

УДК 614.895.5

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ
ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ В ИЗДЕЛИЯХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF SHIELDING PROPERTIES
OF A MATERIALS SUITE IN THE ARTICLES OF SPECIAL PURPOSE**

И.Ю. БЕЛОВА, В.В. ВЕСЕЛОВ, Б.Л. ГОРБЕРГ
I.JU. BELOVA, V.V. VESELOV, B.L. GORBERG

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: veselov@igta.ru

Разработана конструкция многослойного материала, ослабляющего тепловое излучение и обеспечивающего камуфлирующую защиту военнослужащего в ночное время суток.

The design of the multiply material reducing heat radiation and providing camouflage protection of a military man during the night has been developed.

Ключевые слова: многослойный теплоизоляционный материал, тепловое излучение, камуфлирующая защита, термография.

Keywords: a multiply heat-insulating material, heat radiation, camouflage protection, thermography.

Разработка полевой формы для военнослужащих подразделений специального назначения – сложная научная и практическая задача, так как она должна удовлетворять комплекс требований, часто не совместимых друг с другом. В такой одежде должны сочетаться малая масса и высокие теплозащитные свойства; малая воздухопроницаемость и достаточная влагопроницаемость, необходимая для обеспечения влагообмена человека с окружающей средой. Кроме того, она должна защищать военнослужащего от внешней влаги и не препятствовать удалению влаги с поверхности тела. Она также должна защищать

от охлаждения в состоянии покоя и не вызывать перегрева при выполнении интенсивной физической работы и, самое главное, обеспечивать визуальный камуфляж в дневное и ночное время суток.

Современная маскировочная одежда, основанная на цветовом и фактурном слиянии человека с окружающей средой, обеспечивает хороший визуальный камуфляж военнослужащего в дневное и ночное время суток только в том случае, если наблюдатель не оснащен специальными средствами обнаружения, то есть приборами, детектирующими тепловое (инфракрасное) излучение. Однако представить

себе современные технологии ведения боевых действий без специальных средств обнаружения противника в условиях полной темноты и низкой освещенности невозможно. В прицелах ночного видения, предназначенных для ведения наблюдения за объектом в темное время суток и прицельной стрельбы, военнослужащий войск специального назначения становится уязвим, так как принцип действия таких приборов основан на улавливании теплового (инфракрасного) излучения биологического объекта, количество и интенсивность которого определяются температурой окружающей среды, теплозащитными свойствами одежного покрытия, статико-динамическим состоянием биологического объекта и др.

Возможны два подхода в ослаблении теплового изображения приборами, детектирующими ИК излучение: снижение интенсивности теплоотдачи, за счет теплоизоляции биологического объекта, снижающей температуру наружной поверхности и использование материалов, покрывающих биологический объект, с низкой излучательной способностью. Использование теплоизоляции приводит к перегреву биологического объекта и существенному ухудшению его физиологического состояния, а к материалам с низкой излучательной способностью (близкой к излучательной способности абсолютно черного тела, излучательная способность которого принята равной 1) относятся такие, как: керамика, резина, дерево, стекло, то есть

не пригодные для изготовления камуфлирующих швейных изделий.

Авторами настоящей статьи разработана конструкция и технология изготовления изделий специального назначения оперативной и тактической маскировки, предназначенных для обеспечения электромагнитного камуфляжа (невидимости) биологического объекта в ночное время суток. Конструктивное решение камуфлирующих изделий, используемый конфекцион, цветное и фактурное исполнение элементов визуальной маскировки определялись условиями их сезонной эксплуатации, в холодное или теплое время года, а также – фоновым окружением среды.

Основу изделий составляет многослойный теплоизолирующий материал, некоторые варианты конструктивного решения которого представлены на рис.1...3. Римскими цифрами I, II и III обозначены структурные составляющие многослойного материала, где I – основной слой, II – конструктивные элементы, сформированные в дополнительный слой, III – маскировочный слой; арабскими цифрами – порядок выполнения сточек ниточного, ниточного клеевого или сварного соединения конструктивных элементов между собой, с промежуточными соединительными элементами и с основным слоем; буквами А, Б и В обозначены сформированные конструктивными элементами ряды, формирующие дополнительный слой.

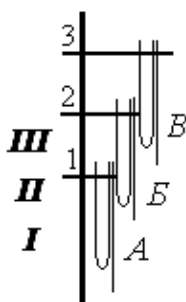


Рис. 1

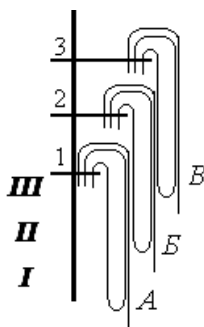


Рис. 2

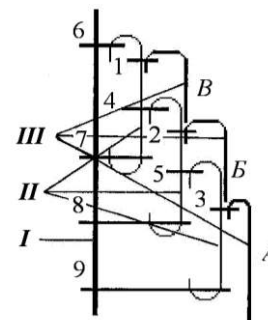


Рис. 3

Многослойный теплоизолирующий материал (рис. 1...3) содержит основной слой I, конструктивные элементы II и маскиро-

вочный слой III. Конструктивные элементы сформированы отдельными прямоугольными деталями и соединены с основ-

ным слоем последовательно строчками 1, 2 и 3 таким образом, что конструктивные элементы принимают каплевидную форму и располагаются на основном слое рядами внахлест прерывисто и соединены с ним ниточным способом (накладным швом). Сначала с основным слоем ниточным способом соединяется ряд конструктивных элементов А, затем ряд Б, ряд В и т.д. (рис.4).

