

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

2020, №1, Том 5 / 2020, No 1, Vol 5 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL120.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Коринтели А.М., Черунова И.В. Разработка и исследование вентилируемой термостойкой одежды // Научный журнал «Костюмология», 2020 №1, <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Korinteli A.M., Cherunova I.V. (2020). Development and research of ventilated heat-resistant clothing. *Journal of Clothing Science*, [online] 1(5). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL120.pdf> (in Russian)

УДК 687.174

ГРНТИ 64.33.14

Коринтели Анна Михайловна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал), Шахты, Россия
Студент магистратуры
E-mail: hitarova2015@yandex.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1022944

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: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=473558

Разработка и исследование вентилируемой термостойкой одежды

Аннотация. В статье представлено новое решение защитной термостойкой мужской куртки с повышенным уровнем воздухообмена, с целью сохранения физиологического комфорта человека в условиях в условиях высокотемпературной среды. В работе приведена систематизация и анализ вариантов конструктивно-технологических решений моделей противотепловой одежды по принципу обеспечения вентилируемости пододежного пространства. Анализа конструктивных особенностей костюмов специального назначения для защиты от высоких температур показал, что наиболее распространенным элементом конструкции для вентиляции является щелевидное отверстие. Результаты патентных исследований показали, что конструктивные элементы вентиляции рекомендуется располагать в местах наименьшей вероятности повреждения поверхности одежды, но обеспечивающих свободный воздухообмен. На основе систематизации данных физиологических особенностей человека были определены наиболее рациональные участки вентиляции в одежде: кокетка спинки + задняя поверхность рукавов. Эффект вентиляции пододежного пространства одежды осуществляется за счет открывания вентиляционного отверстия в процессе динамического движения верхних конечностей: сгибание руки в локтевом суставе. На основе полученных данных установлена функциональная зависимость площади горизонтального сечения воздухозаборного отверстия между деталями рукава от угла наклона проектируемой линии членения задней нижней части рукава. Определена наибольшая площадь поперечного сечения вентиляционного отверстия при сгибании руки в локтевом суставе с учетом установленного

эргономически допустимого угла наклона задней нижней части рукава. Установленные данные положены в основу разработки конструкции рукава новой вентиляционной конструкции термозащитной куртки. Экспериментально установлено, что предложенное инженерное решение куртки позволяет снизить температуру кожи человека в области переднего угла подмышечной впадины в среднем на 4,8 %, что подтверждает эффективность представленной разработки и дополнительные возможности для повышения эффективности применения специальной термостойкой одежды в системе защиты труда в условиях высоких температур.

Ключевые слова: термостойкая одежда; микроклимат; проектирование; технология швейных изделий; вентиляция; элементы конструкции; конструкция; воздухозаборный эффект

По данным¹ одной из серьёзных причин возникновения несчастных случаев на производстве является неприменение средств индивидуальной защиты, ее доля среди других причин составляет до 5 % [1].

Применение средств индивидуальной защиты формирует барьерную защиту от негативного воздействия производственной среды, в том числе воздействия высоких температур, которые формируют условия рисков для безопасности и здоровья людей таких профессий, как металлурги, пожарные, сварщики, спасатели, механики, строители.

Защита человека от высоких температур контактных поверхностей предполагает применение термостойких материалов [2]. Защитные свойства таких материалов, обеспеченные составом волокон и повышенной плотностью, приводят к снижению площади сквозных пор, увеличению сопротивления, оказываемого материалом, потоку проходящего воздуха. При этом недостаточный воздухообмен костюма приводит к повышению температуры тела человека и отклонению ее от физиологических норм, усиливая тепловую нагрузку на человека, что вредит и ему, рабочему процессу. В процессе работы при высоких температурах потовые железы начинают работать интенсивнее, стремясь охладить тело человека и отрегулировать его температуру.

Повышение физиологического комфорта человека в условиях профессиональных работ, связанных с опасными контактными термическими воздействиями в условиях высокотемпературной среды, является целью данной работы, определяя ее основную задачу: разработка нового решения термозащитной одежды с эффектом снижения тепловой нагрузки на человека [2; 3].

¹ Последствия необеспечения работников средствами индивидуальной защиты и неприменение их работниками [Электронный ресурс] // Информационный портал. – Режим доступа. URL: <https://ohranatruda.ru/news/898/582481/> (дата обращения 20.03.2020).

Литературный обзор исследований и разработок в области противотепловой одежды показал, что данная тема затрагивалась учеными неоднократно [4–8].

