

УДК 687.1

ТРАНСФОРМИРУЕМАЯ КОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПАКЕТА КАК СРЕДСТВО ОПЕРАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТА

Бекмурзаев Л.А., Денисова Т.В., Назаренко Е.В., Кузнецова И.Ю.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ФГБОУ ВПО ДГТУ г. Шахты, Россия (346500, г. Шахты, ул. Шевченко, 147), e-mail: mail@sssu.ru

Авторами предложена принципиально новая конструкция двухслойного теплозащитного пакета с переборками, дополненная регулирующим отсеком, расположенным в центральной части теплозащитного пакета. Такая конструкция позволяет, не снимая одежды, оперативно регулировать условия теплообмена между телом человека и окружающей средой. Регулирующий отсек позволяет изменять толщину теплозащитного пакета. При этом используют переборки переменной жёсткости. Жёсткость переборок в местах их крепления с внешним и внутренним слоями материала оболочки должна быть минимальной. Это позволит исключить дополнительный изгиб слоев материала оболочки при изменении толщины пакета. Жёсткость средней части по ширине переборки получают путем простёгивания или дублирования её по ширине клеевым прокладочным материалом, вставкой жёстких вкладышей в специальные кармашки на переборках и др. Предложенное техническое решение позволяет человеку оперативно реагировать на изменения, происходящие в окружающей среде и его организме.

Ключевые слова: «теплозащитный пакет», «перо-пуховый утеплитель», «конструкция теплозащитного пакета», «тепловой комфорт», «одежда».

TRANSFORMABLE DESIGN OF THERMAL PACKAGE AS A MEANS FOR EFFECTIVE REGULATION OF COMFORTABLE THERMAL THE CONDITIONS

Bekmurzaev L.A., Denisova T.V., Nazarenko E.V., Kuznetsova I.Y.

Services industry and business institute (branch) to FGBOU VPO DGTU Shakhty, Russia (346500, Shakhty, street Shevchenko, 147), e-mail: mail@sssu.ru

The authors proposed a fundamentally new design of double-layer thermal package with partitions supplemented by regulating compartment located in the central part of the thermal package. Such design allows, without taking off clothes, to effectively regulate the conditions of heat exchange between the human body and the environment. The regulating compartment allows to adjust the thickness of the thermal package making use of the variable toughness partitions. The partitions toughness in the places where they are attached to the inner and outer layers of the cover material should be minimal. This will eliminate the additional bending of the layers of the cover material when changing the package thickness. The toughness of the middle part of the partition is produced by quilting or duplication of its width with adhesive cushioning material, insert hard liners into special pockets out the partitions, etc. The proposed technique allows a person to react quickly to changes in the environment and the body.

Keywords: «heat-shielding package», «feather-down a heater», «design of a heat-shielding package», «thermal comfort», «clothes».

Тепловой комфорт является наиболее важным аспектом обеспечения хорошего самочувствия человека. Тепловой комфорт человека определяется состоянием, при котором механизмы терморегуляции человека не испытывают напряжения, т.е. равновесием между продуцированием тепла в организме в процессе метаболизма и его потерями в окружающую среду [4,6]. За интенсивность тепло-, влаго- и газообмена человека между пододежным и наружным пространством отвечает конструкция одежды и свойства материалов, составляющих её пакет.

Для обеспечения теплового комфорта в холодное время года в пакете материалов теплозащитной одежды используют различные виды утеплителей связной или несвязной структуры. Как правило, для обеспечения возможности регулирования теплового комфорта человека пакет теплозащитной одежды дополняет съёмная утепляющая подкладка. При прикреплении или, наоборот, удалении съёмной утепляющей подкладки из пакета теплозащитной одежды необходимым условием является снятие её с тела человека [1]. Таким образом, использование в условиях низких температур одежды со съёмной утепляющей подкладкой не решает проблему оперативного регулирования теплового комфорта человека без его раздевания. В настоящее время в связи с неоднородностью климатических условий и разнообразием жизнедеятельности человека необходима разработка таких конструктивных решений пакетов теплозащитной одежды, которые позволят человеку самостоятельно без раздевания регулировать условия теплового комфорта.