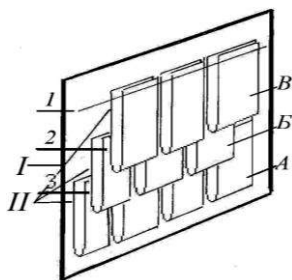
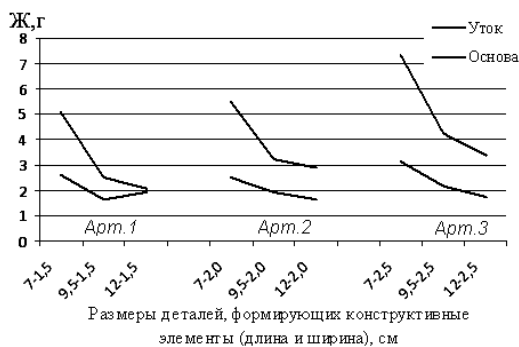
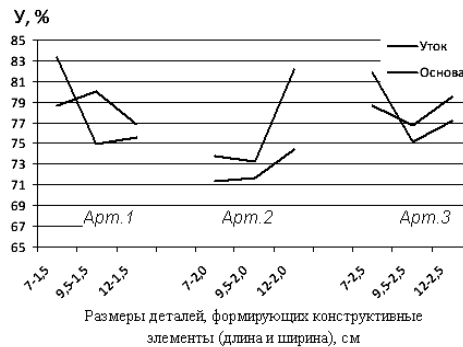


Рис. 4

Одновременно с конструктивными элементами на основной слой настрчиваются маскировочные детали, формирующие маскировочный слой III (на рис.4 не



а)



б)

Рис. 6

Форма конструктивных элементов определяется такими показателями свойств материала, как жесткость и упругость (рис.6-а, б); размерными характеристиками деталей, формирующих конструктивные элементы (их площадь); способом соединения с основным слоем (рис.1 и 2) и др. Поиск корреляционной взаимосвязи между показателями, характеризующими размеры деталей, и экспериментальными данными по исследованию их жесткости и упругости, а также анализ рисунков проекций изготовленных образцов позволил сделать следующий вывод.

показаны). На рис.2 – конструктивные элементы имеют более вытянутую форму, расположены с большим заходом друг на друга.

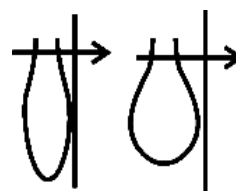


Рис. 5

Форма конструктивных элементов (рис.5) дополнительного слоя определяет уровень теплоизоляции, обеспечиваемый материалом, так как, ограничивая объем воздушного пространства, создает воздушную прослойку. Чем больший объем воздуха удерживается конструктивным элементом, то есть чем больше "капля" приближена по форме к "сфере", тем большую теплоизоляцию будет обеспечивать многослойный материал.

Жесткость образцов будет тем выше, чем меньше отношение $a:b$ (длины к ширине), $K_{кор}=0,85$.

Именно такие детали формируют сферообразные конструктивные элементы, ограничивающие максимально возможный, соответствующий их площади, объем воздушного пространства.

На рис.3 показан вариант выполнения многослойного теплоизолирующего материала, в котором конструктивные элементы, формирующие дополнительный слой, имеют не замкнутую эллипсообразную

форму, расположены рядами прерывисто и соединены между собой и с основным слоем. Сначала строчками 1, 2 и 3 на конструктивные элементы II, формирующие дополнительный слой, прикрепляются маскировочные детали маскировочного слоя III. Маскировочные детали могут соединяться с конструктивными элементами ниточным, ниточно-клеевым или сварным способом, в зависимости от имеющегося оборудования, а также волокнистого состава используемых материалов. Затем ниточным или сварным способом строчками 4 и 5 конструктивные элементы соединяются друг с другом, а потом с основным слоем I строчками 6, 7, 8 и 9 ниточным или сварным способом. В данном случае теплоизоляционные свойства изделия будут также определяться объемом воздушного пространства, ограничиваемого поверхностью конструктивных элементов. Чем ближе эта поверхность будет приближена по форме к цилиндру, тем большую теплоизоляцию материал будет обеспечивать.

Конфекцион материалов, формирующий многослойную теплоизоляцию, как это было сказано ранее, определяется сезонным использованием камуфлирующих изделий (зима, лето, весна, осень), фоновым окружением местности (лес, пустыня, степь, горы). Для основного слоя много-

слойного материала доминирующими в обеспечении поставленной задачи являются такие показатели свойств, как прочность на разрыв, воздухопроницаемость и гигроскопичность, для материалов, формирующих дополнительный слой, – упругость, а для маскировочного слоя – фактура и художественно-цветовое решение. Кроме того, все материалы должны быть минимальной поверхностной плотности, что позволяет уменьшить массу готового изделия.

