

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2019, №4, Том 4 / 2019, No 4, Vol 4 <https://kostumologiya.ru/issue-4-2019.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/12TLKL419.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Черунова И.В., Стенькина М.П. Теплозащитное снаряжение с функцией трансформируемой терморегуляции // Научный журнал «Костюмология», 2019 №4, <https://kostumologiya.ru/PDF/12TLKL419.pdf> (доступ свободный).
Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Cherunova I.V., Stenkina M.P. (2019). Thermal protective equipment with the function of the transformable thermoregulation. *Journal of Clothing Science*, [online] 4(4). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/12TLKL419.pdf> (in Russian)

УДК 687.1

ГРНТИ 64.33

Черунова Ирина Викторовна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал), Шахты, Россия
Профессор
Доктор технических наук, профессор
E-mail: i_sch@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=473558

Стенькина Мария Петровна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал), Шахты, Россия
Аспирант
E-mail: s-akura@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=746163

Теплозащитное снаряжение с функцией трансформируемой терморегуляции

Аннотация. Активное освоение регионов с холодным климатом, как в России, так и за рубежом, приводит к необходимости разработки мобильных конструкций одежды для защиты человека от пониженных температур. Под мобильностью понимается возможность оперативной смены функционального эффекта изделия в зависимости от потребностей пользователя. Авторами разработано и представлено новое теплозащитное снаряжение – трансформируемая куртка-спальный мешок с функцией терморегуляции. Конструктивное решение позволяет изменять зону локализации дополнительного обогрева с учетом физиологических особенностей человека в период сна и бодрствования. В статье представлено обоснование температурного режима тела человека, который не является постоянным на протяжении суток. Разработана концепция швейного изделия с мобильной терморегулируемой функцией и способ трансформации куртки в спальник с учетом управляемой терморегуляции в различных условиях применения мобильного снаряжения. Предложено модельно-конструктивное решение куртки-спального мешка, в котором терморегулируемая часть конструкции представлена съемным жилетом с подогревом, способным трансформироваться в мобильные элементы конструкции изделия. Обогрев обеспечивается распределенными по поверхностям нагревательными нитями. Разработаны методы технологической обработки изделия, позволяющие реализовать способы трансформации и мобильное изменение тепловых зон нового снаряжения. Сформированы основные

рекомендуемые материалы для изготовления нового изделия с учетом современных рыночных возможностей. Представлены современные производители терморегулируемой одежды с учетом возможности управления и изменения обогреваемой зоны в изделии. Модельное и техническое решение разработанного теплозащитного снаряжения с функцией трансформируемой терморегуляции зарегистрировано в Федеральном институте промышленной собственности. Статья является частью диссертационного исследования.

Ключевые слова: теплозащитное снаряжение; терморегуляция; микроклимат; проектирование; теплозащитная одежда; куртка; спальный мешок; трансформация; температура тела; технология швейных изделий

Человек постоянно сталкивается с охлаждающим воздействием климата, поскольку нормальная температура тела находится в диапазоне от 35,5 до 37,0 °С [1], а климат многих стран в период зимы и межсезонья связан с пониженными температурами воздуха [2]. Воздействие холода, как общее, так и локальное, негативно сказывается на жизнедеятельности человека: происходят тормозные процессы в коре головного мозга, что приводит к снижению двигательной активности, нарушению координации и способности выполнять точные действия, что может послужить причиной различных травм [3].

Температура тела человека не является постоянной на протяжении суток. Так, в 2–4 часа утра она является минимальной и составляет 35,5–36,0°С, а к 16–18 часам дня – максимальной и может достигать 37,0 °С [1]. Температура внутренних органов человека различна, температура работающих скелетных мышц может превышать температуру мышц в покое на 7 °С [4], и как следствие, температура различных участков тела человека даже в состоянии покоя варьируется.

Существуют оценки, по которым суточная амплитуда температуры тела человека находится под влиянием типа одежды в дневное и ночное время [5].

Повышение температуры окружающей среды в дневное время приводит к изменению температуры ядра и кожи человека от 36,5±0,37 °С до 36,7±0,28 °С, а рано утром до 36,9±0,3 °С, что способствует установлению комфортной температуры, особенно для периода сна [6].

В основе проектирования терморегулируемых швейных изделия для защиты от холода лежит учет особенностей естественной терморегуляции человека, которая формирует распределение температуры поверхности различных участков тела человека (представленные в таблице 1) [7].

Таблица 1

Распределение температуры поверхности различных участков тела человека [7]

Область тела	Температура поверхности тела человека, °С
Голова	34,67
Грудь	34,67
Живот	34,67
Спина	34,67
Бедро	33,0
Стопа	28,61
Рука	33,0
Предплечье	30,83
Ладонь	28,61

Данные, представленные в таблице 1, наглядно иллюстрируют, что температура поверхности различных участков тела человека значительно отличается. Температура в области стопы наиболее низкая.

При этом температура тела человека в период сна снижается. Так, ректальная температура тела может снизиться на 10 % [8; 9].

