

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

2019, №2, Том 4 / 2019, No 2, Vol 4 <https://kostumologiya.ru/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/12TLKL219.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Савинова Л.А., Зарецкая Г.П. Разработка исходной информации для проектирования женского комплекта специальной одежды для защиты от пониженных температур // Научный журнал «Костюмология», 2019 №2, <https://kostumologiya.ru/PDF/12TLKL219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Savinova L.A. Zaretskaja G.P. (2019). Development of initial information for the design of women's set of special clothing for protection against low temperatures. *Journal of Clothing Science*, [online] 2(4). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/12TLKL219.pdf> (in Russian)

УДК 687.1

ГРНТИ 64.33.13

Савинова Людмила Александровна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Аспирант

E-mail: lyudmila.savynova.90@yandex.ru

Зарецкая Галина Петровна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия

Заведующая кафедрой

Доктор технических наук, профессор

E-mail: zarezkaja@mail.ru

Разработка исходной информации для проектирования женского комплекта специальной одежды для защиты от пониженных температур

Аннотация. В статье представлены результаты исследований теплоизоляции комплектов одежды для защиты от пониженных температур III класса защиты с участием мужчин и женщин. Авторами проведены исследования теплоизоляции комплектов одежды одного производителя, с идентичными конструктивными элементами и составом пакета материалов и изучены различия физических состояний мужчин и женщин в возрасте от 28 до 35 лет. Испытания проводились в микроклиматической камере с использованием 11-точечной системы температурных датчиков и датчиков теплового потока.

Активная эмансипация женского населения России и увеличивающаяся реализация женского труда на севере страны дает толчок по-новому взглянуть на спецодежду для женщин. Доподлинно известно, что женский организм имеет существенные отличия, от мужского в физиологическом плане, и то как правильно построить взаимосвязь физиологии и проектирования специальной одежды для защиты от пониженных температур в нефтедобывающей отрасли является вызовом для технолога. Работа является частью диссертационного исследования.

Представленные результаты не представляют собой конечность произведенных исследований, они предполагают вид только одной из плоскостей системы, в частности, изучение пододежного пространства при воздействии холода, насколько одежда может защитить организм человека от низких температур. Холод негативно сказывается на здоровье

человека, однако, равноценным по значимости вопросом остается большая масса комплектов одежды для защиты от пониженных температур, что ведет к дополнительному усложнению задачи, поскольку коэффициент теплоизоляции для женщин должен быть выше, чем у мужчин.

Ключевые слова: теплоизоляция; комплект одежды; испытатель; пакет материалов; пониженные температуры; организм человека; микроклиматическая камера

Актуальность

В современном мире женщины доказали свою способность выполнения работы на равне с мужчинами, нет такой сферы, где женский труд не заменял мужской. Согласно данным Госкомстата в 2010 году в России было 66,1 миллионов мужчин и 76,8 миллионов женщин, соответственно женщин больше на 16 % чем мужчин, что способствовало мощной эмансипации.¹ Русские женщины не боятся тяжелой работы, и реализовывают свой труд на севере страны, все больше женщин появляется в нефтедобывающей сфере. Вредным производственным фактором и главным врагом здоровья выступает холод, защитит от которого может только комплект специальной одежды.

Российские ученые Колесников П.Л., Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В. внесли весомый вклад в изучение теплоизоляции спецодежды, в частности был обоснован теплообмен организма человека с окружающей средой, изучено тепловое состояние человека, определены критерии оценки холодового стресса [1; 2]. Конструированием и промышленным проектированием занимались Иващенко И.Н., Байбуз В.Н., Усатиков С.П., проведен анализ эргономических фактов специальной одежды, рассмотрены проблемы проектирования специальной теплозащитной одежды для работников нефтедобывающей отрасли [3; 4]. Исследования свойств материалов специальной одежды были проведены Махоткиной Л.Ю., Леоновой Е.В. и другими [5; 6]. Однако, проектирование комплекта специальной женской одежды для защиты от холода еще не рассматривалось исходя из теплофизических различий мужчин и женщин, что является серьезным упущением. Таким образом, исследования процессов изменения состояния пододежного пространства и его влияния, на организм женщин, работающих в условиях резко континентального климата, актуальны.

Цель исследования заключается в разработке исходной информации проектирования специальной женской одежды для работ в условиях резко континентального климата на основе характеристик пододежного пространства мужчин и женщин. Для достижения поставленной цели в статье предполагается решение следующих задач:

- теоретический анализ физиологического состояния мужчин и женщин при воздействии холода;
- анализ существующих методик, определяющих теплозащитные свойства одежды, совершенствование методики проведения испытаний для женского комплекта специальной одежды;
- разработка рекомендаций женской одежды для работников нефтедобывающей отрасли в условиях резко континентального климата.

