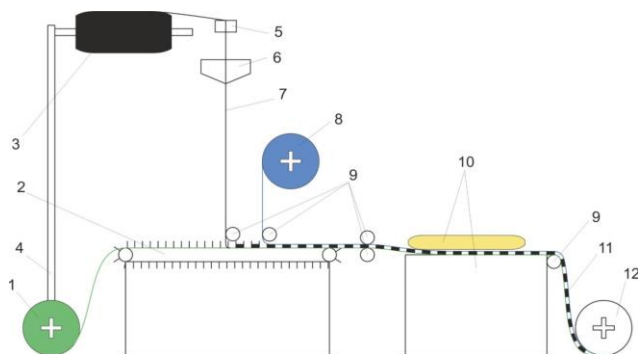


Рисунок 1 – Схема способа производства, разработанного электрообогреваемого композиционного текстильного материала

Электропроводящий слой 7 формируют из любого металлосодержащего или углеродсодержащего материала в виде проволоки, или нити, или жгута, или ленты с сопротивлением 1,4–2,9 Ом, приходящемся на 1 м² образца. Углеродная нить линейной плотности 205 или 400 текс с удельным поверхностным сопротивлением 120 и 240 Ом/м, соответственно, и удельным электрическим сопротивлением 8,5·10⁻⁵ Ом·м.

Электропроводящая углеродная нить 7 с бобины 3, установленной в бобинодержатель 4, через направляющее устройство 5 подается на нитеукладчик 6, который укладывает ее синусоидально между иглами кардоленты 2 на текстильную основу 1, с расстоянием между рядами 30 мм.

Сверху располагают второй покрывной слой 8 – термоклеевой прокладочный материал тканый или нетканый из натуральных, химических или смесовых волокон, например термоклеевой прокладочный материал флизелин клеевой G405 или арт. 56650 (100 % ПЭФ) поверхностной плотности 65 г/м² или дублирин клеевой арт. 514 (100 % Хл) поверхностной плотности 125 г/м², с односторонним клеевым покрытием из любого термопластичного полимера, полиэтиленового, полиамидного, акрилового или другого полимера или сополимера, клеевым покрытием вниз, который подается по направляющим роликам 9.

Сформированный пакет материалов дублируют на прессе 10 проходного типа или на каландре при температуре на 15–20 °С выше температуры плавления клеевого адгезива, в течение 20 с, под давлением 0,04 МПа. В результате углеродная нить надежно фиксируется в структуре ЭОКТМ. Готовый материал 11 наматывается на приемный вал 12. На прессе

проходного типа под давлением и температурой происходит соединение слоев текстильных материалов клеевым термопластичным полимером. При этом электропроводящий слой прочно фиксирует между двумя текстильными диэлектриками из натуральных и химических волокон, образуя структуру многослойного электропроводящего обогревающего текстильного материала. Температура и давление процесса выбирают с учетом теплостойкости текстильных материалов и температуры плавления клея. Для акрилового сополимера АКР-622 с температурой плавления 80 °С рекомендуют температуру поверхности подушек прессы 100–105 °С, для сополиамида марки «Платамид» (Германия) с температурой плавления 120–125 °С рекомендуют температуру поверхности подушек прессы 140–145 °С, время прессования – 20 с и давление 0,04–0,05 МПа.

С учетом запросов потребителей и длины прессующей поверхности каландра или проходного прессы, ширина многослойного электропроводящего обогревающего текстильного материала может варьировать в широких пределах от 20 до 100 см и более, за счет замены кардоленты с требуемым расположением игл по ширине полотна.

Таким образом, способ получения многослойного электропроводящего обогревающего текстильного материала достаточно прост и экономичен. Предложенный вариант реализации способа не требует больших площадей и может быть организован как на текстильном, так и на швейном производстве.

На предприятии ООО «КВН СЕРВИС» была создана опытно-промышленная установка по разработанному способу производства ЭОКТМ и наработаны три вида опытных образцов. Структура первого образца состоит из: 1 слой – хлопчатобумажная ткань арт. 210 из 100 % хлопка, поверхностной плотности 110 г/м², ширина 50 см, отбеленная, полотняного переплетения; 2 слой – углеродная нить линейной плотности 205 текс, уложенная синусоидально на 1 слой; 3 – слой термоклеевой прокладочный материал флизелин клеевой G405, из 100 % полиэфирных волокон, соединенных термоскреплением, поверхностной плотности 65 г/м², клеевое покрытие полиамидное, ширина 50 см.

