

УДК 687.174:[687.1.004.12:677.017.8]

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БРОНЕЖИЛЕТОВ

Сахарова Н.А., Кузьмичёв В.Е.

В настоящей работе представлены результаты физиолого-гигиенической оценки бронежилетов для наружного ношения, отличающихся конструкцией и видом используемых для изготовления чехлов материалов.

Проведены три серии испытаний бронежилетов в условиях микроклиматической камеры в лаборатории специальной одежды Ивановского НИИ охраны труда и реальных условиях эксплуатации в Отделе специального назначения УИН Минюста России по Ивановской области. Сравнительная оценка физиолого-гигиенических характеристик бронежилетов в первой серии испытаний показала, что по показателям теплового состояния и сердечно-сосудистой системы бронежилет модели 1, чехол которого изготовлен из нового материала с дискретным полимерным покрытием, отличается в лучшую сторону. Исследовали во второй серии испытаний эту модель бронежилета, но с введением в структуру дополнительного амортизационного слоя. Результаты испытаний показали, что сдвиги функционального состояния носчиков наименее выражены при использовании бронежилета с амортизационным слоем. При проведении третьей серии испытаний на пересечённой местности наибольшее число носчиков отметили бронежилет модели 1 с амортизационным слоем как оптимальный.

В настоящее время в нашей стране и во всём мире вопрос повышения безопасности личности становится актуальной потребностью. Рост числа преступлений, вооружённые столкновения на национальной почве, массовые беспорядки потребовали совершенствования средств индивидуальной бронезащиты (СИБ) от огнестрельного оружия. Из известных в настоящее время СИБ наиболее эффективным и часто применяемым в силовых структурах и гражданским населением является бронежилет (БЖ).

Опыт эксплуатации БЖ, в данной статье речь идёт о БЖ для силовых структур (МВД, ФСБ, УИН), в различных условиях показал, что от его конструкции зависят защищённость и боеготовность бойца в экстремальных ситуациях. Обладая большим весом и жёсткостью, БЖ известных конструкций во многих случаях оказывают негативное сковывающее действие, а с повышением защитной эффективности за счёт усложнения конструкции затрудняют процесс теплоотдачи организма носчика.

На кафедре конструирования швейных изделий Ивановской государственной текстильной академии проведены теоретические и экспериментальные исследования по оптимизации конструктивного решения БЖ для наружного ношения в направлении повышения его комфортности и эффективности защиты. Результатом теоретических исследований явилось создание в рамках системного подхода методологии проектирования рациональной конструкции БЖ.

Для получения объективной оценки и подтверждения теоретических результатов проведены три серии испытаний по изучению воздействия образцов БЖ на механизм рефлекторной регуляции теплообмена человека с внешней средой в процессе трудовой деятельности.

Целью исследований явился аргументированный выбор оптимальной с точки зрения обеспечения нормального функционального состояния и физической работоспособности носчика конструкции БЖ.

Объекты исследования

Объектами исследования служили разные конструкции БЖ для наружного ношения, укомплектованные до второго класса защитной структуры по ГОСТ Р 50744-95 [1] посредством введения в состав пакета баллистического слоя из 26 слоёв пуленепробиваемой ткани ТСВМ и демпферной прокладки. БЖ предназначены для защиты от огнестрельного оружия типа пистолета Токарева ТТ, малокалиберного пистолета ПСМ [1]. При одинаковой защитной функции БЖ отличались видом используемых для изготовления чехла материалов и структурой пакета.

Чехлы БЖ были изготовлены из разных по показателям физико-гигиенических свойств материалов:

- модель 1 – новый камуфлированный материал с полимерным дискретным покрытием (МДП) состава «хлопкополиэфирная ткань + поливинилхлоридное одностороннее точечное покрытие»;

- модель 2 – известная хлопчатобумажная камуфлированная ткань;

- модель 3 – известная капроновая камуфлированная ткань.

БЖ модели 1 был дополнительно снабжён внутренним гигиеническим слоем из льняной ткани, расположенным в межлопаточной области и предназначенным для поглощения продуктов перспирации.