Таким образом, актуальной задачей является развитие технологий теплозащитной одежды и снаряжения с функцией терморегуляции, которые позволят изменять зону тепловой защиты с учетом физиологических особенностей человека в период сна и бодрствования. Это возможно с помощью применения трансформируемых мобильных терморегулируемых модулей – элементов швейного изделия со встроенной системой обогрева, которые могут быть специальным образом перемещены и закреплены на альтернативных участках одежды или снаряжения, в зависимости от потребностей пользователя. При этом такие модули являются неотъемлемой частью модельно-конструктивного решения изделия.

В настоящее время существует большое количество разработок одежды с функцией терморегуляции. Особенно активное распространение получили элементы одежды для подогрева рук и ног [10].

Разработка терморегулируемой одежды ведется многими компаниями мира. Зачастую, производители предлагают готовые изделия с подогревом без возможности самостоятельного изменения температуры в нужной области. В таблице 2, составленной авторами статьи, представлены компании, которые изготавливают терморегулируемую одежду с учетом возможности управления и изменения обогреваемой зоны в изделии.

Таблица 2

Возможности трансформации теплозащиты в современной одежде

№ п/п	Наименование изделия	Производитель, страна	Тип терморегуляции	Возможность трансформации теплозащиты в изделие (способ)
1	Мужская куртка	RedLaika, Россия ¹	Ручная (на основе собственных субъективных теплоощущений)	Нет
2	Подкладка с обогревом	WARMER/ВсегДА ТЕПЛО, Россия ²	Ручная (на основе собственных субъективных теплоощущений)	Обогреваемый модуль крепится в любое место одежды самостоятельно
3	Спальный мешок с подогревом	Сподогревом.РФ, Россия ³	Ручная (на основе собственных субъективных теплоощущений)	Нет
4	Мужская куртка	Asiatic fiber corporation, Тайвань ⁴	Автоматическая	Нет
5	Мужская куртка	Massachusetts Institute of Technology, США ⁵	Ручная (на основе собственных субъективных теплоощущений)	Нет

¹ Redlaika [Электронный ресурс] // Раздел сайта: Одежда с подогревом. URL: <http://im-redlaika.satom.ru> (дата обращения 10.10.2019).

² WARMER/ВсегДА ТЕПЛО [Электронный ресурс] // warmer-world.com: [офиц. сайт]. URL: <http://ru.warmer-world.com/podklad> (дата обращения 10.10.2019).

³ Сподогревом.РФ [Электронный ресурс] // warmer-world.com: [офиц. сайт].

⁴ Asiatic fiber corporation [Электронный ресурс] // www.asiatic.com: [офиц. сайт]. URL: https://www.asiatic.com.tw/product_cataloglist.php?cid=2787 (дата обращения 10.10.2019).

⁵ Electric balaclava to avert chest infections in cold weather подогревом [Электронный ресурс] // Smart Textiles & Nanotechnology. URL: <http://www.innovationintextiles.com/smart-textiles-nanotechnology/electric-balaclava-to-avert-chest-infections-in-cold-eather/#sthash.RnkVG564.dpuf> (дата обращения 10.10.2019).

№ п/п	Наименование изделия	Производитель, страна	Тип терморегуляции	Возможность трансформации теплозащиты в изделии (способ)
6	Мужская куртка	Blazewear, Великобритания ⁶	Ручная (на основе собственных субъективных теплоощущений)	Нет
7	Мужская куртка, женская куртка	Shenzhen Eigday Heating Limited, Southern Sparkle Wearable Technology Co., Ltd, Dongguan Southern Heated Clothing Technology Co. Ltd, Китай ⁷	Ручная (на основе собственных субъективных теплоощущений)	Нет

Существует ряд запатентованных разработок в области терморегуляции одежды. Например, защитный костюм спасателя для работы в условиях низких температур⁸, который содержит терморегулируемый элемент – стельку с нагревательной нитью. Однако возможность самостоятельного изменения области поверхности тела человека для обогрева отсутствует. Данный терморегулируемый элемент может быть использован для дополнительной тепловой защиты области стопы, но он не является мобильным по отношению к изменяющимся потребностям человека в притоке тепла в том или ином месте тела.

Аналогичные ограничения имеет обогревающий жилет⁹, который содержит многослойные гибкие нагревательные элементы в области переда и спинки с внутренней стороны. При этом нагревательные элементы зафиксированы несъёмным образом, их конфигурация и, следовательно, область обогрева не могут быть изменены.

Существуют также варианты с незафиксированными жестким образом элементов обогрева в одежде¹⁰. Такая одежда содержит обогревающий модуль, который может быть обернут вокруг шеи или прикреплен к воротнику. Несмотря на то, что терморегулируемый элемент не зафиксирован, пользователь не имеет возможности расширить его область применения, поскольку площадь данного элемента ограничена строго по отношению в области шеи.