При поиске новых конструктивных решений теплозащитных пакетов, в которых в качестве утеплителя используется перо-пуховая композиция, особый интерес представляет анализ особенностей физической терморегуляции обитателей живой природы.

Механизм теплоизолирующего действия перьевого и волосяного покровов заключается в том, что определенным образом расположенные, различные по структуре группы волос или перьев удерживают вокруг тела слой воздуха, который и выполняет роль теплоизолятора. Адаптивные изменения теплоизолирующей функции покровов сводятся к перестройке их структуры, включающей соотношение различных типов волос или перьев, их длину и густоту расположения. Именно по этим параметрам отличаются обитатели различных климатических зон, они же определяют сезонные изменения теплоизоляции. Степень распушенности волос или перьев может быстро меняться в зависимости от температуры воздуха и от активности самого животного. Такую форму физической терморегуляции обозначают как пилomotorную реакцию. Эта форма регуляции теплоотдачи действует главным образом при низкой температуре окружающей среды и обеспечивает не менее быстрый и эффективный ответ на изменение теплового баланса, чем химическая терморегуляция, требуя при этом меньших затрат энергии [2,3]. Из вышесказанного ясно, что увеличение термического сопротивления обитателей живой природы, в частности птиц, происходит за счет увеличения толщины их оперения. При этом свободное пространство, освобождающееся при изменении положения контурных перьев птиц, незамедлительно занимают пуховые перья и пух. Таким образом, изменение теплового сопротивления у птиц происходит за счёт снижения давления со стороны контурных перьев.

Современное развитие науки и техники в области швейного и текстильного производств не позволяют воспроизвести природный механизм изменения или поддержания термического сопротивления перо-пухового утеплителя и управлять ориентацией в пространстве каждого его структурного элемента. В целях совершенствования уровня качества теплозащитной одежды, в которой в качестве утеплителя используется перо-пуховая композиция водоплавающих птиц, производители используют разнообразные конструктивные решения теплозащитных пакетов. Создание отсеков в конструкциях теплозащитного пакета с перо-пуховым утеплителем является неотъемлемым условием снижения возможности беспрепятственного перемещения его структурных элементов внутри пакета при малейших механических воздействиях. Для правильного выбора той или иной конструкции теплозащитного пакета необходимо уже на этапе проектирования точно знать условия эксплуатации проектируемой одежды. Наибольшее распространение получили: двухслойная конструкция теплозащитного пакета и двухслойная конструкция с комбинированной оболочкой. Основным недостатком этих конструкций является образование участков неравномерной толщины, образованных в результате простегивания. Поэтому чаще всего их используют в изделиях, эксплуатируемых в мягких климатических условиях.

При изготовлении теплозащитной одежды, предназначенной для эксплуатации в суровых климатических условиях, деление на отсеки выполняют с использованием переборок. Дополнительная полоска материала, ширина которой равна проектируемой толщине теплозащитного пакета с учетом технологического припуска, соединяющая параллельные участки простегивания на внешнем и внутреннем слоях материала оболочки теплозащитного пакета, способствует снижению давления на перо-пуховой утеплитель. Равномерная толщина на всех участках изделия, полученная в результате использования теплозащитных пакетов с переборками, обеспечит изделию повышенные теплозащитные показатели. Трехслойная или четырехслойная конструкция теплозащитного пакета, представляющая собой комбинацию двух двухслойных конструкций, также используются для изделий, эксплуатируемых в суровых условиях холодного климата.

Не менее важным является учет топографии расположения утепляющего слоя. На опорных участках и на участках изделий, подвергающихся воздействию статических и динамических сжимающих нагрузок, увеличивают плотность заполнения. При этом сокращение материалоемкости объемного несвязного утеплителя можно добиться при использовании конструкции асимметричных теплозащитных пакетов. С целью уменьшения влияния нагрузки от веса одежды на отсеки, покрывающие опорные участки тела человека, используют не только конструкцию асимметричного теплозащитного пакета, но и конструкцию пакета с переменной асимметрии. В пакетах переменной асимметрии предусмотрено изменение отношения ширины верхнего слоя оболочки материалов к нижнему слою от максимальной величины на опорных участках до минимальной – на участках, свободных от давления [1]. Основным недостатком всех вышеперечисленных конструкций является отсутствие возможности

оперативного регулирования условий теплообмена между телом человека и окружающей средой в процессе эксплуатации одежды. Решение проблемы оперативного регулирования толщины теплозащитного пакета без снятия одежды с тела человека возможно за счёт внедрения трансформируемой конструкции теплозащитного пакета [5].