Материал чехла БЖ является границей между телом носчика и внешней средой. С одной стороны, контактируя с нижележащими слоями одежды, он может оказывать негативное воздействие на состояние организма носчика из-за, например низких показателей гигиенических свойств. С другой стороны, материал чехла должен обладать высокими показателями прочностных, огнезащитных свойств. Применяемые известные для чехлов БЖ ткани отечественного производства (хлопчатобумажные, капроновые) не позволяют в полной степени обеспечить требуемый уровень показателей как гигиенических, так и защитных свойств, а зарубежные материалы на основе высокопрочных пара- и метарамидных волокон, несмотря на высокий уровень данных показателей, не нашли применения в нашей стране вследствие их высокой стоимости и трудностей организации производства. Эта ситуация стимулирует поиск и разработку новых видов текстильных материалов, в которых оптимальный комплекс технических характеристик сочетался бы с невысокой стоимостью и доступностью в отечественном производстве. На базе НПО «Конверсипол» (г. Иваново) по заказу Министерства обороны РФ разработаны новые материалы с полимерным дискретным покрытием (МДП), предназначенные для изготовления внешних слоёв СИБ, в том числе БЖ. Отсутствие научных знаний, позволяющих объективно оценить возможность применения новых материалов для производства БЖ, определило необходимость исследования функционального состояния и физической работоспособности носчика в БЖ, чехол которого выполнен из МДП.

Первая серия испытаний

Оценивали динамику изменения функционального состояния и физической работоспособности носчиков БЖ в условиях микроклиматической камеры лаборатории специальной одежды Ивановского НИИ охраны труда.

Перед началом испытания определены:

1) параметры микроклимата. Выбраны параметры идентичные реальным условиям эксплуатации БЖ в условиях умеренного климата (зона ША, месяц VII) по данным метеорологического центра Ивановской области: средняя температура воздуха $t_{\text{в}}=+21^{\circ}\text{C}$, относительная влажность

воздуха $\varphi=45\div 50\%$, подвижность воздуха $v=0,3$ м/с;

2) мощность выполняемой работы – работа средней тяжести (энергозатраты 220 Вт);

3) циклограмма испытаний (режим работы и измерений) – две работы по 50 минут с 10 минутным перерывом и периодом восстановления после второй работы.

Работу средней тяжести моделировали путём выполнения физических упражнений на автоматическом электронном велоэргометре.

В качестве носчиков были отобраны мужчины, прошедшие медицинское обследование и признанные годными к выполнению работ, в возрасте 21-26 лет одинакового телосложения и близкие по антропоморфным характеристикам.

Методика испытания заключалась в следующем.

Перед началом испытания носчики отдыхали в предкамере в условиях, близких к комфортным. Затем на них закрепляли датчики физиологической аппаратуры и проводили фоновые измерения физиологических показателей.

Следующим этапом явилась экипировка носчиков. Комплект одежды испытуемых состоял из хлопчатобумажного белья, носков хлопчатобумажных, армейских кожаных ботинок, военно-полевого костюма (летняя форма одежды военнослужащего) и БЖ.

После экипировки испытуемые заходили в микроклиматическую камеру и работали на велоэргометре.

Несколько раз в течение испытания измеряли следующие физиологические показатели [2]:

- частоту сердечных сокращений, температуру тела под языком и артериальное давление – до начала работы, в конце первой работы, в конце второй работы и в период восстановления с последующим сравнением с исходными значениями;

- температуру кожи в 5 точках через каждые 10 минут в процессе выполнения работы с последующим расчётом средневзвешенной температуры кожи [3];

- влагопотери в начале и конце испытания с последующим расчётом эффективных влагопотерь.

Для получения статистически достоверных результатов было проведено по 5 испытаний БЖ из трёх различных материалов на каждом носчике. Общее число испытаний составило 75.

Анализ данных об изменении теплового состояния организма носчиков, представленных в табл. 1, показал, что после окончания выполнения физической нагрузки сдвиги физиологических параметров функционального состояния организма носчиков наименее выражены при ис-

пользовании модели 1. При эксплуатации этого БЖ температура тела под языком составила в конце работы $36,6 \pm 0,1$ °С, что на $0,2 \div 0,4$ °С ниже значений данного показателя при использовании моделей 2 и 3. Умеренное напряжение физиологических механизмов терморегуляции при использовании модели 1 подтверждается показателями средневзвешенной температуры кожи, частоты сердечных сокращений и артериального давления, величины которых не превышали критерийных значений предельного уровня теплового состояния организма в соответствии с [2].

Важную роль в механизме терморегуляции играют влагопотери. Наиболее эффективные влагопотери наблюдали при использовании модели 1, что свидетельствует о достаточном удалении влаги. Наименьший процент эффективных влагопотерь имел место при использовании модели 3.

Во время эксперимента во всех моделях температура воздуха пододёжного пространства возрастала в области спины заметнее по сравнению с областью груди. Обусловлено это тем, что спина, в частности межлопаточная область, является зоной с наиболее интенсивным потоотделением. Однако в БЖ модели 1 значение температуры воздуха пододёжного пространства в области спины на $2 \div 3$ °С ниже, чем в моделях 2 и 3. Объясняется это наличием гигиенического слоя из льняной ткани, которая обладает высокими сорбционными свойствами.