Анализ существующих разработок выявил примеры некоторых предложенных концепций проектирования такого типа спецодежды с целью повышения термозащитных свойств: применение специальной формы части одежды с использованием влияния на термическую защиту конструктивных прибавок на свободное облегание [4], установленные на основе исследования энергозатрат работников в зависимости от характерных рабочих поз во время трудовой деятельности [5–6], применение системы кондиционирования, сущность которой заключается в задержке притока тепла в толщине термозащитной оболочки и дополнительном использовании охлаждающей способности кондиционирующего воздуха [7], применении в термозащитной одежде системы охлаждения кондуктивным способом с помощью ограниченных охлаждающих элементов, учитывающих локальность теплотворных органов человека [8]. Анализ изученных достижений современных исследований в проектировании термозащитной одежды показал, что часть из них требует герметичности конструкций с встроенными системами охлаждения, что имеет существенные ограничения для широкого применения термостойкой одежды в профессиях, обозначенных в начале настоящей статьи. Другая часть исследований показывает возможность применения специальных конструктивных решений, способных формировать дополнительный вентиляционный эффект и снижать тепловую нагрузку на человека, что имеет широкую область применения.

Таким образом, решение задачи проблемы плохого теплоотвода в термостойкой одежде возможно за счет ее конструктивной модификации: внедрение дополнительных вентиляционных элементов конструкции, выведение теплого воздуха и влаги, позволяющих поддерживать регулирование теплообмена поверхности кожи человека и среды.

Систематизация основных существующих вариантов вентиляционных конструкций в одежде представлена в таблице 1.

Таблица 1

Конструктивные решения регулирования воздухообмена в одежде [9–12]

Конструктивные элементы вентиляции в одежде	Характеристика
Отлетные кокетки в области груди переда и верхней части спинки, отверстия в нижней части проймы, в рукавах изделия (для плечевой одежды), в верхней части шаговых и боковых швов брюк, вдоль плечевой одежды, отверстия с застежкой-«молнией» или клапаном [9–11]	Повышение вентиляции путем свободного вывода теплого воздуха и влаги через отверстия, расположенные в области наибольшего потовыделения
Конструкция – «дымовая труба» (брюки пристегиваются с помощью петель к специальному поясу, располагающемуся таким образом, что отстают от нее на 1,5–2,5 см) [11]	В движущемся потоке газа давление уменьшается в отличие от давления в статическом состоянии за счет создания неплотно прилегающих конструкций
Увеличение значения припусков на свободное облегание при конструировании спецодежды [11]	Повышение вентиляции путем повышенной конвекции пододежного пространства

Анализ конструктивных особенностей костюмов специального назначения для защиты от высоких температур показал, что наиболее распространенным элементом конструкции для вентиляции является щелевидное отверстие. Они способствуют улучшению воздухообменных процессов человека с внешней средой [11].

Для создания нового конструктивного решения термостойкого костюма со снижением тепловой нагрузки на человека были проведены патентные исследования решений соответствующей спецодежды, которые позволили выявить варианты зонального внедрения вентиляционных элементов.

Известна вентилируемая одежда², имеющая два слоя: внутренний и внешний. Внутренний слой состоит из сетчатой ткани, ребер-валиков и вентиляционных каналов, расположенных вертикально. Вентиляционные каналы образуются основным слоем, боковыми поверхностями ребер-валиков и наружным слоем одежды. На поверхности наружного слоя расположены кокетки с вентиляционными отверстиями над вентиляционными каналами, образованными за счет разности длин верхнего и нижнего участков кокетки между строчками их соединения. Недостатком данной одежды является недостаточность участков воздухозаборных отверстий, что связано с общей плоской поверхностью деталей спинки, недостаточная вентиляция из-за отсутствия свободного перемещения воздуха во внутреннем слое одежды, а также из внутреннего слоя в сторону наружного при условии использования термостойких материалов.

Известно устройство для обеспечения регулируемой вентиляции под одеждой³, которое содержит раструб в виде усеченного конуса. В свободном состоянии нижнее основание раструба предельно раскрыто за счет упругих сил разомкнутого кольца, а при затягивании шнура нижнего основания раструба площадь поперечного сечения основания уменьшается, и в предельно стянутом состоянии раструба прекращается доступ воздуха в пододежное пространство. Устройство для обеспечения регулируемой вентиляции под одеждой³ обеспечивает регулируемую естественную вентиляцию воздуха под одеждой в зависимости от изменяющихся метеоусловий окружающей среды и уровня физической нагрузки. Недостатком данного способа обеспечения вентиляции пододежного слоя является необходимость его ручного регулирования, а также высокая трудоемкость производства.