Структура второго образца отличается от первого тем, что 2 слой – углеродная нить используется линейной плотности 400 текс.

Структура третьего образца состоит из: 1 слой – иглопробивное клееное нетканое полотно Сютн, арт. 934501, поверхностной плотности 100 г/м², вырабатывают из смеси полиакрилонитрильных (30 %), полиамидных (40 %) и вискозных (30 %) волокон, скрепленных синтетическим латексом. Ширина полотна 50 см (без клеевого покрытия); 2 слой – углеродная нить линейной плотности 205 текс, уложенная синусоидально на 1 слой; 3 – слой термоклеевой прокладочный материал флизелин клеевой G405, так же, как в первом и втором типе структуры ЭОКТМ.

Формирование разных структур продиктовано поиском оптимального состава и рационального конфекционирования при проектировании изделий легкой промышленности. Характеристики свойств разработанных электрообогреваемых композиционных текстильных материалов, полученных в производственных условиях по разработанной технологии, представлены в таблице 1.

Исследование физико-механических свойств, разработанных ЭОКТМ, показало, что образец № 3, полученный на основе нетканых полотен, обладает невысокой прочностью при растяжении, поэтому может рекомендоваться для изделий, не испытывающих большие нагрузки при эксплуатации, например, в качестве обогреваемых укрывных изделий.

Таблица 1 – Характеристики свойств, разработанных электрообогреваемых композиционных текстильных материалов

Характеристики свойств	Показатели свойств		
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Состав структуры ЭОКТМ	Ткань арт.210 (100 Хл), УН-205, флизелин клеевой G405	Ткань арт.210 (100 Хл), УН-400, флизелин клеевой G405	Нетканое полотно Сюнт арт. 934501 (30ПАН,40ПА,30ВВ), УН-205, флизелин клеевой G405
Поверхностная плотность, г/м ²	195	225	200
Прочность клеевого соединения, Н/см	8,3	8,3	7,9
Разрывная нагрузка, даН, основа/ уток	67,5/73,5	68,1/79,4	15,9/29,5
Жесткость при изгибе, мкН·см ² , основа/уток	4200/4610	4524/4925	5060/5345
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² с	230	228	148
Относительная паропроницаемость, %	35,8	35,4	29,8
Расстояние между рядами углеродной нити, мм	30	30	30
Температура поверхности образцов ЭОКТМ, °С	33,3	28,5	33,5

Образцы № 1 и № 2 характеризуются высокой прочностью при растяжении и прочностью при расслаивании клеевого соединения слоев ЭОКТМ, что обеспечит надежную фиксацию УН в структуре материала и сохранение ее целостности при эксплуатации готовых изделий. ЭОКТМ достаточно гибкий, и по жесткости отвечает требованиям, предъявляемым к прокладочным материалам верхней одежды. Высокая паропроницаемость и способность пропускать воздух обеспечат выведение капиллярной влаги пододежного пространства.

Аккумулятор имеет три режима обогрева. Температура поверхности на первом режиме в течение 1 минуты обеспечивает нагрев до температуры 25,5–26,0 °С. Переключая малогабаритный аккумулятор Li-PO (3S) во второй температурный режим, можно повысить температуру до 33,5–34 °С, режим III – до 39–40 °С. Учитывая, что образец № 1 по массе на 30 г/м² легче образца № 2, и стоимость углеродной нити линейной плотности 205 текс дешевле, то выбор образца № 1 для дальнейших исследований является более предпочтительным.

Выбор материалов в пакет термообогреваемого изделия-чехла (ТОЧ) для ЛОВД выполнялся с учетом требований ГОСТ Р 53453-2009 [3], а именно двух основных требований: во-первых, ТОЧ должен обеспечивать тепловой комфорт, отвод тепла от нагревателя в окружающую среду должен быть минимальным, температура пододежного

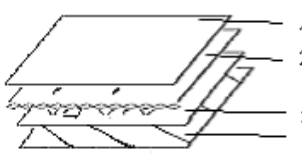
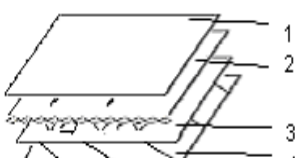
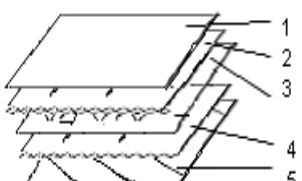
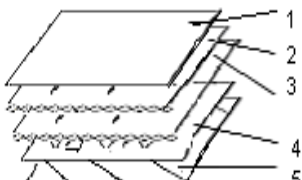
пространства должна быть стабильной и комфортной; во-вторых, ТОЧ в готовом виде должен соответствовать эксплуатационным и эргономическим требованиям стандарта, в том числе обеспечивать защиту от осадков и ветра, быть прочным и удобным в эксплуатации.