Организм человека обладает терморегуляцией, поддерживает постоянную температуру тела, но этого недостаточно, когда появляется необходимость длительного нахождения на холоде, тело человека начнет терять тепло, и, то насколько правильно подобран комплект

¹ Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // gks.ru – 05.05.2019 – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>.

одежды определит продолжительность работы без нанесения ущерба физическому состоянию, поэтому областью исследования является пододежное пространство. Процесс теплоотдачи организмом осуществляется теплопроводностью (кондукцией), конвекцией, излучением (радиацией), дыханием и испарением пота [7]. Теплоотдача на 80 % происходит через кожу, рациональный комплект одежды удерживает баланс между теплопродукцией и теплоотдачей человека в окружающую среду. Температура воздуха пододежного пространства зависит от метеорологических условий, от теплозащитных свойств комплекта одежды, от степени тяжести выполняемых работ [8].

Женщины сильнее подвержены воздействию холода, чем мужчины, их площадь поверхности тела и мышечная масса уступает мужской [9]. Организм женщины сберегает внутреннюю температуру тела, это связано с репродуктивной функцией. Когда температура окружающей среды понижается, кровеносная система стремится сохранить внутреннюю температуру за счет меньшего кровоснабжения кожи и конечностей, организм мужчины гораздо меньше страдает от понижения температуры во внешней среде, следовательно, женский костюм для защиты от пониженных температур должен отличаться от мужского костюма.² Для проектирования специального костюма необходимо установить, как теплозащитные свойства одежды влияют на критериальные состояния мужчин и женщин [10]. Теплозащитные свойства одежды по ГОСТ определяются методом суммарного теплового сопротивления и методом теплоизоляции комплекта одежды.³

Методы исследования. Метод определения суммарного теплового сопротивления исследует теплозащитные свойства в условиях теплообмена с окружающим воздухом.⁴ С помощью данного метода можно проанализировать как масса, толщина, воздухопроницаемость и количество и состав слоев пакетов материалов влияют на теплозащитные свойства пакетов материалов одежды. Но показатель суммарного теплового сопротивления будет считаться приближенным по отношению к комплекту специальной одежды, т. к. не учитывает конструктивные и технологические особенности, и не выявляет критериальные состояния человека.

Определение теплоизоляции комплекта по ГОСТ Р 12.4.185 включает в себя два метода. Метод А1 заключается в определении теплоизоляции комплекта СИЗ на основе результатов измерения температуры кожи человека и плотности сухого теплового потока с поверхности его тела в заданных условиях испытания. С помощью метода А1 достаточно точно определяется состояние организма человека в пододежном пространстве за счет того, что температурные датчики и датчики теплового потока крепятся непосредственно на тело человека. Метод А2 заключается в определении теплоизоляции комплекта СИЗ на основе измерения мощности потребляемой манекеном энергии для поддержания температуры его поверхности в заданных условиях испытания.⁵ Испытания по методу А2 являются менее трудоемкими по подготовке и проведению экспериментов по сравнению с методом А1, но у них есть серьезный недостаток обусловленный тем, что физиологические процессы человека протекающие в пододежном

² Why women feel the cold more than men [Электронный ресурс] // www.bodyandsoul.com.au – 05.05.2019 – Режим доступа: <https://www.bodyandsoul.com.au/health/health-news/why-women-feel-the-cold-more-than-men/news-story/912f3237c954d89968900c189177617d6>.

³ ТР ТС 019/2011. Технический регламент таможенного союза. О безопасности средств индивидуальной защиты. – Утвержден 09-01-2011. – 108 с.

⁴ ГОСТ 20489-75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. – Введ. 01-01-1976. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

⁵ МУК 4.3.1901-04. Методика определения теплоизоляции средств индивидуальной защиты головы, стоп, рук на соответствие гигиеническим требованиям. – Введ. 01-05-2004. – М.: Минздрав России, 2004. – 17 с.

пространстве значительно отличаются от тех, которые происходят у манекена, результаты таких измерений будут носить приближенный характер.

Для определения критериальных состояний мужчин и женщин эксперименты по определению теплоизоляции комплекта одежды, предназначенного для защиты от пониженных температур работающих нефтедобывающей отрасли проводились согласно методу А1 в микроклиматической камере с участием человека, где используется 11-точечная система температурных датчиков и датчиков теплового потока.