Известна воздухопроницаемая одежда⁴, содержащая защитное внешнее покрытие с внутренним слоем. Во внутреннем слое и на внешнем покрытии имеются вентиляционные отверстия, которые выводят излишний пар по каналам в результате эффекта образования тяги внутри пространства, объединенные со средствами удержания воды, загрязнений или другого вещества. Обмен воздуха внутри защитного пространства, водонепроницаемость и воздухопроницаемость обеспечивают дополнительную терморегуляцию тела человека в предложенной куртке⁴. Недостатком конструкции является невозможность использования в конструкции одежды сквозных отверстий прямого доступа потоков внешней среды.

Известен полукombineзон с вентиляционными отверстиями⁵, состоящий из деталей брюк, нагрудника, спинки и бретелей. На левых и правых половинках брюк предлагаются горизонтальные членения, с помощью которых детали брюк состоят из нескольких частей, имеющих форму усеченного конуса с расширением книзу. Каждая вышележащая часть заходит

² Пат. 2375937 Российская Федерация, МПК А41D27/28 / Вентилируемая одежда // Радзивильчук Л.И., заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Амурский государственный университет (ГОУВПО "АмГУ"). – № 2007142268/12, заявл. 15.11.07; опубл. 20.07.09, Бюл. № 15. – 10 с.

³ Пат. 2340267 Российская Федерация, МПК А41D27/28 / Устройство для обеспечения регулируемой вентиляции под одеждой // Уваров А.В., Абрамов А.В., Некрасов Ю.Н., Родичева М.В., заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Орловский государственный технический университет" (ОрелГТУ). – № 2007112697/12, заявл. 06.04.07; опубл. 10.12.08, Бюл. № 34. – 7 с.

⁴ Пат. 2232536 Российская Федерация, МПК А41D27/28 / Воздухопроницаемая одежда // Полегато Моретти Марио, заявитель и патентообладатель ГЕОКС С.П.А. – № 2002102917/12, заявл. 05.07.00; опубл. 20.07.04. – 25 с.

⁵ Пат. 2318415 Российская Федерация, МПК А41D27/28 / Одежда с вентиляционными отверстиями // Беспятая О.А., Данцова Т.Ф., заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО "Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса" (ЮРГУЭС). – № 2006121709/12, заявл. 19.06.06; опубл. 13.03.08, Бюл. № 7. – 6 с.

на последующую нижнюю часть и настроена на нижнюю часть вертикальными строчками таким образом, что возникающие из-за разности в ширине складки-напуски образуют вентиляционные отверстия. Это обеспечивает дополнительный воздухообмен пододежного пространства. Недостаток такого комбинезона: предложенный вариант участков вентиляционных ведет к образованию сквозных отверстий, что противоречит требованиям к спецодежде, защищающей человека от контактных термических рисков, в том числе к спецодежде сварщиков⁵.

Существует вариант мужского костюма для защиты от повышенных температур в соответствии с ГОСТ 12.4.045-87⁶, который состоит из куртки и брюк. Конструкция куртки включает центральную бортовую потайную застежку на пять пуговиц, рукав «реглан» (типы В, Г, Д) с накладками по всей длине; отложной воротник, отверстия для воздухообмена под проймами на спинке и на перед; перед с защитными накладками, спинка с кокеткой, с дополнительными накладками на спинке, имеет вентиляционные отверстия.

В процессе выполнения работы человеком в описанной выше куртке с использованием термостойких арамидных материалов⁷ в условиях повышенных температур с термическими рисками контакта с раскаленными поверхностями (температура раскаленного металла может достигать до 1800 °С [16]), происходит незначительное выведение нагретого воздуха из-под одежды через вентиляционные отверстия, т. к. они имеют малую динамическую деформацию. Такое конструктивное решение⁵ вентиляционных отверстий не обеспечивает достаточной вентиляции пододежного пространства при условии использования термостойких арамидных материалов.

Результаты патентных исследований позволили установить, что конструктивные элементы вентиляции рекомендуется располагать в местах наименьшей вероятности повреждения поверхности одежды, но обеспечивающих свободный воздухообмен [11]. Однако для повышения воздухообмена и теплоотвода требуется увеличение динамического ресурса воздухообменных элементов.

Учитывая конструктивную целесообразность [11] и данные физиологического обоснования [12–15] для участков вентиляции определены области в одежде: кокетка спинки + задняя поверхность рукавов, ориентированные на интеграцию в них новых вентиляционных элементов.

