

УДК 669.86:536.21:614.842.866

В.И. ЛОГИНОВ, гл. науч. сотр., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.; К.Э. АРХИРЕЕВ, зам. нач. отд.; О.А. КОРЕНКОВА, ст. науч. сотр. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

ТРЕБОВАНИЯ К БОЕВОЙ ОДЕЖДЕ ПОЖАРНОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИЗЛОЖЕННЫЕ В ЕВРОПЕЙСКИХ, МЕЖДУНАРОДНЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТАХ

Рассмотрены требования и экспериментальные методики исследований, изложенные в европейских и международных стандартах. Проанализированы классификационные признаки деления боевой одежды пожарного в соответствии с рисками получения травм от воздействия тепловых факторов, а также классификация материалов верха по степени устойчивости к тепловым факторам. Приводится описание испытаний боевой одежды на специальном манекене при воздействии открытого пламени – аналог испытаний на стенде термоманекен в соответствии с национальным стандартом на специальную защитную одежду пожарных. Сравниваются приведенные в зарубежных и национальном стандарте критерии оценки защиты и устойчивости боевой одежды и многослойного защитного пакета при воздействии на них тепловых факторов. Сделан вывод об адекватности критериев. Сделан критический анализ недостатков, которыми, по нашему мнению, обладают европейские и международные стандарты.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, требования, методики экспериментальных исследований, стандарты, теплопередача, тепловая защита, тепловой поток

Совершенствование российской нормативной и экспериментальной базы в области специальной и, в частности, боевой одежды пожарных (БОП) должно вестись с учетом тенденций развития профильных международных (ISO) и европейских (EN) стандартов. В настоящее время разрабатывается межгосударственный стандарт, в котором будут актуализированы требования и методы экспериментальных исследований БОП, что диктует необходимость проведения анализа соответствующих международных и европейских стандартов, содержащих требования и методы испытаний данного средства индивидуальной защиты.

Требования и методы испытаний, изложенные в европейских и международных стандартах, достаточно подробно были проанализированы в свое время, например, в работах В.И. Логинова и других авторов. Применяемые в настоящий момент нормативные требования и методы испытаний, заложенные в действующей версии ГОСТ Р 53264–2009 [1] 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. Тем не менее с момента введения в действие указанного национального стандарта прошло 10 лет. За прошедшее время ряд зарубежных стандартов утратили свою актуальность, появились новые версии стандартов EN и ISO, что требует их рассмотрения и анализа.

Так, в стандартах [2, 3] описывается метод сравнения теплопередачи через материалы или комплекты материалов, используемых в защитной одежде. 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 $25,0 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. То есть, 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 использовать для БОП пожарных-добровольцев.

Классификация самой тепло-огнезащитной 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. Эту классификацию также можно рассматривать как вариант при классификации боевой одежды для различных категорий работающих при актуализации ГОСТ Р 53264–2009 и разработке межгосударственного стандарта. 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 образцы 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, комплектующими спецодежды. Обеспечивается пространственное распределение наведенного пламени восьми равномерно распределенных пропановых горелок для созда-

ния 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 с диапазоном измерений от 0 до 250 кВт · м⁻², 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. Нужно ли эти новации и учитывать для БОП – вопрос дискуссионный.

Испытания на воздействие падающего теплового потока в соответствии с упомянутыми зарубежными стандартами проводят при следующих значениях его поверхностной плотности: 10; 40 кВт · м⁻²; 10; 20 кВт · м⁻² или 5; 10; 20; 40; 80 кВт · м⁻². При этом от 5 до 10 кВт · м⁻² считается низкий уровень воздействия, от 20 до 40 кВт · м⁻² – средний уровень, 80 кВт · м⁻² высокий уровень [8].

В стандарте [8] приводится разделение тепловых факторов пожара, которое может быть также использовано при классификации защитной, в том числе боевой одежды пожарных (см. таблицу).

Условия теплового воздействия	t , °C	q , кВт · м ⁻²	τ_s
Опасные	250	1,75	5 мин
Аварийные	800	40	10 с
Обычные	40	1	8 ч

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. Например, «предмет одежды», «комплект», «застежки», «шов», «плавление» и т. д.

Интерес представляют стандарты [11, 12]. Оба стандарта распространяются на спецодежду пожарных, относящуюся к группе С в соответствии с [6]. 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 [12] предназначена для защиты от «рисков высокого уровня». Защитную одежду по указанным стандартам возможно идентифицировать как спецодежду для добровольцев и профессиональных пожарных.

Концепция, заложенная в разработку рассмотренных нами зарубежных стандартов – учет максимально возможного количества требований, определяющих качество изделия при минимуме требований к конструктивному исполнению или ограничений по применяемым материалам – является одним из возможных подходов. Это не ограничивает разработчика и изготовителя при создании СЗО и в то же время ставит перед ним конкретные достижимые цели.