Общие теплоощущения человека коррелируются со средневзвешенной температурой кожи t_k , °С, которая рассчитывается по формуле (1):

$$t_k = 0,0086t_1 + 0,34\frac{t_2+t_3+t_4+t_5}{4} + 0,134t_6 + 0,045t_7 + 0,203\frac{t_8+t_9}{2} + 0,125t_{10} + 0,064t_{11}, \quad (1)$$

где: $t_1 - t_{11}$ – соответственно температура кожи лба, груди, живота, спины, поясницы, плеча, кисти, верхней и нижней поверхности бедра, голени, тыльной стороны стопы.

Средневзвешанный тепловой поток $\bar{q}_п$ рассчитывается аналогично формуле 1.⁵

Теплоизоляция комплекта СИЗ I_k определяется по формуле:

$$I_k = \frac{T_k - T_v}{\bar{q}_п},$$

где: T_k – средневзвешанная температура кожи на 55-минуте испытания;

T_v – средняя температура воздуха за период испытания;

$\bar{q}_п$ – средневзвешанный тепловой поток за период с 20-й по 60-ю минуту испытания.

Средневзвешанный тепловой поток учитывается с 20-й по 60-ю минуту, поскольку человеку для акклиматизации в микроклиматической камере требуется 20 минут. За это время, как правило, стабилизируются показатели теплового потока, коэффициент вариации значений уменьшается. Что касается средневзвешанной температуры кожи, то на 55 минуте оптимальнее всего сделать вывод замерз ли человек в данном комплекте, в общем, испытуемый находится в микроклиматической камере 60 минут.

Испытуемые комплектов СИЗ подбирались в соответствии с типовыми фигурами согласно ГОСТ Р 52771-2007 Классификация типовых фигур женщин по ростам полнотным группам для проектирования одежды и ГОСТ Р 52774-2007 Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. Все комплекты СИЗ для определения теплоизоляции антропометрически соответствовали испытуемым. В испытаниях участвовали мужчины и женщины в возрасте от 28 до 35 лет, прошедшие медицинский осмотр, который подтвердил их пригодность.

Нормальная плотность средневзвешенного теплового потока с поверхности тела испытуемого должна составлять 40–60 Вт/кв. м.⁶ Эксперименты показали, что температура $(10 \pm 0,5)$ °С рекомендуемая ГОСТ 12.4.185-99 подходит только для комплектов СИЗ II класса защиты, тепловой поток действительно находится в пределах 40–60 Вт/кв. м и испытуемый чувствует себя комфортно. При проведении испытаний комплектов СИЗ III класса защиты испытуемые жаловались на дискомфорт, оценивали свое состояние как жарко при $(10 \pm 0,5)$ °С, при этом температура с поверхности кожи была высокой, показатели теплового потока нестабильны, коэффициент вариации более 30, достоверность результатов испытаний

⁶ ГОСТ Р 12.4.185-99. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от пониженных температур. Методы определения теплоизоляции комплекта. – Введ. 01-01-2001. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 16 с.

вызывала сомнения. Дальнейшее исследование показало, что оптимальная температура для специального комплекта одежды в микроклиматической камере должна быть: для III класса защиты не выше $(5 \pm 0,5)$ °С. При этой температуре человек чувствует себя в комплекте одежды комфортно (в том случае если комплект специальной одежде оказывается качественным, соответствует заявленному классу защиты), показатели теплового потока и температуры тела в пределах нормы, конечный результат теплового потока имеет минимальный коэффициент вариации, что свидетельствует о правильности полученных результатов.

Комплект одежды для защиты от пониженных температур с затянутыми эластичными шнурами по низу изделия, лицевому вырезу и глубине капюшона дает большую теплоизоляцию, чем когда эластичные шнуры находятся в свободном состоянии. У хорошо застегнутого и отрегулированного комплекта одежды теплоизоляция будет больше, чем у надетого небрежно. Влияет на теплоизоляцию наличие или отсутствие капюшона, напульсников, ветрозащитной планки и прочих элементов, что доказывает важность конструктивных и технологических элементов в проектировании комплекта СИЗ.

Результаты и их обсуждение

Испытания теплоизоляции костюмов для защиты от пониженных температур III класса защиты были проведены с участием трех мужчин и трех женщин, результаты испытаний приведены в таблице 1. Критерии отбора женского и мужского костюма следующие: костюмы принадлежат одному изготовителю, имеют одинаковый пакет материалов и конструктивные элементы, состав пакета материалов совпадает с пакетом материалов в ТУ производителя, все перечисленные требования выполнены.