Для формирования структуры пакетов материалов ТОЧ в качестве внешнего слоя использовали инновационную мембранную ткань арт. С911 с водоотталкивающей пропиткой, устойчивой к загрязнениям, с низкой воздухопроницаемостью и малой массой. Высокая водоупорность и водонепроницаемость мембранной ткани защитит внутренние слои и прежде всего ЭОКТМ от влаги. В качестве утепляющего слоя, из всего многообразия утеплителей одежды [10, 11], выбрали нетканый объемный утеплитель – «Холлофайбер» СОФТ ПРИМ ZP 8391 и Холлофайбер СОФТ Р 5198 поверхностной плотности 100 и 200 г/м², соответственно. В качестве подкладочного слоя – трикотажное полотно поларфлис с двухсторонним ворсом из 100 % полых полиэфирных волокон, что придает ему хорошие теплозащитные и сорбционные свойства, поверхностной плотности 300 г/м² (Китай). В качестве терморегулируемого обогревающего слоя использовали ранее разработанный ЭОКТМ [5], подключенный к литиевому аккумулятору массой 250 грамм.

Разработанные пакеты материалов, представленные в таблице 2 – структура и свойства пакета материалов, содержат терморегулируемый материал, который располагали между подкладочным

слоем и утеплителем (пакеты № 1 и 2), между двумя слоями утеплителя (пакет № 3) и между подкладочным и двумя слоями утепляющего материала (пакет № 4).

Таблица 2 – Структура и свойства пакета материалов

№пакета	Состав слоев пакета материалов	M_s , г/м ²	δ , мм	λ , Вт/(м·К)	$R_{сум}$, м ² ·К/Вт
Пакет № 1 	1 – Мембранная ткань арт. С911	135	13,5	0,0409	0,341
	2 – Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP 8391	100			
	3 – Обогревающий материал ЭОТМ	180			
	4 – Подкладка – поларфлис	300			
Пакет № 2 	1 – Мембранная ткань арт. С911	135	17,4	0,0369	0,484
	2 – Холлофайбер СОФТ Р 5198	200			
	3 – Обогревающий материал ЭОТМ	180			
	4 – Подкладка – поларфлис	300			
Пакет № 3 	1 – Мембранная ткань арт. С911	135	24,3	0,0321	0,771
	2 – Холлофайбер СОФТ Р 5198	200			
	3 – Обогревающий материал ЭОТМ	180			
	4 – Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP 8391	100			
	5 – Подкладка - поларфлис	300			
Пакет №4 	1 – Мембранная ткань арт. С911	135	24,0	0,0319	0,778
	2 – Холлофайбер СОФТ Р 5198	200			
	3 – Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP 8391	100			
	4 – Обогревающий материал ЭОТМ	180			
	5 – Подкладка – поларфлис	300			

Примечания: M_s – поверхностная плотность, δ – толщина, λ – теплопроводность, $R_{сум}$ – суммарное тепловое сопротивление.

Результаты исследований показали, что при выключенном обогревающем ЭОТКМ теплозащитные свойства пакетов материалов определяются их толщиной. Образец № 1 и № 2 с одним слоем утеплителя Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP 8391 массой 100 г/м² и Холлофайбер СОФТ Р 5198 массой 200 г/м² не обеспечивают требуемой теплозащиты зимней одежды, суммарное тепловое сопротивление поясных изделий должно быть не меньше 0,50 м²·К/Вт (ГОСТ 12.4.303-2016) [13], поэтому пакеты материалов № 1 и № 2 могут рекомендоваться только для демисезонной верхней одежды.

Исследование эффективности расположения обогревающего ЭОТКМ полотна в структуре пакета материалов № 3 и № 4, состоящих из двух слоев утеплителя Холлофайбер массой 200 и 100 г/м² каждый, показало, что расположение ЭОТКМ в структуре пакета не оказывает существенного влияния на теплопроводность и суммарное тепловое

сопротивление. При этом оба пакета материалов позволяют рекомендовать их эксплуатацию в условиях третьего климатического пояса ($R_{сум}$ допустимо от 0,57 до 0,799 м²·К/Вт).

