

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭРГОНОМИЧНОЙ ВОДОТЕРМОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### DESIGNING OF FUNCTIONAL AND ERGONOMIC WATER-THERMAL PROTECTIVE CLOTHING FOR SPECIAL PURPOSE

В.И. Ольшанский\*, Д.И. Пенкрат, Р.В. Окунев,  
Н.Н. Бодяло, Н.П. Гарская

*Витебский государственный технологический университет*

УДК 687.016:687.157

V.I. Olshansky\*, D.I. Penkrat, R.V. Okunev,  
N.N. Bodyalo, N.P. Garskaya

*Vitebsk State Technological University*

#### РЕФЕРАТ

*ОДЕЖДА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ВОДОТЕРМОСТОЙКИЙ КОМБИНЕЗОН, ЭРГОНОМИЧНАЯ КОНСТРУКЦИЯ, АНТРОПОДИНАМИЧЕСКОЕ СООТВЕТСТВИЕ*

*В работе авторами выполнен анализ эргономического проектирования одежды и выделены способы проектирования: учет биомеханических характеристик движений и расчет оптимальных величин конструктивных параметров; оптимизация параметров конструкции по функционально-эргономическим показателям; применение оригинальных конструктивно-технологических решений деталей. Разработан водотермостойкий комбинезон с внутренним теплоизолирующим комбинезоном, обладающий высокими защитными, эксплуатационными, потребительскими свойствами и функционально-эргономическими показателями, обеспечивает комфортность при эксплуатации, мобильность при одевании снаряжения. Конструкция комбинезона обеспечивает возможность его использования со снаряжением, выполнения всех видов деятельности при проведении аварийно-спасательных работ.*

#### ABSTRACT

*CLOTHING FOR SPECIAL PURPOSE, WATER- AND THERMOPROTECTIVE OVERALLS, ERGONOMIC DESIGN, SPECIAL PURPOSE CLOTHES, OVERALLS, ERGONOMIC DESIGN, DYNAMIC AND ANTHROPOMETRIC ACCORDANCE*

*The ergonomic design of clothing is analyzed and design ways are highlighted: registration of biomechanical characteristics of movements and calculation of optimal values of design parameters; optimization of design parameters in ergonomics; application of original design and technological solutions of details. The water- and thermoproof overalls with inner insulating overalls with high protective, operational and consumer properties, high ergonomic performance providing comfort during operation, mobility when dressing overalls is developed. The design enables its use with equipment and all kinds of activities during the emergency-rescue.*

В зависимости от области применения одежда специального назначения должна отвечать различным комплексным требованиям. Её защитные, эксплуатационные и гигиенические свойства зависят от применяемых материалов, конструктивного исполнения, поэтому при создании спецодежды необходимо руководство-

ваться требованиями, которые учитывают весь комплекс показателей качества и назначения.

Общие показатели качества спецодежды характеризуют её эксплуатационные, гигиенические и эстетические свойства. Одежда покрывает более 80 % поверхности тела человека, образуя замкнутую систему «человек – одежда – среда», в

\* E-mail: [vstu@vitebsk.by](mailto:vstu@vitebsk.by) (V.I. Olshansky)

которой находится в постоянном контакте и взаимодействии с поверхностью фигуры, поэтому важны такие показатели качества, как «комфорт» и «удобство». Контакты человека и промышленных изделий рассматривают в эргономике на биологическом и психологическом уровнях. В процессе эксплуатации швейных изделий у человека возникают психологические ощущения комфорта или дискомфорта, тепла или холода, удобства, давления на отдельные участки тела, что влияет на его утомляемость и работоспособность. Поэтому создание эргономичной одежды требует более полного согласования её формы и конструкции с антропометрическими характеристиками тела человека.

Для специальной защитной одежды, эксплуатируемой в условиях воздействия горячей жидкой или газообразной среды, важным показателем является суммарное тепловое сопротивление пакета одежды. Комплект одежды специального назначения представляет собой многослойный «пакет», включающий ткань верха, подкладку и прокладку. Значение показателя суммарного теплового сопротивления, толщины «пакета» и его воздухопроницаемости существенно возрастает при наличии подвижной жидкой или газообразной среды [1].