С целью повышения воздухообмена термостойкого костюма на примере костюма из арамидных материалов⁷ разработана конструктивная модификация рукава типа «реглан» куртки: специальная комбинация членений, образующих воздухозаборный модуль повышенной эргономичности за счет наклонного членения задней нижней части рукава.

Эффект вентиляции пододежного пространства одежды осуществляется за счет открывания вентиляционного отверстия в процессе динамического движения верхних конечностей: сгибание руки в локтевом суставе.

Угол сгибания руки в локтевом суставе составил 25° [12] (на основании средних типовых значений угла сгибания руки при выполнении операций ручной сварки) (рисунок 1). На рисунке 2 представлена схема конструктивных членений деталей проектируемого рукава.

⁶ ГОСТ 12.4.045-87 Система стандартов безопасности труда. Костюмы мужские для защиты от повышенных температур. Технические условия – введ. 01.01.1989 – Москва: ИПК Издательство стандартов. – 12 с.

⁷ ООО «Арамид» [Электронный ресурс] // Информационный портал. – официальный сайт: URL: <http://www.termopro.com/> (дата обращения 21.03.2020).

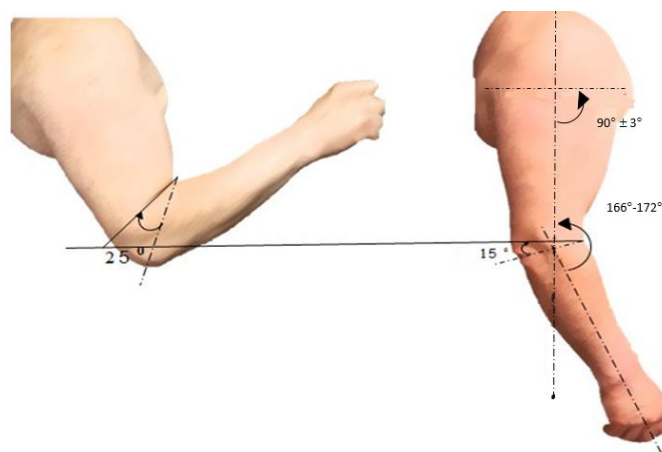
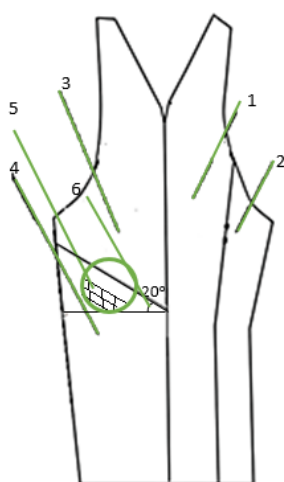


Рисунок 1. Схема фиксирования положения руки при сгибании (разработано авторами)



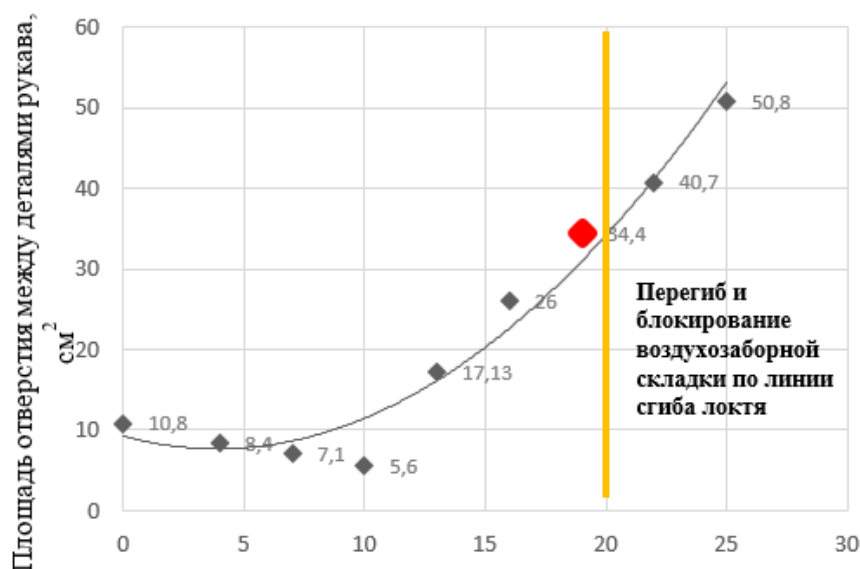
- 1 - Передняя часть рукава из основного материала на основе арамидных волокон
- 2 - Нижняя часть рукава из основного материала на основе арамидных волокон
- 3 - Задняя верхняя часть рукава из основного материала на основе арамидных волокон
- 4 - Задняя нижняя часть рукава из основного материала на основе арамидных волокон
- 5 - Воздухозаборное отверстие
- 6 - Угол наклона задней нижней части рукава из основного материала на основе арамидных волокон