Исследования теплозащитных свойств пакетов материалов с включенным обогревающим ЭОТКМ проводили по аналогии с методикой, описанной в работе [12]. Для этого на специально подготовленных образцах ЭОТКМ каждому пакету материалов придавали цилиндрическую форму и фиксировали ее ниточным соединением машинной строчки. При этом предварительно на верхний срез мембранной ткани настрачивали кулису с вложением эластичного шнура. Затем стачивали нижний срез пакета материалов так, чтобы не повредить углеродную термообогревающую нить, предварительно вкладывая между слоями пакетов материалов датчики температуры на одном уровне по схеме (рис.2).

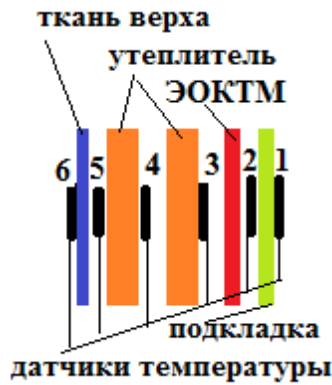


Рисунок 2 – Схема расположения датчиков температуры в пакете материалов

Для исследования процесса охлаждения имитатора тела человека – сосуда с водой. В подготовленные таким образом образцы пакетов материалов помещали емкость 0,5 л с водой, нагретой до $36,5 \pm 0,5$ °С, имитируя таким образом модель тела человека, одетого в зимнюю одежду. Обогревающий элемент собранной системы присоединяли к аккумулятору.

Между поверхностью сосуда и пакетом материалов образуется воздушная прослойка не более 3 мм. Датчики температуры также располагали на подкладке со стороны сосуда и на мембранной ткани с внешней

стороны пакета одежды. Датчики температуры передают данные на компьютер и записываются в программе Excel. Затем включали аккумуляторную батарею на режим II и нагревали ЭОКТМ до постоянной температуры 34 °С, о чем свидетельствовали показания датчиков 2 и 3. Подготовленные модели-имитаторы помещали в климатическую камеру WT-360, охлажденную до температуры (-10) °С.

Сравнительную оценку теплоизолирующей способности разных пакетов материалов определяли по темпу охлаждения поверхности сосуда с водой (рис. 3).

Результаты исследований показали, что при температуре в криокамере (-10 °С) процесс охлаждения имитатора тела человека, одетого в пакет материалов № 1 и № 2 с одним слоем утеплителя и нагревом ЭОКТМ до 34 °С, происходит с одинаковым темпом, и через 180 мин температура пододежного пространства снижается до температуры нагрева ЭОКТМ (34 °С), как для пакета № 1 с утеплителем массой 100 г/м², так и для пакета № 2 с утеплителем массой 200 г/м² (рис. 2). Это позволяет сделать заключение о возможности применения утеплителя в 1 слой для зимней теплозащитной одежды, при условии использования терморегулируемого обогревающего полотна ЭОКТМ.

