

УДК 614.849

Старовойтов А.А., Шатилов Ю.С., Емельянов В.К.

РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «ТЕРМОМАНЕКЕН» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТНОЙ ЭКИПИРОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ-ПОЖАРНЫХ

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г.Минск

Разработан технический проект на испытательный комплекс, который даст возможность повысить эффективность разработки современных элементов экипировки спасателей-пожарных и уровень защищенности спасателей, правоохранителей, работников объектов аварийно-спасательных служб предприятий, чья деятельность сопряжена с воздействием опасных факторов пожара на организм и кожный покров.

Ключевые слова: пожар, боевая одежда, экипировка, испытание, термоманекен.

A.A. Starovoitov, Yu.S. Shatilov, V.K. Emelyanov

DEVELOPMENT OF THE TESTING COMPLEX «TERMOMANEKIN" FOR DETERMINATION OF THE HEAT-SHIELDING PROPERTIES OF ELEMENTS OF PROTECTIVE EQUIPMENT OF RESCUERS OF FIRE FIGHTERS

The Establishment «Scientific-research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk

A technical project has been developed for a test complex, which will make it possible to increase the efficiency of the development of modern elements of equipment for firefighter rescuers and increase the level of protection of rescuers, law enforcement officers, employees of facility emergency rescue services of enterprises whose activities are associated with exposure to dangerous fire factors on the body and skin.

Keywords: fire, combat clothing, equipment, test, thermomannequin.

Совершенствование нормативной и экспериментальной базы в области специальной защитной одежды и экипировки спасателя-пожарного ведется с учетом тенденций развития профильных международных и европейских стандартов. В настоящее время разрабатывается межгосударственный стандарт, в ко-

тором будут актуализированы требования и методы экспериментальных исследований боевой одежды пожарного (далее – БОП), что диктует необходимость проведения анализа соответствующих стандартов, содержащих требования к БОП, экипировке и методам их испытаний.

Технические требования и методы испытаний, изложенные в европейских и международных стандартах, достаточно подробно были проанализированы в работах В.И. Логинова [1]. Применяемые нормативные требования и методы испытаний, заложенные в действующей версии СТБ 1971–2009, с учетом результатов предыдущих исследований в большинстве своем достаточно корректно коррелируются с требованиями и методами, изложенными в стандартах EN и ISO, но с учетом специфических особенностей эксплуатации в российских условиях.

Так, в стандартах [2, 3] описывается метод сравнения теплопередачи через материалы или комплекты материалов, используемых в БОП и экипировке. Градация материалов осуществляется исходя из расчета индекса теплопереноса как показателя тепловой защиты. Индекс теплопереноса – среднее время в секундах, когда температура на внутренней стороне многослойного теплозащитного пакета под воздействием падающего теплового потока $80 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ от газовой горелки повысилась на $(24,0 \pm 0,2) \text{ }^\circ\text{C}$ при начальной температуре $(25,0 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$.

Другими словами, эксперимент прекращается, когда температура на обратной стороне пакета достигнет $49 \text{ }^\circ\text{C}$, что практически совпадает с принятым у нас нормативным предельно допустимым значением локальной температуры подкостюмного пространства (на внутренней стороне теплозащитного пакета, составленного из материалов с низкой теплопроводностью) – $50 \text{ }^\circ\text{C}$. В стандарте [4] классифицируются материалы по

способности к ограниченному распространению по ним пламени при испытаниях согласно [5]. Определены три класса материалов с различной стойкостью к воздействию открытого пламени. Возможно рассмотреть применение этой классификации для БОП, предназначенной для различных категорий работающих. Например, материалы, относящиеся ко второму классу, используются для БОП пожарных-добровольцев.

Классификация теплозащитных свойств одежды в зависимости от условий эксплуатации и тепловых воздействий приводится в стандарте [6]. Группа А – низкий риск локализованного теплового воздействия, группа В – высокий риск интенсивного теплового воздействия, группа С – высокий риск при тушении пожара. Кроме того, в стандарте [6] упоминается о важной роли воздушных прослоек между слоями теплозащитного пакета спецодежды как дополнительных эффективных теплоизоляторов.