Рисунок 2. Схема расположения вентиляционных отверстий (разработан авторами)

Используя специальную программу Irsquare v 5.0⁸, были определены площади поперечного сечения воздухозаборных отверстий (5) при различных углах наклона (6) деталей задней нижней части рукава. Эффективное значение площади открываемого отверстия определялось с учетом расположения деталей задней нижней части рукава (4) относительно задней верхней части рукава (3) [12].

На основе полученных данных установлена зависимость площади поперечного сечения воздухозаборного отверстия между деталями задней части рукава от угла наклона проектируемой линии членения задней нижней части рукава (рисунок 3).

⁸ Irsquare [Электронный ресурс] // Информационный портал. – Режим доступа: <http://lprosoft.at.ua> (дата обращения 25.03.2020).

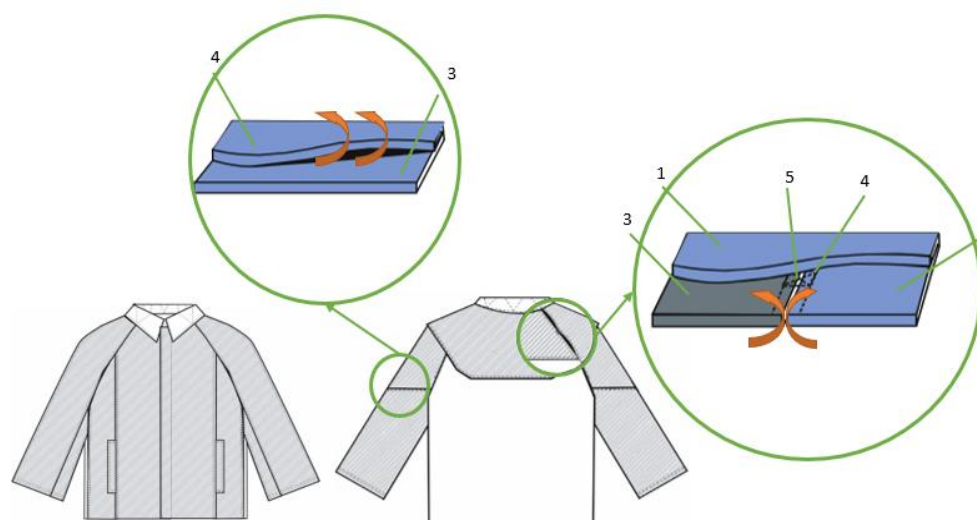


Угол наклона задней нижней части рукава, градусы

Рисунок 3. Зависимость площади сечения воздухозаборного отверстия между деталями рукава от угла наклона проектируемой линии членения задней нижней части рукава (разработан авторами)

Наибольшая площадь поперечного сечения вентиляционного отверстия при сгибании руки в локтевом суставе с учетом установленного эргономически допустимого угла наклона задней нижней части рукава (20°) составил ~34,0 см² (на основе исследования конструкции для типовой мужской фигуры размера 176-100-88) [12; 16]. Установленные данные положены в основу разработки конструкции рукава новой вентиляционной конструкции термозащитной куртки.

Увеличение воздухообмена пододежного слоя одежды специального назначения при эксплуатации в условиях повышенных температур возможно при использовании специальной модели защитной мужской куртки (рисунок 4), из арамидных термостойких материалов плотностью 300–400 г/м², предназначен для защиты от контактных термических рисков и эксплуатации в условиях повышенных температур. Куртка прямого силуэта, большого объема, с покроем рукава «реглан», с центральной внутренней застежкой. На спинке внутренняя притачная кокетка из бязи. По линии втачивания рукавов в проймы со стороны спинки по два вентиляционных отверстия, закрывающихся отлетной внешней кокеткой из основной ткани, которая закрепляется с деталью спинки по линии груди специальной резинкой. Перед куртки имеет вертикальные членения, в которых расположены боковые карманы с листочками в швах. Рукава имеют специальную конструкцию: трехшовные с внутренними термостойкими напульсниками состоят из передней и локтевой частей: передние – из стачных по линии переднего шва двух деталей, локтевые – из верхних и нижних отрезных деталей, не соединенных между собой по линии наклонного членения, но защищая всю поверхность руки от термических рисков. Это достигнуто путем взаимного покрытия деталями задней части рукава, динамически смещающихся относительно друг друга при сгибании руки в локте, образуя вентиляционные воздухозаборные отверстия. Воротник стояче-отложной. Подкладка из хлопчатобумажного материала к деталям воротника, переда, верхней части рукавов. Низ изделия, низ рукавов обработаны швом в подгибку с закрытым срезом (рисунок 4).