Таблица 1

Результаты испытаний комплектов одежды для защиты от пониженных температур

| Испытатель | Среднее значение теплоизоляции, $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ | Особенности, выявленные в ходе эксперимента |
|------------------|---|---|
| Мужчина, 30 лет | 0,682 | На протяжении всего эксперимента испытуемые чувствовали себя «комфортно», температурные показатели и показатели теплового потока находились в пределах нормы. |
| Мужчина, 31 год | | |
| Мужчина, 35 лет | | |
| Женщина, 28 лет | 0,605 | Испытуемые, оценили свое состояние как «комфортно», но в среднем с 50 минуты появились ощущения легкого холода в конечностях, что отразилось на показателе теплоизоляции в целом. |
| Женщина, 30 лет | | |
| Женщина, 34 года | | |

Составлено автором

Результаты исследований показали, что костюм женский и мужской одного и того же производителя, с одинаковыми конструктивными элементами и пакетом материалов дает различные показатели теплоизоляции. Более низкий коэффициент теплоизоляции обусловлен быстрым охлаждением области кистей, плеч, бедер и стоп у женщин. Нормативные значения комплектов теплоизоляции по ГОСТ Р 12.4.236-2011 применимы для мужчин испытуемых, что касается женщин для их комфортного нахождения в микроклиматической должны быть более высокие показатели.⁷

Данные, выявленные в исследованиях на теплоизоляцию, позволяют сказать, что женский специальный костюм для защиты от пониженных температур должен технологически отличаться от мужского костюма, он должен максимально сохранять тепло в области кистей, плеч, бедер и стоп, в то же самое время в нем должна быть сбалансирована масса и удобство

⁷ ГОСТ Р 12.4.236-2011. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. – Введ. 30-11-2011. – М.: Стандартинформ, 2012. – 27 с.

эксплуатации. Наличие или отсутствие конструктивных элементов, а также то, насколько хорошо застегнут и отрегулирован по фигуре комплект одежды дает видимые различия показателей в испытаниях на теплоизоляцию. При испытаниях теплоизоляции по методу А1 комплекта специальной одежды для защиты от пониженных температур III класса защиты необходимо уменьшить температуру в микроклиматической камере, для комфорта испытателя и для более точных результатов. Необходимо пересмотреть нормативные значения комплектов теплоизоляции СИЗ с учетом гендерных особенностей.

Для повышения теплозащитных свойств комплекта женской одежды следует применить конструктивные элементы, обеспечивающие максимальную замкнутость системы пододежного пространства, при замкнутой системе важно предусмотреть отведение влаги от тела человека, необходимо использовать инновационные материалы и новые образцы фурнитуры. Теплосодержание организма женщины неравномерно и нестабильно, возникает потребность в распределении пакета материалов по зонам, изменение состава и количества слоев в пакете материалов одежды для уменьшения массы и объема специального комплекта СИЗ остается актуальным решением в достижении требуемой теплоизоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делль Р.А., Афанасьева Р.Ф., Чубарова З.С. Гигиена одежды. – М.: Легпроиздат, 1991. – 160 с.
2. Прокопенко Л.В., Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В., Лосик Т.К. Критерии оценки холодового стресса работников с учетом тяжести выполняемой работы // Актуальные проблемы медицины труда. – 2018. – С. 450–465.
3. Иващенко И.Н., Байбуз В.Н. Информационные технологии в проектировании теплозащитной одежды для арктических условий нефтедобчи. – База. – 2011. – 5 с.
4. Иващенко И.Н., Усатиков С.В., Шмалько С.П. Регрессионные модели и оптимизация теплоизоляции комфортного комплекта специальной одежды // Экология человека. – 2016. – С. 21–25.
5. Махоткина Л.Ю., Леонова Е.В., Макаров А.В., Марьина А.Н. Исследование свойств инновационных материалов для проектирования теплозащитной одежды // Вестник технологического университета (Казань). – 2017, №4. – С. 66–68.
6. Махоткина Л.Ю. Проектирование изделий специального назначения с учетом деформационных свойств материалов // Вестник технологического университета (Казань). – 2015, №13. – С. 133–134.
7. Сулин А.Б., Рябова Т.В., Рубцов А.К., Никитин А.А. Индексы теплового комфорта. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016 – 36 с.
8. Буриков А.В., Елькин Ю.Г. Изменение функционального состояния организма военных специалистов при выполнении физической нагрузки в условиях искусственной изоляции от окружающей среды // Вестник ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. – 2018, №2 (3). – С. 197–200.
9. Бахарева Н.С. Гендерная морфометрическая характеристика с использованием объем-учитывающих показателей у нормально упитанных нормостеников зрелого возрастного периода // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018, №5–1. – С. 154–158.
10. Лосик Т.К., Бурмистрова О.В., Афанасьева Р.Ф. Физиолого-гигиеническое обоснование дифференцированного гендерного подхода к профилактике охлаждения // Актуальные проблемы медицины труда. – 2018. – С. 466–477.