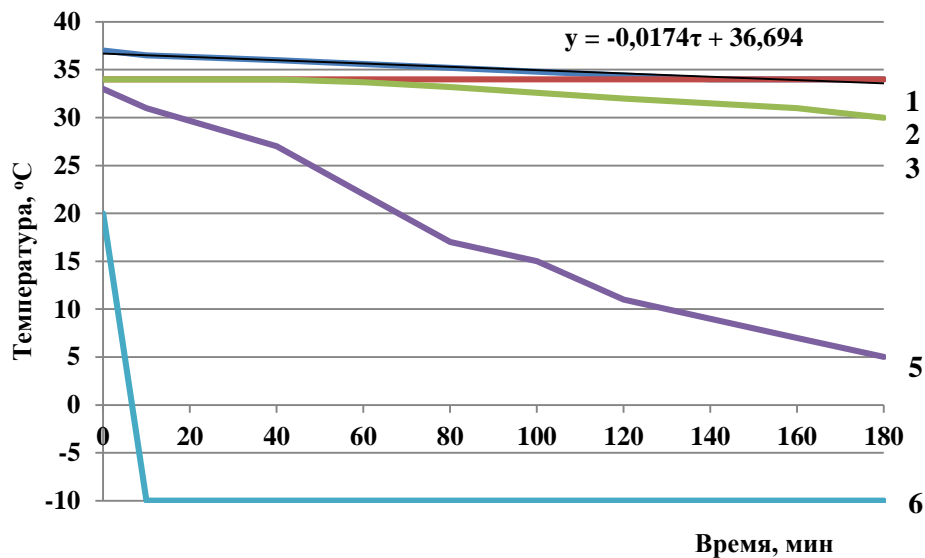


Рисунок 3 – Динамика изменения температуры в структуре пакета материалов № 1 и № 2 с включенным ЭОКТМ при температуре окружающей среды (-10 °С): 1, 2, 3, 5, 6 – датчики температуры по слоям пакета материалов

Полученное уравнение вида: $y = -0,0174\tau + 36,694$ позволяет прогнозировать изменение температуры пододежного пространства, y , °С, и теплозащитные свойства одежды при более длительном, τ , мин, пребывании в условиях температуры (-10) °С.

Отмечено, что ЭОКТМ обеспечивает достаточно равномерное распределение температуры по обе стороны, как в сторону подкладки, так и в сторону утеплителя. При этом в течение 40 минут утеплитель

Холлофайбер СОФТ ПРИМ ZP 8391 (датчик 3, пакет № 1) и в течение 100 минут утеплитель Холлофайбер СОФТ Р 5198 стабильно поддерживают температуру на уровне температуры обогревателя (пакет № 2). В дальнейшем температура постепенно снижается на 3–4 градуса, даже не смотря на высокую теплопроводность мембранной ткани (датчик температуры № 5). Охлаждение имитатора тела человека, одетого в пакет материалов № 3 и № 4 с

двойным слоем утеплителя и нагревом ЭОКТМ до 34 °С, при температуре в криокамере (-10 °С) практически не происходит и остается на уровне 37–36,5 °С. Утеплитель в два слоя не зависимо от расположения ЭОКТМ в структуре пакетов № 3 и № 4, более стабильно поддерживают температуру пододежного пространства.

Разработанный ЭОКТМ можно рекомендовать для изготовления изделий не только для ЛОВД, но и для широкого ассортимента изделий: различной специальной и бытовой одежды – термообогреваемых жилетов, курток, комбинезонов, перчаток, стелек для обуви и других целей; изделий бытового и технического назначения – обогреваемых многослойных простыней, одеял, подушек для автомобилей и т. п.; медицинских изделий специального назначения – электрообогреваемые комплекты для машин скорой помощи, пояса для больных радикулитом и другие изделия; походные

подогреватели продуктов питания, в том числе детского.

ВЫВОДЫ

1. Разработан электрообогревающий композиционный текстильный материал, который обеспечивает регулируемый тепловой комфорт пододежного пространства зимней утепленной одежды.

2. Разработана структура и исследованы теплозащитные свойства пакетов материалов с термообогревающим композиционным текстильным материалом.