В настоящее время единственным аккредитованным предприятием, изготавливающим специальную защитную одежду для подразделений МЧС Республики Беларусь, является РПУП «Униформ» (г. Микашевичи). При выполнении заданий государственной программы научных исследований специалистами РПУП «Униформ» впервые разработан экспериментальный образец водотермозащитной одежды – костюм индивидуальной защиты (КИЗ), состоящий из водотермостойкого комбинезона и теплоизоляционной подкладки, который обладает низкими показателями функционально-эргономического соответствия.

Несоответствие одежды антропометрическим характеристикам и биомеханическим параметрам движений человека вызывает значительное ограничение амплитуд движений, общий дискомфорт и приводит к быстрому развитию состояния утомления.

В рамках выполнения задания № 2.2.45 государственной программы «Научное и техниче-

ское обеспечение производства водотермозащитной одежды пожарных–спасателей» перед специалистами УО «ВГТУ» была поставлена задача проектирования и изготовления экспериментального образца водотермостойкого комбинезона с теплоизолирующей подкладкой с улучшенными функционально-эргономическими показателями.

Целью работы является разработка рациональных эргономических и технических решений конструктивных элементов водотермозащитной одежды специального назначения с высокими совокупными показателями качества и эффективной индивидуальной защитой.

Основой работы выступает дифференцированный учет биомеханических параметров движений человека в основных суставах верхних и нижних конечностей. Объектами исследования являются конструктивные решения водотермозащитной одежды специального назначения, условия и параметры формообразования эргономичных конструкций плечевой и поясной одежды [2].

При анализе научных работ по эргономическому проектированию одежды были выделены следующие этапы проектирования: учет биомеханических характеристик движений и расчет оптимальных величин конструктивных параметров; оптимизация параметров конструкции по эргономическим показателям; применение оригинальных конструктивно-технологических решений деталей.

Водотермостойкий комбинезон предназначен для проведения аварийно-спасательных работ в воде при температуре от 0 °С до плюс 70 °С, при воздействии нетоксичных веществ, растворов кислот, щелочей, нефти и нефтепродуктов, жидких токсичных веществ. Соответственно, на первом этапе, с учетом требований, предъявляемых к суммарному тепловому сопротивлению пакета материалов для специальной защитной одежды, производился подбор материалов в пакет водотермостойкого комбинезона. Согласно методике расчета утепляющего пакета и требованиям ГОСТ Р 12.4.236-2007 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования» суммарное тепловое сопротивление варьируется от 0,51 до 0,77 м<sup>2</sup>·°С/Вт для плечевых изделий и от

0,50 до 0,6977 м<sup>2</sup>\* °С/Вт для поясных изделий в зависимости от класса защиты спецодежды [3]. В качестве материала верха водотермостойкого комбинезона выбрана винилискожа-ТР с коэффициентом теплопроводности 0,06 Вт/(м\*К), для материала верха и подкладки внутреннего теплоизоляционного комбинезона использована плащевая ткань с коэффициентом теплопроводности 0,035 Вт/(м\*К), для утепляющей подкладки внутреннего теплоизоляционного комбинезона предложено использовать нетканый объемный утеплитель (синтепон) с коэффициентом теплопроводности 0,045 Вт/(м\*К) с настилением в четыре слоя. Суммарное тепловое сопротивление пакета материалов водотермостойкого комбинезона составило 0,87 м<sup>2</sup>\* °С/Вт.

Необходимый уровень эргономичности определяется характером трудовых движений, потому в основу исходной информации при разработке конструкции водотермостойкого комбинезона положены не только данные статического состояния системы «человек–одежда», но и показатели, характеризующие ее динамическое состояние. В качестве исходной информации приняты углы амплитуды движения в плечевом, локтевом, тазобедренном и коленном суставах, как наиболее непостоянные участки тела человека, изменяющиеся самостоятельно и комплексно, и соответствующие им динамические приросты размерных признаков [4].

С учетом области применения водотермостойкого комбинезона и предъявляемых к нему требований, особенностей материала верха и способа соединения деталей между собой были выбраны элементы для создания конструкции с улучшенными функционально-эргономическими показателями. Для удобства и сокращения времени надевания экипировки, а также предотвращения попадания воды в пододежное пространство перед водотермостойкого комбинезона выполнен с центральной застежкой на «тесью-молнию», в шве притачивания которой выполнена вставка («клин»).