- 1 - Деталь внешней отлетной кокетки из основного материала на основе арамидных волокон
- 2 - Задняя верхняя часть рукава из основного материала на основе арамидных волокон
- 3 - Внутренняя притачная кокетка из бязи
- 4 - Ниточное крепление
- 5 - Шов втачивания рукава в пройму

Рисунок 4. Эскиз модели вентилируемой термостойкой куртки для сварщика (разработан авторами)

С целью оценки эффективности представленного конструктивного решения термостойкой вентилируемой куртки проведены тестовые сравнительные испытания, характеризующие влияние разработанной конструкции на локальную температуру кожи в области верхней части туловища под одеждой при выполнении работ, имитирующих действия сварщика. Испытатель – профессиональный сварщик. Условия окружающей среды: температура воздуха +25 °С; относительная влажность воздуха 35 %.

Исследованы в условиях, приближенных к реальным профессиональным действиям сварщика два защитных костюма, различающиеся конструкциями куртки. Один костюм типовой в соответствии с ГОСТ⁹. Вторым костюмом с курткой в соответствии с представленным разработанным авторами и запатентованным конструктивным решением¹⁰. Оба костюма выполнены из одинаковых термостойких материалов на основе арамидных волокон, переплетением ломанная саржа, поверхностной плотностью 300–400 г/м², воздухопроницаемостью 350–650 м³/(м²с) [12].

Экспериментально установлено, что предложенное инженерное решение куртки позволяет снизить температуру кожи человека в области переднего угла подмышечной впадины в среднем на 4,8 %, что подтверждает эффективность представленной разработки и

⁹ ГОСТ Р 12.4.234-2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. Общие технические требования и методы испытаний. – введ. 2013-12-01 – Москва: Стандартинформ, 2014. – 36 с.

¹⁰ Пат. 177587 Российская Федерация, МПК А41D 27/28 / Защитная куртка из термостойких материалов с дополнительным воздухообменом // Черунова И.В., Коринтели А.М., Клименко М.В., Черунов П.В., заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет" (ДГТУ). – № 2017125811, заявл. 18.07.17; опубл. 01.03.18, Бюл. № 16. – 9 с.

дополнительные возможности для повышения эффективности применения специальной термостойкой одежды в системе защиты труда в условиях высоких температур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коринтели, А.М. Особенности внедрения изменений в одежде специального назначения / А.М. Коринтели, О.Ю. Малинина // *Advancedscience: сборник статей II Международной научно-практической конференции*. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018. – С. 38–42 В БД РИНЦ.
2. Коринтели, А.М., Черунова, И.В. Анализ технологий повышения качества защитной одежды сварщиков / А.М. Коринтели, И.В. Черунова // В сборнике: *Современный стиль управления сборник научных статей*. Ответственный редактор Е.А. Ильина. 2016. С. 598–602.
3. Gagge, A.P., Stolwijk, J.A.J., Hardy, J.D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures / A.P. Gagge, J.A.J. Stolwijk, J.D. Hardy // *Environ. Res.* 1, 1–20.
4. Жилисбаева, Р.О. Методологические основы проектирования специальной одежды для работников металлургической и металлообрабатывающей промышленности: доктор технических наук 05.19.04 / Р.О. Жилисбаева. – М., 2007.
5. Лагуновой, В.В., Разработка методов оценки и определение защитных свойств специальной одежды для работников газовой промышленности: кандидат технических наук 05.19.01 / В.В. Лагуновой – М., 2011.
6. Логинов, В.И., Конструирование и комплексная оценка качества специальной защитной одежды пожарных: доктор технических наук 05.26.03 / В.И. Логинов – М., 2010.
7. Верзилин, М.М., Разработка аварийного радиационно-защитного изолирующего костюма для пожарных: кандидат технических наук 05.26.03 / М.М. Верзилин – М., 2010.
8. Черунова, И.В. Проектирование противотепловых костюмов Черунова И.В. монография / И.В. Черунова // М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Южно-Российский гос. ун-т экономики и сервиса" (ГОУ ВПО "ЮРГУЭС"). Шахты, 2007.
9. Hiroyuki, U., George, H. The effect of fabric air permeability on clothing ventilation / U. Hiroyuki, H. George // *Kyushu Institute of Design, Fukuoka Ergonomics Book Series Volume 3, 2005, Pages 343–346.*
10. Hiroyuki, U., George, H. The effect of fabric air permeability on clothing ventilation / U. Hiroyuki, H. George // *Elsevier Ergonomics Book Series Volume 3, 2005, Pages 343–346.*
11. Кокеткин, П.П. Промышленное проектирование специальной одежды / П.П. Кокеткин, З.С. Чубарова, Р.Ф. Афанасьева – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.