Представляют интерес решения более широкого спектра конструктивного применения. Например, текстильное изделие с нагревательной накладкой¹¹, которое отличается тем, что область подогрева может быть с внутренней или внешней стороны изделия. Однако при этом

⁶ Blazewear [Электронный ресурс] // www.blazewear.com: [официальный сайт]. URL: <https://www.blazewear.com> (дата обращения 10.10.2019).

⁷ Dongguan Southern Heated Clothing Technology Co. Ltd [Электронный ресурс] // www.made-in-china.com. URL: <https://www.made-in-china.com/showroom/heatedclothing> (дата обращения 10.10.2019).

⁸ Пат. 2579704 Российская Федерация, МПК F41H1/02 (2006.01). Защитный костюм спасателя для работы в условиях низких температур / О.С. Кочетов; заявитель и патентообладатель О.С. Кочетов. № 2014140259/12, заявл. 07.10.2014, опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. 8 с.

⁹ Пат. 166533 Российская Федерация, МПК A41D13/00 (2006.01). Обогревающий жилет / Б.Г. Еремин, С.В. Мартынов, О.В. Смирнова, А.В. Сытова, Д.Б. Еремин, В.В. Никитенко, А.В. Назаров, В.Б. Удовиченко, А.Н. Царьков, заявитель и патентообладатель Б.Г. Еремин, А.В. Назаров, Д.Б. Еремин, №2015133491/12, заявл. 10.08.2015, опубл. 27.11.2016, Бюл. № 33. 2 с.

¹⁰ Пат. 205285038 Китайская Народная Республика, МПК A41D1/04, A41D13/005, A41D13/05, A41D27/18. Heating clothes / L. Zhenglie; заявитель и патентообладатель L. Zhenglie, № 2016224602U, заявл. 12.01.2016, опубл. 08.06.2016. 2 с.

¹¹ Пат. 258957 Российская Федерация, МПК D03D 15/00 (2006.01). Текстильное изделие с нагревательной накладкой и способ его изготовления / МООН Гвон-Ги (KR); заявитель и патентообладатель ДЗИСАН ЭППЭРЕЛ, ИНК., № 2014128329, заявл. 10.07.2014, опубл. 20.02.2016, Бюл. № 5. 21 с.

нагревательная накладка прочно фиксируется, и пользователь не имеет возможности изменения области терморегуляции.

Таким образом, важным ограничением рассмотренных разработок является область обогрева и отсутствие возможности изменения непосредственной зоны её поверхности в случае необходимости, которая возникает при смене теплового состояния человека в целом и его отдельных частей тела [11; 12].

Анализ таблицы 2 показывает, что существующие решения ведущих производителей мира в устройстве терморегулируемой одежды крайне мало учитывают возможности перераспределения ресурсов искусственного тела с помощью способов трансформации и применения мобильных терморегулируемых модулей, которые позволяют менять место и площадь направленного обогрева человека.

В основе концепции настоящей работы лежит создание нового многофункционального снаряжения, которое может учитывать обозначенные выше особенности собственной терморегуляции человека в разное время суток, обеспечивать мобильность и эффективность тепловой защиты в разных наиболее актуальных местах изделия за счет технологий трансформации.

Основной принцип предложенной конструкции представлен на рисунке 1.