Savinova Liudmila Alexandrovna

Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: lyudmila.savinova.90@yandex.ru

Zaretskaja Galina Petrovna

Russian state university named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: zarezkaja@mail.ru

Development of initial information for the design of women's set of special clothing for protection against low temperatures

Abstract. Results of researches of thermal insulation of sets of clothes for protection against the under temperatures of the III class of protection with participation of men and women are presented in article. Authors conducted researches of thermal insulation of sets of clothes of one producer, with identical structural elements and structure of a package of materials and distinctions of physical conditions of men and women aged from 28 up to 35 years are studied. Tests were carried out in the microclimatic camera with use of a 11-dot system of temperature sensors and sensors of a heat flux.

The fissile emancipation of female population of Russia and the increasing realization of female labor in the north of the country gives an impetus in a new way to look at overalls for women. It is for certain known that the female body has essential differences, from men's in the physiological plan, and that as is correct to construct interrelation of physiology and projection of special clothes for protection against the under temperatures in the oil-extracting industry is a call for the technologist. Work is a part of a dissertation research.

The presented results don't put themselves an extremity of the made researches, they assume a type only of one of the system planes, in particular, studying of subclothes space at impact of cold as far as the clothes can protect a human body from low temperatures. Cold negatively affects human health, however, the larger mass of sets of clothes for protection against the under temperatures remains a question, equivalent on a significance, that leads to additional complication of a task as the thermal insulation coefficient for women has to be higher, than at men.

Keywords: thermal insulation; clothes set; verifier; package of materials; the under temperatures; human body; microclimate chamber

REFERENCES

1. Dell' R.A., Afanas'eva R.F., Chubarova Z.S. Gigiena odezhdy. – M.: Legproizdat, 1991. – 160 s.
2. Prokopenko L.V., Afanas'eva R.F., Burmistrova O.V., Losik T.K. Kriterii otsenki kholodovogo stressa rabotnikov s uchetom tyazhesti vypolnyaemoy raboty // Aktual'nye problemy meditsiny truda. – 2018. – S. 450–465.
3. Ivashchenko I.N., Baybuz V.N. Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii teplozashchitnoy odezhdy dlya arkticheskikh usloviy nefteдобчи. – Baza. – 2011. – 5 s.
4. Ivashchenko I.N., Usatikov S.V., Shmal'ko S.P. Regressionnyye modeli i optimizatsiya teploizolyatsii komfortnogo komplekta spetsial'noy odezhdy // Ehkologiya cheloveka. – 2016. – S. 21–25.
5. Makhotkina L.Yu., Leonova E.V., Makarov A.V., Mar'ina A.N. Issledovanie svoystv innovatsionnykh materialov dlya proektirovaniya teplozashchitnoy odezhdy // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta (Kazan'). – 2017, №4. – С. 66–68.
6. Makhotkina L.Yu. Proektirovanie izdeliy spetsial'nogo naznacheniya s uchetom deformatsionnykh svoystv materialov // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta (Kazan'). – 2015, №13. – S. 133–134.
7. Sulin A.B., Ryabova T.V., Rubtsov A.K., Nikitin A.A. Indeksy teplovogo komforta. – Sankt-Peterburg: Universitet ITMO, 2016 – 36 s.
8. Burikov A.V., El'kin Yu.G. Izmenenie funktsional'nogo sostoyaniya organizma voennykh spetsialistov pri vypolnenii fizicheskoy nagruzki v usloviyakh iskusstvennoy izolyatsii ot okruzhayushchey sredy // Vestnik yaroslavskogo vysshego voennogo uchilishcha protivovozdushnoy oborony. – 2018, №2 (3). – S. 197–200.
9. Bakhareva N.S. Gendernaya morfometriceskaya kharakteristika s ispol'zovaniem ob'em-uchityvayushchikh pokazateley u normal'no upitannykh normostenikov zrelogo vozrastnogo perioda // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. – 2018, №5–1. – S. 154–158.
10. Losik T.K., Burmistrova O.V., Afanas'eva R.F. Fiziologo-gigienicheskoe obosnovanie differentsirovannogo gendernogo podkhoda k profilaktike okhlazhdeniya // Aktual'nye problemy meditsiny truda. – 2018. – S. 466–477.