12. Коринтели, А.М., Черунова, И.В. Оценка влияния вентиляционной конструкции термостойкого костюма на физиологические параметры человека / А.М. Коринтели, И.В. Черунова // Дневник науки. 2019. №4 [Электронный ресурс]. URL: http://www.dnevniknauki.ru/images/publications/2019/4/technics/Korinteli_Chernunova.pdf.
13. Gunnar R. Jinhua Jiang Influence of textile parameters on the permeability of reinforcement textiles / R. Gunnar, J. Jinhua, D. Carsten, K. Daniel, Maik Glawe, C. Nanliang, M. Peter. College of Textiles, Donghua University, China Engineering Research Center of Technical Textiles, College Building 3, No.2999, North Renmin Road, Shanghai, China. – 8 с.
14. Brouha, L., P.E. Smith, Jr., R. De Lanne, and M.E. Maxfield 1960. Physiological reactions of men and women during muscular activity and recovery in various environments. *J. Appl. Physiol.* 16: 133–140.
15. Consolazio, C.F., L.O. Matoush, R.A. Nelson, J.A. Torres, and G.J. Isaac 1963. Environmental temperature and energy expenditures. *J. Appl. Physiol.* 18: 65–68.
16. Коринтели, А.М. Оценка эффективности системы воздухообмена в регулировании пододежной влажности одежды специального назначения / А.М. Коринтели // Международный научно-практический журнал.

Korinteli Anna Mikhailovna

Don state technical university
Institute of service sector and entrepreneurship (branch), Shakhty, Russia
E-mail: hitarova2015@yandex.ru

Cherunova Irina Viktorovna

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

Development and research of ventilated heat-resistant clothing

Abstract. The article presents a new solution for a protective heat-resistant men's jacket with an increased level of air exchange, in order to maintain the physiological comfort of a person in conditions in a high-temperature environment. The work provides a systematization and analysis of constructive and technological solutions for models of anti-thermal clothing based on the principle of providing ventilated clothing space. An analysis of the design features of special-purpose suits for protection against high temperatures showed that the most common structural element for ventilation is a slit-like opening. The results of patent studies showed that the structural elements of ventilation are recommended to be located in places of the least likelihood of damage to the surface of clothes, but providing free air exchange. Based on the systematization of these physiological characteristics of a person, the most rational areas of ventilation in clothes were determined: coquette back + back surface of the sleeves. The effect of ventilation of the clothing underwear space is achieved by opening the ventilation hole during the dynamic movement of the upper extremities: bending the arm in the elbow joint. Based on the obtained data, a functional dependence of the horizontal cross-sectional area of the air inlet between the parts of the sleeve on the slope of the projected division line of the rear lower part of the sleeve is established. The largest cross-sectional area of the ventilation hole was determined when bending the arm in the elbow joint, taking into account the established ergonomically acceptable angle of inclination of the rear lower part of the sleeve. The established data are the basis for the development of the sleeve design of the new ventilation design of the thermal jacket. It was experimentally established that the proposed engineering solution of the jacket allows to reduce the temperature of human skin in the region of the front angle of the armpit by an average of 4.8 %, which confirms the effectiveness of the presented development and additional opportunities to increase the efficiency of the use of special heat-resistant clothing in the labor protection system at high temperatures.