Тепловые воздействия, их значения и критерии, по которым возможно оценивать термоогнестойкость боевой одежды и отдельных ее элементов изложенные в рассмотренных нами европейских и международ-

ных стандартах во многом адекватны принятым в ГОСТ Р 53264–2009 и могут быть использованы при разработке межгосударственного стандарта.

Тем не менее, по нашему мнению, у зарубежных стандартов есть ряд недостатков, не позволяющих использовать их напрямую для наших целей. В них применяется классификация материалов и спецодежды по степени защиты от тепловых воздействий, которую возможно опосредованно использовать, но которую нельзя напрямую применять для различных категорий работающих, на которые должен распространяться ГОСТ Р 53264–2009 (газодымозащитник, добровольный пожарный, сотрудник специализированной части экстренного реагирования, использующий пожарно-спасательные мотоциклы). Например, предлагаются следующие неопределенные «эксплуатационные уровни» [6] – «работа вблизи небольшого пламени», «вблизи небольшого пожара», «близость к месту пожара», «проникновение в пожар», «тушение вблизи места пожара», «тушение пожара в здании», «вход в пожар». Не определена степень риска нанесения вреда человеку вследствие неполного набора требований по надежности. Разбросанность требований и методик испытаний по различным стандартам создает неудобство в их использовании, а значит сложно проследить прямую связь между теплофизическими и физико-механическими показателями материалов БОП. Нет требований и методик камерных испытаний при различных климатических воздействиях. Полностью отсутствуют требования к проведению полигонных и эксплуатационных испытаний.

В пакете материалов зарубежных БОП применяется более тонкая (с учетом сравнительно узкого и относительно комфортного диапазона климатических температур) теплоизоляционная подстежка совместно с «дышащими» паропроницаемыми материалами (мембранами), что оказывает положительное влияние на эргономику и комфортность при эксплуатации данной одежды. При этом в зарубежных стандартах нет требований по показателю «паропроницаемость».

В Республике Беларусь разработан государственный стандарт системы стандартов безопасности труда СТБ 1971–2009 «Одежда пожарных боевая. Общие технические условия». Несмотря на ряд различий по основным теплофизическим и физико-механическим параметрам, а также методам испытаний этот стандарт идентичен российскому ГОСТ Р 53264–2009.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53264–2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. ISO/TS 94/SC 13 №110 (СД 9151.2). Защитная одежда – Защита от тепла и пламени – Метод испытания: Определение теплопередачи по действием пламени.
3. EN 367. Защитная одежда – защита от высокой температуры и огня – метод определения теплопередачи при воздействии пламени.
4. EN 533. Защитная одежда – защита от высокой температуры и огня – материалы и одежда с ограниченной способностью к распространению пламени.
5. EN 532. Clothing for protection against heat and flame – Method of test for limited flame spread.
6. ISO/FDIS 2801. Одежда для защиты от воздействия тепла и пламени – общие рекомендации по выбору, уходу и пользованию защитной одеждой.
7. ISO/FDIS 11612. Одежда для защиты от воздействия тепла и пламени – Методы испытания и эксплуатационные требования по теплозащитной одежде для использования в промышленных целях.

8. BS EN 469:2005. Protective clothing for firefighters. Performance requirements for protective clothing for firefighting.

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

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

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

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

Материал поступил в редакцию 15.07.2019 г.

Логинов Владимир Иванович – главный научный сотрудник, доктор технических наук, старший научный сотрудник; **Архиреев Кирилл Эдуардович** – заместитель начальника отдела; **Коренкова Ольга Александровна** – старший научный сотрудник. Тел. (495) 524-98-98 (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Адрес: мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903, Россия.

V.I. Loginov, K.E. Arkhireev, O.A. Korenkova

REQUIREMENTS FOR FIREFIGHTER'S UNIFORM AND EXPERIMENTAL RESEARCH METHODS IN EUROPEAN, INTERNATIONAL AND FOREIGN NATIONAL STANDARDS

The requirements and experimental research methods set out in European and international standards are considered. There are analyzed the classification criteria for separation of firefighter's uniform in accordance with the risks of injuries from the thermal factors exposure as well as the surface material classification according the stability degree to thermal factors. There are described the firefighter's uniform tests with use of special manikin at the open flame exposure. They are tests similar to those on the thermomanikin stand in accordance with the national standard for special protective firefighter's clothes. There are compared the assessment criteria for protection and stability of firefighter's uniform and multi-layer protective package at the thermal factors influence given in foreign and national standards. The conclusion about the adequacy of the criteria is made. There is made the critical analysis of disadvantages which, in our opinion, European and international standards have.

Key words: *firefighter's uniform, requirements, experimental research methods, standards, heat transfer, thermal protection, heat flow*

Loginov Vladimir Ivanovich – Main Researcher, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher; **Arkhireev Kirill Eduardovich** – Deputy Head of Department; **Korenkova Olga Alexandrovna** – Senior Researcher (FGBU VNI IPO EMERCOM of Russia).

Address: mkr. VNI IPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russia.