Предложенная авторами конструкция двухслойного теплозащитного пакета с переборками, представленная на рисунке 1, содержит регулирующий отсек, расположенный в центральной части пакета. Формирование регулирующего отсека осуществляется двумя переборками переменной жёсткости по ширине, участками материалов внешнего и внутреннего слоёв материала оболочки и средством фиксации ширины регулирующего отсека, в качестве которого может служить разъёмная тесьма – «молния», лента «Velcro», планки с кнопками и т.д. Средство фиксации ширины регулирующего отсека может располагаться на внешнем или внутреннем слоях материала оболочки.

Ширина участка внешнего слоя материала оболочки регулирующего отсека (a_{pez}) находится в пределах

$$a_0 < a_{pez} \leq (2h_{п.} + a_0), \quad (1)$$

где $h_{п.}$ – ширина переборки (участка повышенной жёсткости),

a_0 – ширина средства фиксации, определяемая техническими характеристиками этого средства (измеряется между строчками скрепления с материалом оболочки).

Ширина участка внутреннего слоя материала оболочки ($a_{внутр}$) регулирующего отсека $a_{внутр} \approx a_0$.

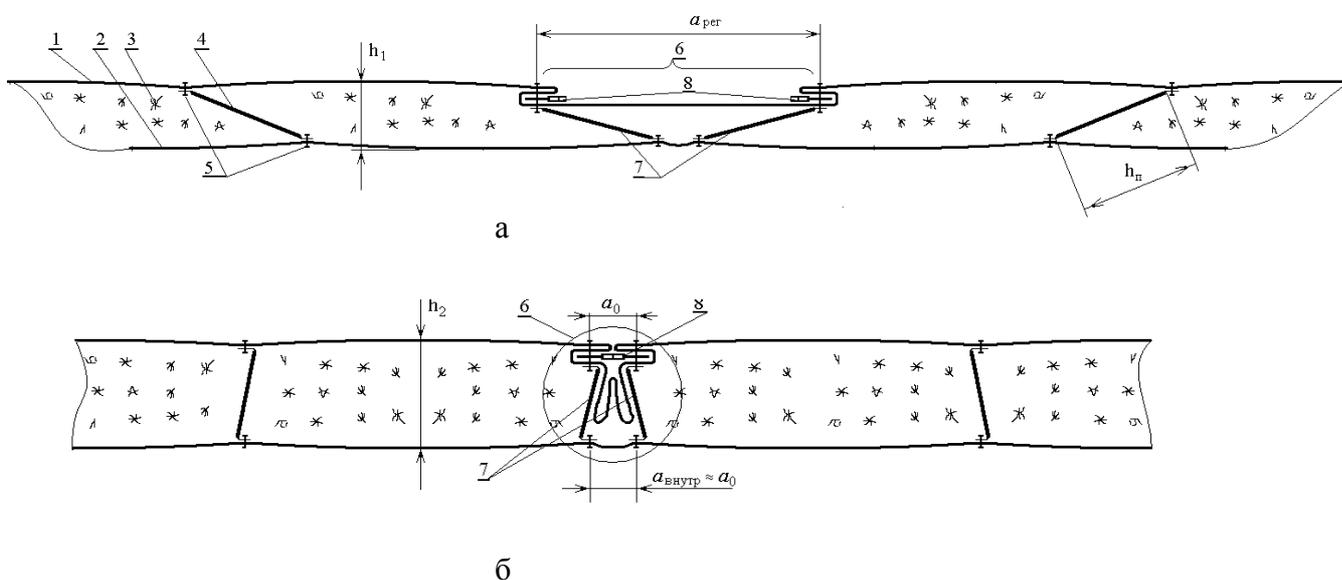
В разомкнутом виде, как представлено на рисунке 1 а, средство фиксации ширины регулирующего отсека обеспечивает расположение переборок под острым углом относительно плоскости, проведенной через места скрепления переборок с внешним или внутренним слоями материала оболочки. При разомкнутом положении средства фиксации ширины регулирующего отсека толщина пакета равна h_1 .