Keywords: heat resistant clothing; microclimate; design; garment technology; ventilation; structural elements; design; air intake effect

REFERENCES

1. Korinteli, A.M. Osobennosti vnedreniya izmeneniy v odezhde spetsial'nogo naznacheniya / A.M. Korinteli, O.Yu. Malinina // *Advancedscience: sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2 ch. Ch. 1.* – Penza: MTSNS «Nauka i Prosveshchenie». – 2018. – S. 38–42 V BD RINTS.
2. Korinteli, A.M., Cherunova, I.V. Analiz tekhnologiy povysheniya kachestva zashchitnoy odezhdy svarshchikov / A.M. Korinteli, I.V. Cherunova // *V sbornike: Sovremennyy stil' upravleniya sbornik nauchnykh statey. Otvetstvennyy redaktor E.A. Il'ina.* 2016. S. 598–602.
3. Gagge, A.P., Stolwijk, J.A.J., Hardy, J.D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures / A.P. Gagge, J.A.J. Stolwijk, J.D. Hardy // *Environ. Res.* 1, 1–20.

4. Zhilisbaeva, R.O. Metodologicheskie osnovy proektirovaniya spetsial'noy odezhdy dlya rabotnikov metallurgicheskoy i metalloobrabatyvayushchey promyshlennosti: doktor tekhnicheskikh nauk 05.19.04 / R.O. Zhilisbaeva. – M., 2007.
5. Lagunovoy, V.V., Razrabotka metodov otsenki i opredelenie zashchitnykh svoystv spetsial'noy odezhdy dlya rabotnikov gazovoy promyshlennosti: kandidat tekhnicheskikh nauk 05.19.01 / V.V. Lagunovoy – M., 2011.
6. Loginov, V.I., Konstruirovaniye i kompleksnaya otsenka kachestva spetsial'noy zashchitnoy odezhdy pozharnykh: doktor tekhnicheskikh nauk 05.26.03 / V.I. Loginov – M., 2010.
7. Verzilin, M.M., Razrabotka avariynogo radiatsionno-zashchitnogo izoliruyushchego kostyuma dlya pozharnykh: kandidat tekhnicheskikh nauk 05.26.03 / M.M. Verzilin – M., 2010.
8. Cherunova, I.V. Proektirovaniye protivoteplovykh kostyumov Cherunova I.V. monografiya / I.V. Cherunova // M-vo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, Federal'noe agentstvo po obrazovaniyu, Gos. obrazovatel'noe uchrezhdeniye vyssh. prof. obrazovaniya "Yuzhno-Rossiyskiy gos. un-t ehkonomiki i servisa" (GOU VPO "YURGUEHS"). Shakhty, 2007.
9. Hiroyuki, U., George, H. The effect of fabric air permeability on clothing ventilation / U. Hiroyuki, H. George // Kyushy Institute of Design, Fukuoka Ergonomics Book Series Volume 3, 2005, Pages 343–346.
10. Hiroyuki, U., George, H. The effect of fabric air permeability on clothing ventilation / U. Hiroyuki, H. George // Elsevier Ergonomics Book Series Volume 3, 2005, Pages 343–346.
11. Koketkin, P.P. Promyshlennoe proektirovaniye spetsial'noy odezhdy / P.P. Koketkin, Z.S. Chubarova, R.F. Afanas'eva – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1982. – 184 s.
12. Korinteli, A.M., Cherunova, I.V. Otsenka vliyaniya ventilyatsionnoy konstruksii termostoykogo kostyuma na fiziologicheskie parametry cheloveka / A.M. Korinteli, I.V. Cherunova // Dnevnik nauki. 2019. №4 [Ehlektronnyy resurs]. URL: http://www.dnevniknauki.ru/images/publications/2019/4/technics/Korinteli_Cherunov a.pdf.
13. Gunnar R. Jinhua Jiang Influence of textile parameters on the permeability of reinforcement textiles / R. Gunnar, J. Jinhua, D. Carsten, K. Daniel, Maik Glawe, C. Nanliang, M. Peter. College of Textiles, Donghua University, China Engineering Research Center of Technical Textiles, College Building 3, No.2999, North Renmin Road, Shanghai, China. – 8 s.
14. Brouha, L., P.E. Smith, Jr., R. De Lanne, and M.E. Maxfield 1960. Physiological reactions of men and women during muscular activity and recovery in various environments. J. Appl. Physiol. 16: 133–140.
15. Consolazio, C.F., L.O. Matoush, R.A. Nelson, J.A. Torres, and G.J. Isaac 1963. Environmental temperature and energy expenditures. J. Appl. Physiol. 18: 65–68.
16. Korinteli, A.M. Otsenka ehffektivnosti sistemy vozdukhobmena v regulirovaniy pododezhnoy vlazhnosti odezhdy spetsial'nogo naznacheniya / A.M. Korinteli // Mezhdunarodnyy nauchno-prakticheskiy zhurnal.