3. Доказана высокая теплозащита разработанного терморегулируемого изделия и возможность его применения в изделиях для людей с ограниченными возможностями движения, а также изделий различного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в РФ». // Российская Федерация. Федеральный закон 181-ФЗ. Номер государственной регистрации Р 9504763. – Дата принятия 24.11.95 (ред. от 20.07.2012).
2. Особенности проектирования одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья : монография / редкол.: Л. А. Бекмурзаев [и др.]. – Ставрополь : Ставропольское книжное издательство, 2011. – 122 с.
3. ГОСТ Р 53453-2009, ISO.TS 14415:2005. Эргономика термальной среды. Применение требований стандартов к людям с особыми требованиями. – Введ. 2010-12-0. – М. : Стандартинформ, 2010.
4. Климова, Н. А., Бесшапошникова, В. И., Немкина, А. Г., Ковалева, Н. Е. Инновационные материалы для теплозащитной одежды // Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления : Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума, Международного Косыгинского Форума, 2019. – С. 9–14.
5. Бабенко, Л. Г., Кученова, А. А., Савельева, Н. Ю., Куренова, С. В., Волкова, Г. Ю. К вопросу разработки теплозащитной адаптационной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями // Дизайн и технологии, № 66. – С. 54–59.
6. Абрамов, А. В., Родичева, М. В. Проектирование системы организации и регулирования естественной вентиляции пододежного пространства // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2007. – № 1. – С. 46–49.
7. Делль, Р. А. Гигиена одежды / Р. А. Делль, Р.Ф. Афанасьева, З. С. Чубарова – Москва: Легпромбытиздат, 1991.
8. Савельева Н. Ю., Черунова И. В., Приходченко О. В. Концепция математического описания процессов терморегулирования нижних конечностей людей с ограниченными двигательными возможностями при помощи специальной одежды // Моделирование. Теория, методы и средства. Часть 1. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – С. 56–58.
9. Липатова, Л. А., Бесшапошникова, В. И., Бесшапошникова, Н. В., Хетагурова, В. Ш., Субботина, Е. В., Климова, Н.А. Обогревающий композиционный текстильный материал // Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Инновационное развитие легкой промышленности», КНИТУ, 16–18 ноября 2016 г., Казань, 2016. – С. 53–56.
10. Климова, Н. А., Микрюкова, О. Н., Ковалева, Н. Е., Бесшапошникова, В. И., Кирсанова, Е. А. Разработка классификации современных утепляющих материалов на основе анализа ассортимента // Дизайн и технологии. – 2019. – № 69 (111) – С. 65–72.
11. Бесшапошникова, В. И., Климова, Н. А., Ковалева, Н. Е. Исследование влияния структуры на свойства объемных нетканых утеплителей одежды // Материалы и технологии, 2018. – № 2. – С. 28–32.
12. Бессонова, Н.Г. Оценка комфортности одежды с различными утеплителями [Текст] // Дизайн и технологии. – 2018. – № 64 (106). – С. 66–70.
13. ГОСТ Р 12.4.236-2011 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования», 2011.
14. ГОСТ 20489-75 «Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления», 1975.

REFERENCES

1. Federal law "On social protection of disabled people in the Russian Federation." // The Russian Federation. Federal Law 181-FZ. – State registration number P 9504763. – Date of acceptance 11.24.95 (as revised on 20.07.2012)
2. Features of designing clothes for people with disabilities [Text]: monograph / editorial board: L. A. Bekmurzaev [and others]. – Stavropol: Stavropol Book Publishing House, 2011. – 122 p.
3. GOST R 53453-2009, ISO.TS 14415: 2005. Ergonomics of the thermal environment. Application of the requirements of the standards to people with special requirements. – Introduction. 2010-12-0. – М.: Standartinform, 2010.
4. Klimova, N. A., Besshaposhnikova, V. I., Nemkina, A. G., Kovaleva, N. Ye. Innovative materials for heat-protective clothing // Modern engineering problems in the production of consumer goods: collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium, the International Kosygin Forum. 2019.– S. 9–14.
5. Babenko, L. G., Kuchenova, A. A., Savelyeva, N. Yu., Kurenova, S. V., Volkova, G. Yu. On the development of heat-protective adaptive clothing for people with disabilities // Design and technologies, no. 66. – P. 54–59.
6. Abramov, A. V., Rodicheva, M. V. Designing a system for organizing and regulating natural ventilation of the underwear space // Izvestiya vuzov. Textile Industry Technology, 2007. – No. 1. – P. 46–49.
7. Dell R. A. Hygiene of clothes / R. A. Dell, R. F. Afanasyeva, Z. S. Chubarova – Moscow: Legprombytizdat, 1991.
8. Savelyeva, N. Yu., Cherunova, O. V. The concept of mathematical description of the processes of thermoregulation of the lower extremities of people with disabilities using special clothing // Modeling. Theory, methods and means. Part 1. – Novocherkassk: YURSTU, 2007. – P.56–58.
9. Lipatova, L. A., Besshaposhnikova, V. I., Besshaposhnikova, N. V., Khetagurova, V. Sh., Subbotina, E. V., Klimova, N. A. Heating composite textile material // International scientific and practical conference of young scientists and specialists "Innovative development of light industry", KNRTU, November 16-18, 2016, Kazan, 2016. – P. 53–56.
10. Klimova, N. A., Mikryukova, O. N., Kovaleva, N. E., Besshaposhnikova, V. I., Kirsanova, E. A. Development of classification of modern insulation materials based on assortment analysis [Text] // Design and technology. – 2019. – No. 69 (111). – S. 65–72.
11. Besshaposhnikova, V. I., Klimova, N. A., Kovaleva, N. E. Investigation of the effect of the structure on the properties of bulk non-woven clothing insulation // Materials and technologies, 2018. – № 2. – S. 28–32.
12. Bessonova, N. G. Evaluation of the comfort of clothes with various insulation // Design and technology, 2018. – No 64 (106). – P. 66–70.
13. GOST R 12.4.236-2011 "Occupational Safety Standards. Special clothing for protection from low temperatures. Technical requirements", 2011.
14. GOST 20489-75 "Materials for clothing. Method for determining the total thermal resistance", 1975.