В замкнутом виде, как представлено на рисунке 1 б, средство фиксации ширины регулирующего отсека обеспечивает расположение переборок под углом близким к прямому, относительно плоскости, проведенной через места скрепления переборок с внешним или внутренним слоями материала оболочки. При замкнутом положении средства фиксации ширины регулирующего отсека толщина пакета равна h_2 .

Для обеспечения устойчивого положения переборок при замкнутом виде средства используют переборки переменной жесткости. Жесткость переборок в местах крепления с внешним и внутренним слоями материала оболочки строчками простегивания или линиями сварки принимается минимальной, что исключает дополнительный изгиб слоев материала оболочки при изменении толщины пакета. Внешний и внутренний слои материала оболочки

поддерживаются на расстоянии друг от друга участками переборок повышенной жёсткости. Жёсткость средней части по ширине переборки может быть получена путем простегивания или дублирования по ширине клеевым прокладочным материалом средней части переборки, вставкой жестких вкладышей в специальные кармашки на переборках и др. Жёсткость средней части переборки определяется из условий устойчивости переборки, обычно принимается в 2–4 раза больше жёсткости материала оболочки.

Ширина участков переборки от срезов до мест крепления со слоями материала оболочки зависит от способа крепления с внешним и внутренним слоями материала, от осыпаемости материала переборки и может изменяться в пределах 0,5–1,5 см.



1 – внешний слой материала оболочки; 2 – внутренний слой материала оболочки; 3 – несвязный утеплитель; 4 – переборки; 5 – места крепления переборок с внешним и внутренним слоями материала оболочки строчками простегивания или линиями сварки; 6 – регулирующий отсек; 7 – переборка; 8 – средство фиксации ширины регулирующего отсека.

Рисунок 1. Конструкция теплозащитного пакета с регулируемой толщиной а) в разомкнутом виде; б) в замкнутом виде

Предложенная конструкция теплозащитного пакета обеспечивает регулирование его толщины за счёт варьирования величины воздушных прослоек и позволяет человеку самостоятельно определять необходимый уровень теплового комфорта в зависимости от климатических условий и его физической активности.

Список литературы

- 1 Бекмурзаев Л.А. Проектирование изделий с объемными материалами: Монография. – Шахты: ЮРГУЭС, 2001. – 195 с.
- 2 Денисова Т.В., Бекмурзаев Т.Л. Законы природы – основа создания комфортной одежды // Актуальные проблемы науки: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 27 сентября 2011 г.: в 6 ч. Ч. 4; М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011. – 167 с.
- 3 Денисова Т.В. Механизм физической терморегуляции птиц // Естественные и технические науки. – М., 2011. – № 3 (53). – С. 528, 511–516 (ISSN 1684-2626).
- 4 Делль Р.А. Гигиена одежды / Р.А. Делль, Р.Ф. Афанасьева, З.С. Чубарова. – М.: Легкая индустрия, 1977. – 136 с.
- 5 Пат. 2469135 С1 Российская Федерация, МПК А41D31/02. Конструкция теплозащитного пакета с регулируемой толщиной / Л. А. Бекмурзаев, Е. В. Назаренко, Т.В. Денисова, И. Ю. Кузнецова, заявитель и патентообладатель ЮРГУЭС. – № 2011130351/12; заявл. 20.07.2011; опубл. 10.12.2012. – 6 с.
- 6 L.W. Ogden, W.H. Rees. Measurement of temperature and relative humidity on the skin and clothing of a human Subject. // J. of the T.I. 1947. – No.1. – P. 371–386.

Рецензенты:

Прохоров В.Т., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Технология изделий из кожи, стандартизация и сертификация» ИСОиП (филиал) ФГБОУ ВПО ДГТУ, г. Шахты.

Петросов С.П., д.т.н., профессор кафедры «Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения» ИСОиП (филиал) ФГБОУ ВПО ДГТУ, г. Шахты.