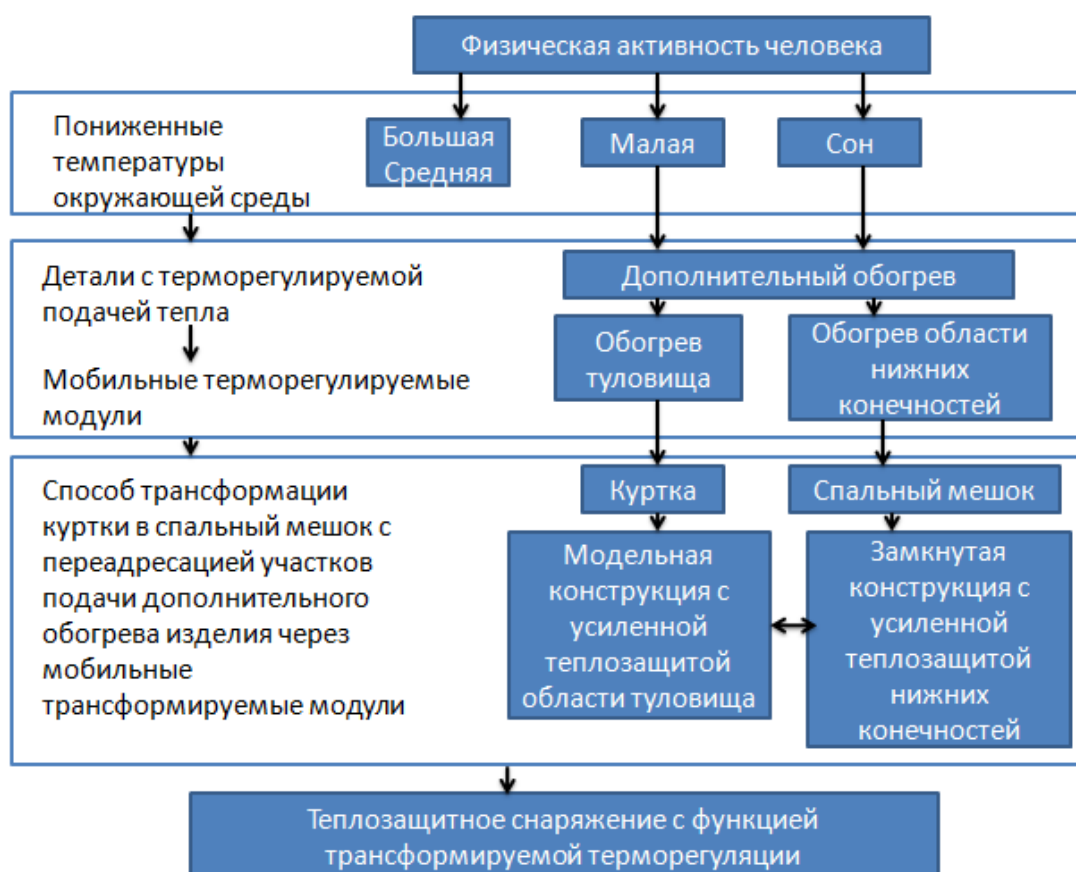
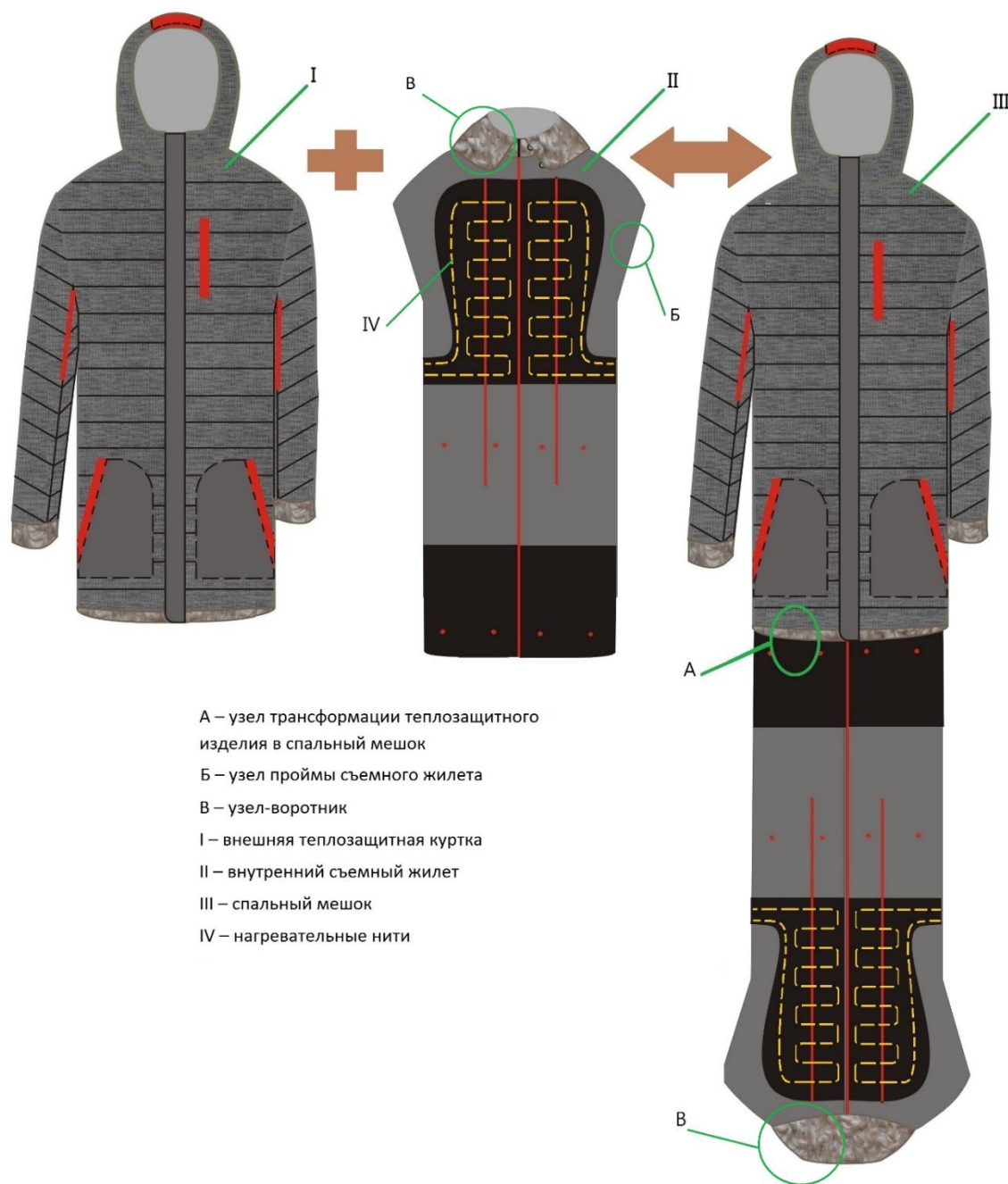


Рисунок 1. Принципиальное решение конструкции теплозащитного снаряжения с функцией трансформируемой терморегуляции (разработано авторами)

На основе предложенной концепции решением ряда обозначенных проблем является специальное снаряжение – трансформируемая куртка-спальный мешок, разработанное авторами [12; 13], что представляет собой принципиально новое по конструктивной идее многофункциональное швейное изделие комбинированного назначения для защиты от холода.