В [7] приводятся требования и методы испытаний материалов для защитной одежды при воздействии открытого пламени, конвективного и радиационного тепла (методики испытаний и критерии оценки при воздействии конвективного тепла – в соответствии с ISO 9151, при воздействии радиационного тепла – в соответствии с ISO 6942). Критерии оценки устойчивости к воздействию открытого пламени – не должно быть распространения пламени по испытываемому образцу, не должно быть сквозного прогара и время остаточного горения и тления не должно превышать 2 с. При этом об-

разцы предварительно подвергаются 5-кратным стирке или химической чистке. После тепловых воздействий усадка материала верха не должна превышать 3 %. Кроме того, в ряде зарубежных стандартов [5, 8] в качестве критериев оценки тепловой устойчивости используются снижение физико-механических показателей материалов и тканей (нижний предел разрывной нагрузки 450 Н, сопротивление раздиранию – 25 Н) и разрушение структуры материала.

В стандарте [9] содержатся общие принципы испытаний для оценки теплозащиты спецодежды под воздействием вспышки, сильного пламени и радиационного тепла измерением теплопереноса через конструктивные элементы на полноразмерный манекен взрослого мужчины, соответствующий стандартным размерам одежды. Измеряется и сравнивается тепловая защита, обеспечиваемая различными материалами, конструктивными элементами, комплекующими спецодежды. Обеспечивается пространственное распределение наведенного пламени восьми равномерно распределенных пропановых горелок для создания контролируемого теплового потока определенной плотности, падающего на манекен.

Манекен представляет собой полноразмерную модель тела человека с вмонтированными в него датчиками теплового потока в количестве 100 штук диапазоном измерений от 0 до 250 кВт · м², позволяющими получать данные для обработки на компьютере. Результаты измерений используют для расчета прогнозируемых областей и площадей в процентах ожога 2-й и 3-й степени, а также общей площади

ожога. Основное количество датчиков расположено на груди, предплечьях, бедрах. В настоящее время стандарт подвергся серьезной переработке – увеличилось число горелок, значения температуры открытого пламени и падающего на манекен теплового потока.

Стандарт [10] не имеет прямого отношения к боевой одежде и распространяется на специальную защитную одежду от повышенных тепловых воздействий, изготавливаемую из материалов с внешним металлизированным покрытием, обладающим высокой степенью отражения ИК-излучения. Тем не менее этот стандарт интересен тем, что в нем содержатся некоторые термины и определения, используемые в области разработки и применения спецодежды пожарных.

Интерес представляют стандарты [11, 12]. Оба стандарта распространяются на спецодежду пожарных, относящуюся к группе С в соответствии с [13]. При этом одежда по [11] предназначена для защиты от «рисков низкого уровня» и должна обладать свойствами, обеспечивающими ее продолжительную носку при высоких значениях температур, обусловленных климатом (летний период), с недопущением теплового удара. Защитная одежда по [14] предназначена для защиты от «рисков высокого уровня». Защитную одежду по указанным стандартам возможно идентифицировать как спецодежду для добровольцев и профессиональных пожарных.

Концепция, заложенная в действие рассмотренных нами зарубежных стандартов, с учетом максимально возможного количества тре-

бований, определяющих качество изделия при минимуме требований к конструктивному исполнению, или ограничений по применяемым материалам является одним из возможных подходов и не ограничивает разработчика и изготовителя БОП, экипировки и в то же время ставит перед ним конкретные достижимые цели.

Согласно [5, 15–16] испытательный комплекс размещается в специально отведенном для него помещении с габаритными размерами не менее 6000×9000×3000 мм. Стены и потолок помещения изготовлены из негорючих материалов. Помещение оборудовано смотровым окном из термостойкого стекла, а также входной металлической дверью, представляет собой отдельный бокс, выполненный в виде сборно-разборной металлоконструкции (каркаса), обшитой с обеих сторон декоративными теплоизоляционными сэндвич-панелями.

Освещение внутри испытательного комплекса обеспечивает комфортную работу с оборудованием и его обслуживание.

Измерительная система с установленной связью с персональным компьютером расположены в от-

дельном помещении, которое имеет смежную стену с испытательным помещением в области смотрового окна.

Вентиляция помещения естественная, комфортная температура в холодный период поддерживается при помощи радиаторов отопления, подключение которых осуществляется к основной системе отопления здания или при помощи другого оборудования.

Манекен изготовлен из негорючей смолы, армированной стекловолокном. На манекене в соответствующих точках должны быть установлены термоэлектрические преобразователи с диапазоном измерения от 0 °С до 100 °С и классом допуска 2 по ГОСТ 6616, а также датчики теплового потока с диапазоном измерения от 1 до 5 кВт/м и погрешностью измерения не более 8 % для замера температуры и теплового потока в подкостюмном пространстве (место вывода датчиков из подкостюмного пространства дополнительно теплоизолируется).