SPISOK LITERATURY

1. Federal'nyj zakon «O social'noj zashchite invalidov v RF». // Rossijskaya federaciya. Federal'nyj zakon 181-FZ. nomer gosregistracii R 9504763. – Data prinyatiya 24.11.95 (red. ot 20.07.2012).
2. Osobennosti proektirovaniya odezhdy dlya lyudej s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya : monografiya / redkol.: L. A. Bekmurzaev [i dr.]. – Stavropol : Stavropol'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 2011. – 122 s.
3. GOST R 53453-2009, ISO.TS 14415:2005 Ergonomika termal'noj sredy. Primenenie trebovanij standartov k lyudyam s osobymi trebovaniyami [Tekst]. – Vved. 2010-12-0. M.: Standartinform, 2010.
4. Klimova, N. A., Besshaposhnikova, V. I., Nemkina, A. G, Kovaleva, N. E. Innovacionnye materialy dlya teplozashchitnoj odezhdy // Sovremennye inzhenernye problemy v proizvodstve tovarov narodnogo potrebleniya: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo simpoziuma, Mezhdunarodnogo Kosygin'skogo Forum, 2019. – S. 9–14.
5. Babenko, L. G., Kuchenova, A. A., Savel'eva, N. YU., Kurenova, S. V., Volkova, G. YU. K voprosu razrabotki teplozashchitnoj adaptacionnoj odezhdy dlya lyudej s ogranichennymi dvigatel'nymi vozmozhnostyami // Dizajn i tekhnologii. – № 66. – S. 54–59.
6. Abramov, A. V., Rodicheva, M. V. Proektirovanie sistemy organizacii i regulirovaniya estestvennoj ventilyacii pododezhnogo prostranstva // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti, 2007. – № 1. – S. 46–49.
7. Dell', R. A. Gigiena odezhdy / R. A. Dell', R.F. Afanas'eva, Z. S. Chubarova. – Moskva: Legprombytizdat, 1991.
8. Savel'eva, N. YU., ChErunova, I. V., Prihodchenko, O. V. Konceptiya matematicheskogo opisaniya processov termoregulirovaniya nizhnih konechnostej lyudej s ogranichennymi dvigatel'nymi vozmozhnostyami pri pomoshchi special'noj odezhdy // Modelirovanie. Teoriya, metody i sredstva. CHast' 1. – Novocherkassk: YURGTU, 2007. – S. 56–58.
9. Lipatova, L. A., Besshaposhnikova, V. I., Besshaposhnikova, N. V., Hetagurova, V. SH., Subbotina, E. V., Klimova, N. A. Obogrevayushchij kompozicionnyj tekstil'nyj material // Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i specialistov «Innovacionnoe razvitie legkoj promyshlennosti», KNITU, 16–18 noyabrya 2016g., Kazan', 2016. – S. 53–56.

10. Klimova, N. A., Mikryukova, O. N., Kovaleva, N. E., Besshaposhnikova, V. I., Kirsanova, E. A. Razrabotka klassifikatsii sovremennyh uteplyayushchih materialov na osnove analiza assortimenta // Dizajn i tekhnologii. 2019. – № 69 (111). – S. 65–72.
11. Besshaposhnikova, V. I., Klimova, N. A., Kovaleva, N. E. Issledovanie vliyaniya struktury na svoystva ob'emnyh netkanyh uteplyatelej odezhdy // Materialy i tekhnologii, 2018. – № 2. – S. 28–32.
12. Bessonova, N. G. Ocenka komfortnosti odezhdy s razlichnymi uteplyatelyami // Dizajn i tekhnologii, 2018. – № 64 (106). – S. 66–70.
13. GOST R 12.4.236-2011 «SSBT. Odezhda special'naya dlya zashchity ot ponizhennyh temperatur. Tekhnicheskie trebovaniya», 2011.
14. GOST 20489-75 «Materialy dlya odezhdy. Metod opredeleniya summarnogo teplovogo soprotivleniya», 1975.

Статья поступила в редакцию 20.05.2020