Изделие состоит из внешней утепленной куртки с внутренним съемным жилетом с подогревом, которые соединяются между собой специальным способом, позволяющим при необходимости трансформировать теплозащитную куртку в спальный мешок (рис. 2). Технология трансформации основана в данном случае на применении застежек на тесьму-«молния», расположенных: в проймах жилета, имеющих адаптированную специальную форму, приближенную к щелевидной; по низу внешней утепленной куртки и низу внутреннего съемного жилета для их соединения «низ к низу» и получения единой конструкции – спальный мешок.



- A – узел трансформации теплозащитного изделия в спальный мешок
- Б – узел проймы съемного жилета
- В – узел-воротник
- I – внешняя теплозащитная куртка
- II – внутренний съемный жилет
- III – спальный мешок
- IV – нагревательные нити

Рисунок 2. Многофункциональное теплозащитное снаряжение – трансформируемая куртка-спальный мешок (разработано авторами)

При трансформации изделия в спальный мешок мобильный терморегулируемый модуль меняет свое положение, тем самым происходит смена области обогрева с туловища на нижние конечности, что особенно актуально в период сна.

Внешняя теплозащитная куртка (рисунок 1), утепленная волокнистым утеплителем, прямого силуэта, большого объема, с втачным покроем рукава, близким к рубашечному, с центральной застежкой на тесьму «молния», на притачной подкладке с тесьмой «молния» по низу для перестегивания изделия и трансформации в спальный мешок. Левая манжета внешней теплозащитной куртки оснащена датчиком пульса, обеспечивающим мониторинг интенсивности физической нагрузки пользователя, и имеющим беспроводной тип передачи данных – Bluetooth, связанный с мобильным блоком управления подачи тепла в мобильные терморегулируемые модули.

Внутренний съемный жилет (рисунок 1) прямого силуэта с центральной застежкой на тесьму «молния», спинка без среднего шва, отрезная по линии талии, перед отрезной по линии талии, с цельной фигурной вставкой по переду и спинке из материалов с распределенными по поверхности нагревательными нитями [14]. По низу изделия предусмотрена тесьма-«молния» для перестегивания изделия и, путем соединения с внешней курткой «низ к низу», трансформации в спальный мешок.

Внутренний съемный жилет представляет собой полностью мобильный терморегулируемый элемент, который позволяет изменять зону тепловой защиты с области спины на область нижних конечностей с учетом физиологических особенностей человека в период сна и бодрствования

Для реализации предлагаемой конструкции спального мешка предусмотрена специальная конфигурация проймы съемного жилета и оригинальное решение соединения внешней куртки со съемным жилетом «низ к низу». В соответствии с рисунком 3 представлены схемы методов обработки куртки для обеспечения функционирования трансформации.