Датчики на манекене располагаются по схеме, указанной на рисунке.

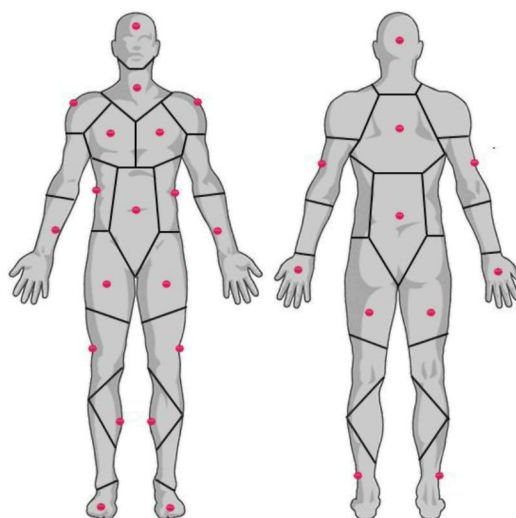


Рисунок. – Схема расположения датчиков теплового потока на термоманекене

Разрабатываемый комплекс испытательного оборудования в отличие от зарубежных аналогов позволит проводить испытания не только специальной защитной одежды, но и средств защиты ног, рук, головы. Разработка данного комплекса позволит оценить степень защиты тела в полной экипировке от воздействия тепловых потоков и открытого пламени, максимально смоделировав рабочие условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Результаты исследований и перспективы развития материалов для специальной защитной одежды пожарных [Текст] / В.И. Логинов [и др.] // Пожарная безопасность. – 2012. – № 3. – С. 100-106.
2. Таласпаева, А.А. Анализ существующих разработок в области проектирования спецодежды пожарных / А.А. Таласпаева, Р.О. Жилисбаева // Молодой учёный. – 2015. – № 12 (92). – С. 329-331.
3. Рябов, М.Е. Материалы для изготовления боевой одежды пожарных / М.Е. Рябов, Д.В. Зайцев, С.Н. Животягина, М.В. Винокуров // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК - 2016) : сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с междунар. участием). Ч. 2. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – 290 с.
4. Сорокин, Д.В. Боевая одежда пожарного – актуальные вопросы защиты / Д.В. Сорокин, Д.В. Зайцев, А.Л. Никифоров, В.В. Булгаков, В.А. Комельков // Сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с междунар. участием). «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера» («ПОИСК - 2016») Ч. 1. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 108-109.
5. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний : ГОСТ Р 53264–2009. – Введ. 01.05.2002. – М. : Стандартинформ, 2009. – 38 с.
6. Защитная одежда – Защита от тепла и пламени – Метод испытания: Определение теплопередачи по действием пламени : ISO/TS 94/SC 13 №110 (СД 9151.2).
7. Защитная одежда – защита от высокой температуры и огня – метод определения теплопередачи при воздействии пламени : ISO EN 367. – 17 с.
8. Защитная одежда – защита от высокой температуры и огня – материалы и одежда с ограниченной способностью к распространению пламени : ISO EN 533. – 8 с.
9. Clothing for protection against heat and flame – Method of test for limited flame spread : ISO EN 532.– 58 s.
10. Одежда для защиты от воздействия тепла и пламени – общие рекомендации по выбору, уходу и пользованию защитной одеждой : ISO/FDIS 2801.– 20 с.
11. Одежда для защиты от воздействия тепла и пламени – Методы испытания и эксплуатационные требования по теплозащитной одежде для использования в промышленных целях : ISO/FDIS 11612.– 21с.
12. Protective clothing for firefighters. Performance requirements for protective clothing for firefighting : BS EN 469:2005.– 47 s.

13. ISO/CD 13506 (исходный номер ISO/TS 94/SC 13 № 280). Пламя – и теплозащитная одежда – Метод испытания комплекта одежды – Оценка возможности получения ожогов на оборудованном приборам-ми манекене.

14. ISO/SD 15538. Защитная одежда для пожарных – методы испытаний и требования к защитной одежде при тушении пожара в специальных условиях.

15. ISO 15384. Одежда защитная для пожарных. Лабораторные методы испытаний и требования к эксплуатационным характеристикам защитной одежды для тушения лесов и сельскохозяйственных насаждений.