В плечевой одежде основным препятствием движениям рук с максимальной амплитудой является наличие рукава, ограничивающего перемещение руки вперед и вверх. Один из результатов динамической активности рук – возникновение растяжений на участке «прой-

ма–рукав». Решением вопроса антроподинамического соответствия этого участка может быть применение в конструкции изделия рукавов рубашечного покроя или реглан мягкой формы. Перечисленные покрой характеризуются уменьшенной высотой оката и увеличенной шириной рукава. В изделиях покроя реглан из-за отсутствия шва соединения оката с проймой в верхних участках происходит растяжение материалов под действием массы изделия на участке между плечевой точкой и нижней частью узла «пройма–окат», что обеспечивает дополнительный динамический эффект [5].

Одним из наиболее важных требований, предъявляемых к конструкции одежды данного типа, является минимизация количества швов. Для достижения необходимого динамического эффекта при минимальном количестве стачных швов выбран покрой «реглан» без верхнего шва, с цельнокроеной кокеткой и ластовицей.

К одежде данного типа предъявляют также дополнительные требования по степени видимости в экстремальных условиях. В данном водотермостойком комбинезоне проблема решена посредством размещения световозвращающих элементов на отлетных деталях, крепящихся с деталями рукавов с образованием участков для стока воды, что способствует сохранению герметичности наружного защитного слоя. Внешний вид покроя рукава и отлетных деталей с элементами дополнительной видимости водотермостойкого комбинезона представлены на рисунке 1.

В результате анализа динамических признаков размерных признаков установлено, что в специальной одежде без членения по линии талии при выполнении движений, связанных с изменением положения тела в тазобедренном суставе, максимальный динамический эффект происходит на участках измерений «Длина ноги по внутренней поверхности» и «Расстояние от линии талии до подъягодичной складки». Соответственно, для обеспечения эргономического соответствия водотермостойкого комбинезона заданному комплексу трудовых движений принято решение увеличить длину среднего среза спинки (рисунок 2).

Подвижность в коленном суставе традиционно обеспечивается шириной изделия на уровне



Рисунок 1 – Внешний вид покроя рукава и отлетных деталей с элементами дополнительной видимости водотермостойкого комбинезона



Рисунок 2 – Эргономическое решение спинки водотермостойкого комбинезона

колена, что вызывает дискомфорт при ходьбе и снижает скорость перемещения в экстренной ситуации. Для данного вида одежды наиболее рациональным решением является введение выточек в области колена, величина раствора которых определена исходя из угла сгибания

коленного сустава, толщины пакета теплоизолирующей подкладки и величины воздушной прослойки между водотермостойким комбинезоном и теплоизолирующей подкладкой (рисунок 3).



Рисунок 3 – Эргономическое решение водотермостойкого комбинезона в области коленного сустава

Проведенные на базе «НИЦ Витебского областного управления МЧС РБ» лабораторные испытания экспериментального образца КИЗ, разработанного специалистами РПУП «Униформ», показали, что доработки требуют не только водотермостойкий комбинезон, но и теплоизолирующая подкладка.

До настоящего времени экспериментальный образец теплоизолирующей подкладки в модели-аналоге, согласно ТУ ВУ 101114857.082-2015, изготавливался в виде куртки и брюк с дополнительной застежкой в области паха, что причиняло определенные неудобства при надевании, эксплуатации, оказывало давление на отдельные участки тела при погружении в воду.

Рациональным конструктивным решением теплоизолирующей подкладки водотермостойкого комбинезона по сравнению с известными аналогами является то, что она выполнена в виде комбинезона.

Конструктивным отличием комбинезона от других видов одежды является наличие замкнутого контура изделия от линии обхвата шеи до уровня пяточной точки, поэтому обеспечение динамического соответствия конструкции осуществляется только за счет внутреннего резерва. Известно, что в замкнутой биокинематической цепи изолированные движения в одном суставе невозможны [4].