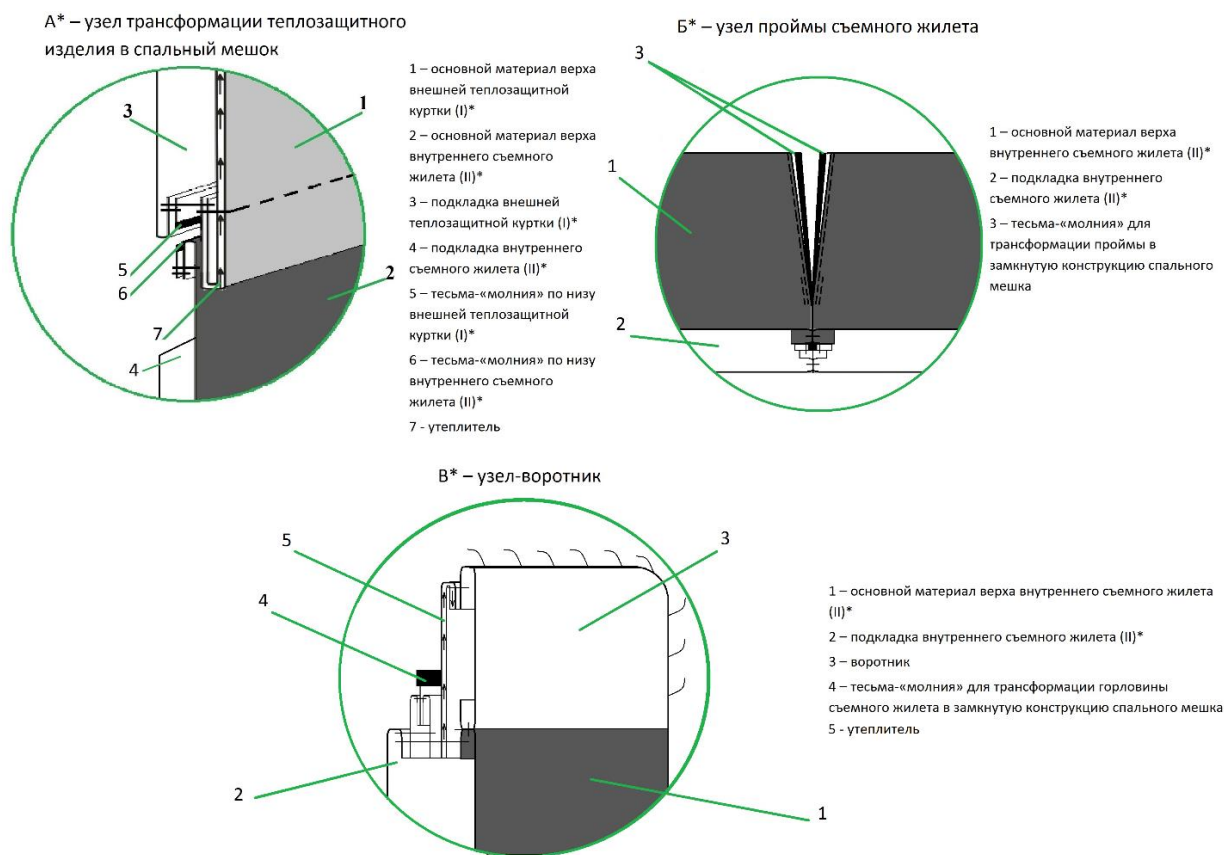


Рисунок 3. Методы обработки куртки для обеспечения функционирования трансформации в спальный мешок (* – в соответствии с рисунком 2) (разработано авторами)

В таблице 3, составленной авторами, представлены основные материалы и их характеристики, рекомендуемые для изготовления разработанного изделия [15–17].

Таблица 3

Рекомендуемые современные материалы для изготовления теплозащитного снаряжения

№ п/п	Назначение материала	Наименование материала	Характеристика			Страна-производитель
			Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	
11	Основной материал верха куртки, спального мешка	Темп-1 [15]	46 % хлопок, 54 % полиэстер	220	0,41	Россия
		Ткань курточная «Оксфорд» [16]	100 % полиэстер	210	0,49	Китай
22	Материал деталей подкладки куртки, спального мешка, жилета	Ткань подкладочная гладкокрашенная С8908 ¹²	вискоза 60 %, полиамид 40 %	75	0,32	Россия
		Ткань подкладочная «Dewspo» ¹³	100 % полиэстер	85	0,33	Китай
33	Утеплитель	Shelter Profi ST _{TM} 200 ¹⁴	100 % полиэфир	200	20	Россия
44	Мобильные терморегулируемые модули	Натуральная кожа ¹⁵	Натуральная кожа	450	2	Россия

Модельное и техническое решение разработанного теплозащитного снаряжения с функцией трансформируемой терморегуляции зарегистрировано в Федеральном институте промышленной собственности¹⁶. Его применение для мобильной тепловой защиты человека позволяет снизить риски, связанные как с общим, так и с локальным воздействием холода, в период различной физической нагрузки человека и во время сна, в условиях окружающей среды с пониженной температурой, экономить запас энергии для питания системы за счет рационального ее расходования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kelly G. Body Temperature Variability (Part 2): Masking Influences of Body Temperature Variability and a Review of Body Temperature Variability in Disease // *Alternative Medicine Review*. 2007. Vol. 12(1). 16 p.
2. Entsoe, Summer outlook, winter review 2016–2017. 1 June 2017. 153 p.
3. Делль Р.А., Афанасьева Р.Ф. Гигиена одежды. М.: Легпром-бытиздат, 1991. 160 с.

¹² Балтекс. Балашовский текстильный комбинат [Электронный ресурс] // www.newbaltex.ru [официальный сайт]. URL: <http://newbaltex.ru/shop/jacket-fabric/c742.html> (дата обращения 20.10.2019).

¹³ alibaba [Электронный ресурс] // <https://russian.alibaba.com> [официальный сайт]. URL: https://russian.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=& (дата обращения 20.10.2019).

¹⁴ Шельер [Электронный ресурс] // www.sh.wesmir.com [официальный сайт]. URL: <http://www.sh.wesmir.com/b2b/shelter-st.php> (дата обращения 20.10.2019).

¹⁵ Кожа оптом [Электронный ресурс] // kozha-optom.ru [официальный сайт]. URL: <http://kozha-optom.ru/> (дата обращения 20.10.2019).

¹⁶ Заявка на патент на полезную модель № 2019120809 Российская Федерация. Трансформируемая куртка для тепловой защиты человека / И.В. Черунова, М.П. Стенькина, Е.Б. Стефанова, П.В. Черунов, А.М. Коринтели; заявитель и патентообладатель Донской государственный технический университет. №040801, заявл. 02.07.2019. 32 с.