16. ISO 11613. Одежда защитная для пожарных. Лабораторные методы испытаний и эксплуатационные требования.

REFERENCES

1. Rezul'taty issledovanij i perspektivy razvitiya materialov dlya special'noj zashchitnoj odezhdy pozharnyh [Tekst] / V.I. Loginov [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. – 2012. – № 3. – S. 100-106.

2. Talaspaeva, A.A. Analiz sushchestvuyushchih razrabotok v oblasti proektirovaniya specodezhdy pozharnyh / A.A. Talaspaeva, R.O. ZHilisbaeva // Molodoj uchyonyj. – 2015. – № 12 (92). – S. 329-331.

3. Ryabov, M.E. Materialy dlya izgotovleniya boevoj odezhdy pozharnyh / M.E. Ryabov, D.V. Zajcev, S.N. ZHivotyagina, M.V. Vinokurov // Molodye uchenye – razvitiyu tekstil'no-promyshlennogo klastera (POISK - 2016) : sb. materialov mezhvuz. nauch.-tekhn.

konf. aspiran-tov i studentov (s mezhdunar. ucha-stiem). CH. 2. – Ivanovo: IVGPU, 2016. – 290 s.

4. Sorokin, D.V. Boevaya odezhda pozharnogo – aktual'nye voprosy zashchity / D.V. Sorokin, D.V. Zajcev, A.L. Nikiforov, V.V. Bulgakov, V.A. Komel'kov // Sb. materialov mezhvuz. nauch.-tekhn. konf. aspirantov i studentov (s mezhdunar. uchastiem). «Molodye uchenye – razvitiyu tekstil'no-promyshlennogo klastera» («PO-ISK - 2016») CH. 1. – Ivanovo: IVGPU, 2016. – S. 108-109.

5. Tekhnika pozharnaya. Special'naya zashchitnaya odezhda pozharnogo. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Me-tody ispytaniy : GOST R 53264–2009. – Vved. 01.05.2002. – M. : Standartinform, 2009. – 38 s.

6. Zashchitnaya odezhda – Zashchita ot tepla i plameni – Metod ispyta-niya: Opredelenie teploperedachi po dejstviem plameni : ISO/TS 94/SC 13 №110 (SD 9151.2).

7. Zashchitnaya odezhda – zashchita ot vysokoj temperatury i ognya – metod opredeleniya teploperedachi pri vozdeystvii plameni : ISO EN 367. – 17 s.

8. Zashchitnaya odezhda – zashchita ot vysokoj temperatury i ognya – materialy i odezhda s ograni-chennoj sposobnost'yu k raspros-traneniyu plameni : ISO EN 533. – 8 s.

9. Clothing for protection against heat and flame – Method of test for limited flame spread : ISO EN 532.– 58 s.

10. Odezhda dlya zashchity ot voz-dejstviya tepla i plameni – obshchie rekomendacii po vyboru, uhodu i pol'zovaniyu zashchitnoj odezhdoj : ISO/FDIS 2801.– 20 s.

11. Odezhda dlya zashchity ot voz-dejstviya tepla i plameni – Metody ispytaniya i ekspluatsionnye trebovaniya po teplozashchitnoj odezhde dlya ispol'zovaniya v promyshlennyh celyah : ISO/FDIS 11612.– 21s.

12. Protective clothing for fire-fighters. Performance requirements for protective clothing for firefighting : BS EN 469:2005.– 47 s.

13. ISO/CD 13506 (iskhodnyj nomer ISO/TS 94/SC 13 № 280). Plamya – i teplozashchitnaya odezhda – Metod ispytaniya komplekta odezhdy – Ocenka vozmozhnosti polucheniya ozhogov na oborudovannom priborami manekene.

14. ISO/SD 15538. Zashchitnaya odezhda dlya pozharnyh – metody ispytaniy i trebovaniya k zashchitnoj

odezhde pri tushenii pozhara v special'nyh usloviyah.

15. ISO 15384. Odezhda zashchitnaya dlya pozharnyh. Laboratornye metody ispytaniy i trebovaniya k ekspluatsionnym harakteristikam zashchitnoj odezhdy dlya tusheniya lesov i sel'skohozyajstvennyh nasazhdenij.

ISO 11613. Odezhda zashchitnaya dlya pozharnyh. Laboratornye metody ispytaniy i ekspluatsionnye trebovaniya.