Своё теплоощущение носчики в конце работы оценили в 6 баллов для всех моделей, что по шкале оценок [2] соответствует ощущению «тепло».

Средневзвешенная температура кожи, тела под языком и величина влагопотерь позволяют говорить о некотором напряжении функции терморегуляции у носчиков в БЖ из представленных тканей. Учитывая значения рассматриваемых показателей, оцениваемые модели БЖ можно расположить по предпочтительности в следующем порядке: 1 из материала с дискретным покрытием, 2 из хлопчатобумажной ткани, 3 из капроновой ткани.

Вторая серия испытаний

Исследовали функциональное состояние носчиков БЖ модели 1 (рис.1) в тех же климатических условиях, но при введении в структуру пакета дополнительного амортизационного слоя, который посредством ленты «velcro» закрепляли на подкладке грудной и спинной секций БЖ. Этот слой выполнен в виде разделённых демпферных полос, расположенных в два ряда, расстояние между полосами выбрано экспериментально и равно средней толщине демпферной прокладки (рис.2). Такое членение амортизаци-

онного слоя способствует формированию вентиляционных каналов в двух взаимно перпендикулярных направлениях, обеспечивает гибкость конструкции и позволяет снизить контактное воздействие.

В результате испытаний БЖ в комплекте с амортизационным слоем определены следующие показатели:

- средневзвешенная температура кожи, которая составила $34,4 \pm 0,1$ °С, что на $0,5$ °С ниже средневзвешенной температуры в той же модели БЖ, но без амортизационного слоя;
- процент эффективных влагопотерь повысился на $1,5\%$;
- температура пододёжного пространства в области груди и спины снизилась на $0,1 \div 0,2$ °С;
- частота сердечных сокращений с $83,0 \pm 6,0$ уд.мин.⁻¹ снизилась до $81 \pm 6,0$ уд.мин.⁻¹;
- артериальное давление со $140/100$ мм.рт.с. снизилось до $130/100$ мм.рт.с.

Таким образом, проведённая сравнительная оценка физиолого-гигиенических характеристик БЖ модель 1 без амортизационного слоя и с ним показала, что по показателям теплового состояния и сердечно-сосудистой системы в лучшую сторону отличается БЖ с амортизационным слоем.

Третья серия испытаний

Проводились испытания исследуемых БЖ при проведении тактических занятий и стрельбы на пересечённой местности в Отделе специального назначения УИН Минюста России по Ивановской области. По результатам испытаний БЖ модели 1 с введённым в структуру пакета амортизационным слоем был отмечен наибольшим числом носчиков как оптимальный.

Выводы

1. Проведены исследования по оптимизации конструктивного решения БЖ для наружного ношения в направлении повышения его комфорта.

2. Проведена физиолого-гигиеническая оценка образцов БЖ из разных по показателям физико-гигиенических свойств материалов в условиях микроклиматической камеры. Результаты испытаний показали, что сдвиги функционального состояния носчиков наименее выражены при использовании модели 1 БЖ, чехол которого изготовлен из материала с дискретным покрытием.

3. Оценено функциональное состояние и физическая работоспособность носчиков в тех же климатических условиях в БЖ модель 1, с применением амортизационного слоя. Такое решение позволило улучшить показатели теплового состояния организма носчиков и состояния сердечно-сосудистой системы.

4. Проведена опытная носка БЖ в Отделе специального назначения УИН Минюста России по Ивановской области. Носчиками отмечено преимущество БЖ модели 1 с амортизационным слоем.

1. ГОСТ Р 50744-95 «Бронеодежда. Классификация и общие технические требования»

2. ГОСТ 12.4.061-79 Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты

3. Делль Р.А., Афанасьева Р.Ф., Чубарова З.С. Гигиена одежды: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 160 с., ил.