4. Kelly G. Body Temperature Variability (Part 1): A Review of the History of Body Temperature and its Variability Due to Site Selection, Biological Rhythms, Fitness, and Aging / *Alternative Medicine Review*. 2006. Vol. 11(4). P. 278–293.
5. Subbulakshmi M.S. System Design of Cold Weather Protective Clothing Defence / Nishkam Kasturiya, M.S. Subbulakshmi, S.C. Gupta, Hans Raj // *Science Journal*. October 1999. Vol 49(5). P. 457–464.
6. Kalev Kuklane and Ingvar Holmér (eds.) *Ergonomics of Protective Clothing // Proceedings of NOKOBETEF 6 and 1st European Conference on Protective Clothing*. Stockholm, Sweden, May 7–10, 2000. 313 p.
7. James F. Bioastronautics data book / F. James, Jr. Parker, R. Vita // *Scientific and Technical information Office. National aeronautics and space administration. BioTechnology, Inc. Washington, D.C., 197. 930 p.*
8. Eus J. More than a marker: interaction between the circadian regulation of temperature and sleep, age-related changes, and treatment possibilities / Eus J.W. Van Someren // *Chronobiology international*. 2000. №17(3). Pp. 313–354.
9. Kräuchi K. The thermophysiological cascade leading to sleep initiation in relation to phase of entrainment // *Sleep Medicine Reviews*. 2007. Vol. 11, P. 439–451.
10. Бринк И.Ю. Актуальные вопросы прогнозирования теплоизоляции аутдор-снаряжения / В.Ф. Богданов, М.А. Гончарова, С.В. Куренова, И.Ю. Бринк // *Стандарты и качество*. 2018. № 8. С. 30–33.
11. Мельников Д.С. Физиологические основы терморегуляции при мышечной работе / Д.С. Мельников // *Учебно-методическое пособие*. СПб.: СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2006. 27 с.
12. Черунова И.В. Физико-биологические условия для проектирования защитной одежды от охлаждения человека на воздухе и воде / И.В. Черунова, Т.Ю. Лесникова // *Инженерный вестник Дона*. №3. 2017. 13 с.
13. Стенькина М.П. Развитие элементов алгоритмизации в системе управления обогреваемой одеждой / М.П. Стенькина, И.В. Черунова // *Материалы I Всероссийская многопрофильная научно-практическая конференция молодых ученых опорных университетов России, 30 ноября – 1 декабря, ДГТУ, Ростов-на-Дону*. 2017. 6 с.
14. Stenkina M.P. Investigation of the structure and properties of flexible polymeric materials for integration with thin heat conductors / Stenkina M.P., Cherunova I.V., Cherunov P.V. // *VIII International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, Structural Membranes 2017, 9–11 October, Munich, Germany*. 2017. P. 210–216.
15. Cherunova I.V. Study of the structural and acoustic properties of clothing materials for thermal protection of human / Cherunova I.V., Kolesnik, S.A., Kurenova, S.V. Eremina Yu.V., Merkulova A.V., Cherunov P.V. // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol.10(19). P. 40506–40512.
16. Курденкова А.В. Исследование влияния многократных стирок и опытной носки на стойкость к истиранию тканей, предназначенных для пошива костюмов рабочих строительных специальностей / А.В. Курденкова А.В., Ю.С. Шустов // *Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности*. Витебск. 2013. С. 111–113.
17. DOĞAN S. Calculating the amount of sewing thread consumption for different types of fabrics and stitch types / S. Doğan, O. Pamuk // *Refereed research. Tekstil ve konfeksiyon*. № 24(3). 2014. P. 317–323.

Cherunova Irina Viktorovna

Don state technical university
Institute of service and entrepreneurship (branch), Shakhty, Russia
E-mail: i_sch@mail.ru

Stenkina Maria Petrovna

Don state technical university
Institute of service and entrepreneurship (branch), Shakhty, Russia
E-mail: s-akura@yandex.ru

Thermal protective equipment with the function of the transformable thermoregulation

Abstract. Active development of regions with cold climates, both in Russia and abroad, leads to the necessity to develop mobile clothing designs to protect people from low temperatures. Mobility means the ability to quickly change the functional effect of the product depending on the needs of the user. The authors developed and presented a new heat-protective equipment – transformable jacket-sleeping bag with the function of thermoregulation. The design solution allows to change the localization zone of additional heating, taking into account the physiological characteristics of a person during sleep and wakefulness. The article presents the rationale for the temperature regime of the human body, which is not constant during the day. The concept has been presented for a sewing product with a mobile temperature-controlled function. The method of transforming the jacket into the sleeping bag has been presented, taking into account controlled temperature regulation in various conditions. The model-constructive solution of the jacket-sleeping bag is offered. The thermoregulated part of a design is presented by a removable vest with heating capable, that can be transformed into mobile elements of the design. Heating is provided by heating threads distributed over the surfaces. Methods of technological processing are developed to realize ways of transformation and mobile change of thermal zones of new equipment. The main recommended materials are offered for the manufacture of a new product, taking into account modern market opportunities. Modern manufacturers of temperature-controlled clothing are presented, taking into account the possibility of controlling and changing the product heated zone. The model and technical solution of the developed heat-protective equipment with the function of transformable thermoregulation is registered in the Federal Institute of industrial property. The article is a part of the dissertation research.