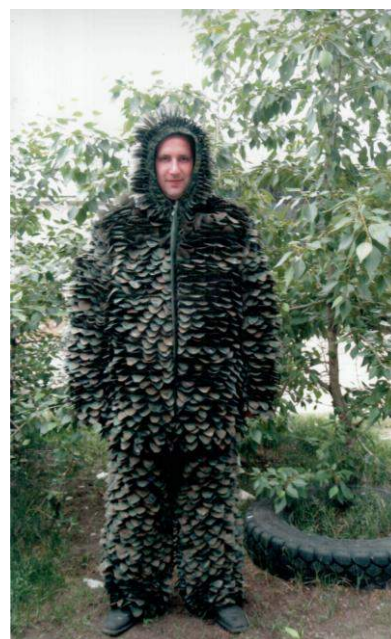
Экспериментальные исследования теплопроводности материалов, проведенные в лабораторных условиях, показали, что комплекс заданных свойств обеспечивают, а в некоторых случаях усиливают материалы с металлонапылением [1].

Для изготовления камуфлирующих костюмов использовались следующие материалы: арт. 4С5-КВ «Грета» (изготовитель ОАО Моготекс), «Климат-3» (изготовитель ОАО Чайковский текстиль), арт. Х1М и ХХВ (КНР). На изнаночную сторону материалов наносилось металлизированное покрытие (алюминий или нитрид титана) [2], [3].

Для проведения исследований из указанных выше материалов были изготовлены костюмы (куртка с капюшоном и брюки) рис. 7 в соответствии с конструктивным решением пакета материалов (рис. 2).



а)



б)

Рис. 7

Термографическое исследование, то есть оценка эффективности экранирования человека от тепловизионных средств разведки, проводилось на территории ФГУ "15ЦНИИ Минобороны России" на открытой местности в ночное время суток. Для получения и регистрации данных использовался тепловизионный комплекс на основе тепловизора Agema-782. При каждом режиме испытаний проводилось термостатирование объектов испытаний путем временной задержки начала тепловизионной съемки на 5...10 мин после готовности объектов испытаний. При анализе термоизображений из расчетов исключались открытые части тела человека (кисти рук и лицо).

В ходе испытаний на основе термоизображений определялись следующие оцениваемые характеристики:

– максимальный K_{\max} и средний кон-

траст $K_{\text{ср}}$ радиационных температур объекта и фона, °К;

$$K_{\max} = T_{\text{max об}} - T_{\text{ср.ф}}, \text{ К}^{\circ}, \quad (1)$$

$$K_{\text{ср}} = T_{\text{ср об}} - T_{\text{ср.ф}}, \text{ К}^{\circ}, \quad (2)$$

– величина снижения контраста D_k по сравнению с незамаскированным человеком, раз;

$$D_k = \frac{K_{\text{max.нч}} + K_{\text{ср.нч}}}{K_{\text{max зч}} + K_{\text{ср.зч}}}, \text{ раз.} \quad (3)$$

Удовлетворительными скрывающие свойства маскировочного комплекта в ночных условиях признаются при условии $D_k > 3$. В табл. 1 и 2 представлены значения оцениваемых показателей, полученные в процессе исследования.

Т а б л и ц а 1

Объект исследования	T_{max}	$T_{\text{ср}}$	K_{max}	$K_{\text{ср}}$	D_k
Обычный костюм	12,50	11,60	2,02	1,12	
Образец 1	11,17	10,68	0,68	0,20	3,55
Образец 2	11,17	10,75	0,68	0,27	3,30
Фон окружающей среды	11,33	10,48			

Т а б л и ц а 2

Объект исследования	T_{max}	$T_{\text{ср}}$	K_{max}	$K_{\text{ср}}$	D_k
Обычный костюм	16,95	15,46	3,97	2,48	
Образец 3	13,8	13,33	0,82	0,35	5,51
Фон окружающей среды	13,98	12,98			

Данные проведенных испытаний подтвердили эффективность разработки, а также позволили провести оптимизацию конструктивного решения многослойного материала и используемый конфекцион. Наилучшим оказался костюм, выполненный из материалов производства КНР с алюминиевым покрытием. Этот же образец был признан лучшим и при проведении опытной носки военнослужащими войск специального назначения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. www.ivtechnomash.ru
2. Патент RU 2403328, МПК D03D 11/00. Материал, отражающий инфракрасное излучение / Б.Л. Горберг, В.В. Веселов, И.Ю. Белова, Д.М. Васильев, С.В. Королева, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ИГТА, заявл. 12.05.2009; опубл. 10.11.2010.
3. Патент RU 2398045, МПК C23C14/02 и др. Способ модификации поверхности текстильного материала / Б.Л. Горберг и др.; заявитель и патентообладатель Б.Л. Горберг и др., заявл. 25.12.2008; опубл. 27.08.2010

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 30.11.10.