Для улучшения эргономических показателей теплоизолирующей подкладки водотермостойкого комбинезона выбраны следующие элементы: втачной рукав с цельнокроеной ластовицей, вытачки в области колена. Отличительной особенностью теплоизолирующей подкладки является отрезная удлиненная спинка, которая скреплена с задней частью брюк бретелями из эластичной ленты. Такое конструктивное решение не ограничивает движения спасателя при наклонах, обеспечивает удобство при сгибании за счет отсутствия натяжения швов и соответствующее давление пакета на отдельные участки тела спасателя. Конструктивный элемент эргономики спинки теплоизоляционной подкладки представлен на рисунке 4.

ными, эксплуатационными и потребительскими свойствами, улучшенными функционально-эргономическими показателями, обеспечивает комфортность при эксплуатации, мобильность при одевании снаряжения. Оригинальные конструктивные решения водотермостойкого комбинезона позволяют использовать готовое изделие при выполнении всех видов аварийно-спасательных работ в условиях воздействия горячей жидкой или газообразной среды. Элементы эргономичной конструкции водотермостойкого комбинезона получили высокую оценку при внедрении на предприятии РПУП «Униформ» и используются в настоящее время при изготовлении специальной водотермозащитной одежды пожарных.



Рисунок 4 – Конструктивный элемент эргономики спинки теплоизолирующей подкладки

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения задания государственной программы научных исследований специалистами УО «ВГТУ» был разработан и изготовлен экспериментальный образец водотермостойкого комбинезона с теплоизолирующей подкладкой с улучшенными функционально-эргономическими показателями

По результатам лабораторных исследований, проведенных на базе «НИЦ Витебского областного управления МЧС РБ», установлено, что созданный водотермостойкий комбинезон с внутренней теплоизолирующей подкладкой в виде комбинезона обладает высокими защит-

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колесников, П.А. (1965), *Теплозащитные свойства одежды*, Москва, Легкая индустрия, 360 с.
2. Биокинематическое исследование системы «человек-одежда-окружающая среда» для проектирования одежды спортсменов-черлидеров с улучшенными эргономическими параметрами, 2013, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/> – Дата доступа: 10.02.2016.
3. Расчет утепляющего пакета, 2013, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.extraform.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=67&Itemid=60](http://www.extraform.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=60) . – Дата доступа: 19.03.2016.
4. Разработка конструктивных способов обеспечения заданного уровня динамического соответствия в одежде специального назначения, 2013, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-konstruktivnyh-sposobov-obespecheniya-zadannogo-urovnyadinamicheskogosootvetstviya-v-odezhde-spetsialnogonaznacheniya#ixzz4MK4acPmv>. – Дата доступа: 10.02.2016.
5. Обоснование конструкторских решений в одежде с высокими динамическими характеристиками, 2016, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru>. – Дата доступа: 01.09.2016.

## REFERENCES

1. Kolesnikov, P.A. (1965), *Teplozaschitnye svoystva odezhdy* [Heat-shielding properties of clothing], Moscow, Legkaya industriya, 360 p.
2. *Biokinematicheskoe issledovanie sistemy «chelovek-odezhda-okruzhayuschaya sreda» dlya proektirovaniya odezhdy sportsmenov-cherliderov s uluchshennymi ergonomicheskimi parametrami* [Bio kinematic study of the system «man-clothing-environment» for designing clothes, cheerleading athletes with improved ergonomic parameters] (2013), available at: <http://cyberleninka.ru/article/> (accessed 10.02.2016.).
3. *Raschet uteplyayuschego paketa* [Calculation of warming package], (2013), available at: [http://www.extraform.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=67&Itemid=60](http://www.extraform.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=60). (accessed 19.03.2016).
4. *Razrabotka konstruktivnyh sposobov obespecheniyazadannogourovnyadinamicheskogosootvetstviya v odezhdе spetsialnogo naznacheniya* [Development of a constructive way to ensure a given level of the dynamic compliance in clothes of special purpose], (2014), available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-konstruktivnyh-sposobov-obespecheniya-zadannogo-urovnyadinamicheskogosootvetstviya-v-odezhde-spetsialnogonaznacheniya#ixzz4MK4acPmv>. (accessed 10.02.2016).
5. *Obosnovanie konstruktorskih resheniy v odezhdе s vyisokimi dinamicheskimi harakteristikami* [Justification of design solutions in clothing with high performance], (2016), available at: <http://www.science-education.ru> / – (accessed 01.09.2016).

Статья поступила в редакцию 30. 09. 2016 г.