Keywords: heat-protective equipment; thermoregulation; microclimate; design; heat-protective clothing; jacket; sleeping bag; transformation; body temperature; sewing technology

REFERENCES

1. Kelly G. Body Temperature Variability (Part 2): Masking Influences of Body Temperature Variability and a Review of Body Temperature Variability in Disease // *Alternative Medicine Review*. 2007. Vol. 12(1). 16 p.
2. Entsoe, Summer outlook, winter review 2016–2017. 1 June 2017. 153 p.
3. Dell' R.A., Afanas'eva R.F. *Gigiena odezhdy*. M.: Legprom-bytizdat, 1991. 160 c.
4. Kelly G. Body Temperature Variability (Part 1): A Review of the History of Body Temperature and its Variability Due to Site Selection, Biological Rhythms, Fitness, and Aging / *Alternative Medicine Review*. 2006. Vol. 11(4). P. 278–293.

5. Subbulakshmi M.S. System Design of Cold Weather Protective Clothing Defence / Nishkam Kasturiya, M.S. Subbulakshmi, S.C. Gupta, Hans Raj // Science Journal. October 1999. Vol 49(5). P. 457–464.
6. Kalev Kuklane and Ingvar Holmér (eds.) Ergonomics of Protective Clothing // Proceedings of NOKOBETEF 6 and 1st European Conference on Protective Clothing. Stockholm, Sweden, May 7–10, 2000. 313 p.
7. James F. Bioastronautics data book / F. James, Jr. Parker, R. Vita // Scientific and Technical information Office. National aeronautics and space administration. BioTechnology, Inc. Washington, D.C., 197. 930 p.
8. Eus J. More than a marker: interaction between the circadian regulation of temperature and sleep, age-related changes, and treatment possibilities / Eus J.W. Van Someren // Chronobiology international. 2000. №17(3). Pp. 313–354.
9. Kräuchi K. The thermophysiological cascade leading to sleep initiation in relation to phase of entrainment // Sleep Medicine Reviews. 2007. Vol. 11, P. 439–451.
10. Brink I.Yu. Aktual'nye voprosy prognozirovaniya teploizolyatsii audtor-snaryazheniya / V.F. Bogdanov, M.A. Goncharova, S.V. Kurenova, I.Yu. Brink // Standarty i kachestvo. 2018. № 8. S. 30–33.
11. Mel'nikov D.S. Fiziologicheskie osnovy termoregulyatsii pri myshechnoy rabote / D.S. Mel'nikov // Uchebno-metodicheskoe posobie. SPb.: SPbGUFK im. P.F. Lesgafta, 2006. 27 s.
12. Cherunova I.V. Fiziko-biologicheskie usloviya dlya proektirovaniya zashchitnoy odezhdy ot okhlazhdeniya cheloveka na vozdukh i vode / I.V. Cherunova, T.Yu. Lesnikova // Inzhenernyy vestnik Dona. №3. 2017. 13 s.
13. Sten'kina M.P. Razvitie ehlementov algoritimizatsii v sisteme upravleniya obogrevaemoy odezhдой / M.P. Sten'kina, I.V. Cherunova // Materialy I Vserossiyskaya mnogoprofil'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh opornykh universitetov Rossii, 30 noyabrya – 1 dekabrya, DGTU, Rostov-na-Donu. 2017. 6 s.
14. Stenkina M.P. Investigation of the structure and properties of flexible polymeric materials for integration with thin heat conductors / Stenkina M.P., Cherunova I.V., Cherunov P.V. // VIII International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, Structural Membranes 2017, 9–11 October, Munich, Germany. 2017. P. 210–216.
15. Cherunova I.V. Study of the structural and acoustic properties of clothing materials for thermal protection of human / Cherunova I.V., Kolesnik, S.A., Kurenova, S.V. Eremina Yu.V., Merkulova A.V., Cherunov P.V. // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol.10(19). P. 40506–40512.
16. Kurdenkova A.V. Issledovanie vliyaniya mnogokratnykh stirok i opytной noski na stoykost' k istiraniyu tkaney, prednaznachennykh dlya poshiva kostyumov rabochikh stroitel'nykh spetsial'nostey / A.V. Kurdenkova A.V., Yu.S. Shustov // Novoe v tekhnike i tekhnologii tekstil'noy i lyogkoy promyshlennosti. Vitebsk. 2013. S. 111–113.
17. DOĞAN S. Calculating the amount of sewing thread consumption for different types of fabrics and stitch types / S. Doğan, O. Pamuk // Refereed research. Tekstil ve konfeksiyon. № 24(3). 2014. P. 317–323.