Список литературы

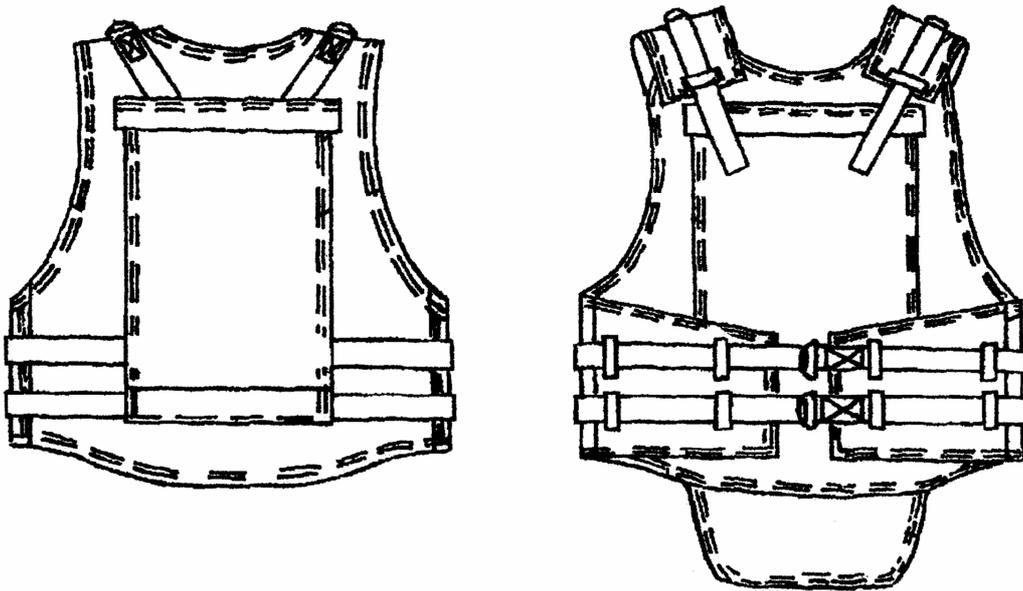


Рис. 1. Внешний вид БЖ модель 1

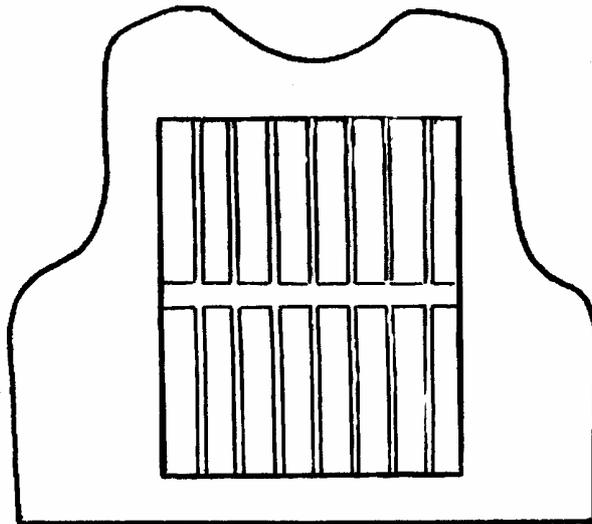


Рис. 2. Схема членения амортизационного слоя

Таблица 1. Изменение теплового состояния организма испытуемых за время работы

Номер модели	Температура тела под языком, °С	Средневзвешенная температура кожи, °С	Температура воздуха пододёжного пространства, °С		Влагопотери, г/мин			Теплоощущение, баллы
			грудь	спина	общие	эффективные	процент соотношения влагопотерь	
1	2	3	7	8	4	5	6	9
1	M ₁ 36,3±0,2	33,4±0,4	28,8±0,5	29,3±0,5	2,57±0,9	2,28±0,6	88,7	6
	M ₂ 36,6±0,1	34,9±0,2	29,3±0,3	29,8±0,4				
2	M ₁ 36,4±0,1	33,3±0,4	29,3±0,3	31,3±0,3	2,98±1,0	2,47±0,8	82,8	6
	M ₂ 36,8±0,2	35,7±0,1	31,0±0,2	31,8±0,2				
3	M ₁ 36,5±0,1	33,8±0,4	31,6±0,3	31,8±0,3	3,08±0,9	2,37±0,8	76,9	6
	M ₂ 37,0±0,2	36,0±0,3	32,5±0,4	32,8±0,6				

Примечание: M₁ – средние данные до начала работы, M₂ – средние данные в конце работы.

Research comfort and health properties of bulletproof vest

Saharova N.A., Kuzmichev V.E.

Medical and design research focused on developing a bulletproof vest for outside wearing in armed forces. The main purposes of exploration to improve the construction and material structure and choose the vest model with the best comfort and health properties. The objective evaluation of the degree of comfort of different vest models that was made from different shell materials was assessed by judges physically performance the wearing activities in real and laboratory conditions. Three parts of experiment was made inside climatic laboratory camera belonging to Ivanovo Science Institute of Labor Defense. The judges then ranked the degree of comfort based on their actual own experience. The vest model that was constructed from new composite material has good properties. Shell composite material that also used as lining material has a special coating made from polymer. Later this vest model was also improved by using additional inside interlining layer that allowed decreasing the force hit value. All soldiers that were wearing this vest had have the good blood pressure, optimum body temperature and underwear moisture, etc., especially in real conditions when they were walking, running, jumping and doing other exercises.