МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 13506-1— 2021

Система стандартов безопасности труда

ОДЕЖДА СПЕЦИАЛЬНАЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КРАТКОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ

Часть 1

Метод испытания специальной одежды. Измерение переданной энергии с применением манекена, оснащенного приборами

(ISO 13506-1:2017, Protective clothing against heat and flame — Part 1: Test method for complete garments — Measurement of transferred energy using an instrumented manikin, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Акционерным обществом «ФПГ ЭНЕРГОКОНТРАКТ» (АО «ФПГ ЭНЕРГОКОНТРАКТ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 июля 2021 г. № 59)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2021 г. № 1281-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 13506-1—2021 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 октября 2022 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 13506-1:2017 «Одежда специальная для защиты от тепла и пламени. Часть 1. Метод испытания специальной одежды. Измерение переданной энергии с применением манекена, оснащенного приборами» («Protective clothing against heat and flame — Part 1: Test method for complete garments — Measurement of transferred energy using an instrumented manikin», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 94 «Средства индивидуальной защиты. Защитная одежда и оборудование», подкомитетом SC 13 «Защитная одежда» Международной организации по стандартизации (ISO).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.6) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе межгосударственных стандартов.

В настоящий стандарт включено дополнительное приложение ДА, в котором приведена информация о выявленных несоответствиях в тексте ISO 13506-1:2017, в том числе информация об исправленной опечатке.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДБ

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 Некоторые элементы настоящего стандарта могут являться объектами патентных прав

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© ISO, 2017
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021



В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Общие требования 4
5 Испытательное оборудование 5
6 Отбор проб и испытуемых образцов 18
6.1 Общие требования 18
6.2 Количество испытуемых образцов 18
6.3 Размер испытуемого образца 18
6.4 Подготовка образцов 18
6.4.1 Кондиционирование 18
6.4.2 Дополнительная стирка 19
6.5 Конструкция стандартной эталонной одежды 19
7 Предварительные условия для продукции в случае применения данного метода испытаний 20
8 Порядок проведения испытания 20
8.1 Порядок подготовки испытательного оборудования 20
8.1.1 Общие требования 20
8.1.2 Проверка датчика манекена 20
8.1.3 Продувка камеры воздействия пламенем 21
8.1.4 Заправка газопровода 21
8.1.5 Подтверждение условий воздействия на обнаженный манекен 21
8.2 Порядок проведения испытания образцов 22
8.2.1 Общие требования 22
8.2.2 Одевание манекена 22
8.2.3 Запись идентификации образца, условий испытаний и наблюдений за ходом испытаний 23
8.2.4 Подтверждение безопасных условий функционирования и зажигания дежурного пламени 23
8.2.5 Запуск системы записи изображений 23
8.2.6 Установка продолжительности сбора данных по теплопередаче 23
8.2.7 Воздействие на испытуемый образец 23
8.2.8 Запись замечаний о поведении образца 24
8.2.9 Расчет поверхностного падающего теплового потока и переданной энергии 24
8.2.10 Фотографии 24
8.3 Подготовка к следующему испытательному воздействию 24
9 Протокол испытаний 25
9.1 Общие требования 25
9.2 Идентификация образцов 25
9.3 Условия воздействия 25
9.4 Результаты по каждому образцу 25
9.4.1 Общие требования 25
9.4.2 Данные по тепловому потоку каждого датчика манекена 26
9.4.3 Переданная энергия 26
9.4.4 Коэффициент передачи энергии 26

9.4.5 Иная информация, которая может быть запротоколирована 26
9.5 Наблюдения 26
Приложение А (справочное) Рекомендации по проведению испытаний и использованию результатов испытаний 27
Приложение В (справочное) Анализ данных межлабораторного испытания 28
Приложение С (обязательное) Процедура калибровки 30
Приложение D (справочное) Расчет переданной энергии и коэффициента передачи энергии 38
Приложение Е (справочное) Элементы компьютерного программного обеспечения 40
Приложение ДА (справочное) Информация о выявленных несоответствиях в международном стандарте 42
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 43
Библиография 44

Введение

Назначение термо- и огнестойкой специальной одежды — защищать пользователя от рисков, которые могут вызвать ожоговую травму кожи. Одежда может быть изготовлена из одного или нескольких материалов. Оценка материалов для потенциального использования в одежде данного вида защиты обычно включает два этапа. Сначала материалы испытывают, чтобы оценить их способность ограничивать распространение пламени. Затем материалы испытывают для определения скорости передачи энергии через них при воздействии определенного риска. На этих двух этапах используют различные методы испытания. Выбранный метод испытания зависит от характера потенциальных рисков и предполагаемого конечного назначения материалов. Как только соответствующие материалы определены, они могут быть представлены в специальной одежде или в комплектах для испытания на термоманекене.

Лабораторные стендовые испытания по определению переданной энергии используют для выбора подходящих материалов для комплекта специальной одежды. Хотя данные испытания позволяют ранжировать материалы одежды или комплекта, а также их элементы, но они не позволяют провести полную оценку одежды или комплекта, изготовленных из этих материалов.

В методах стендовых испытаний по определению переданной энергии используют материал небольших размеров, площадью не более 150 мм × 150 мм, и закрепляют изначально плоский материал в вертикальной или горизонтальной плоскости. При необходимости используют несколько слоев (например, комплекты пожарных). В этом случае слой, обычно используемый как внешний, подвергают воздействию непосредственно источника энергии, в то время как слой, обычно используемый как внутренний, более удален от источника энергии. При ориентации по плоскости и выравнивании материалов усадка оказывает незначительное влияние на результат испытания, если только усадка не является настолько сильной, чтобы вызвать образование отверстий в материале во время воздействия источника энергии. Провисание, однако, напрямую влияет на результаты, так как воздушный зазор может образовываться или увеличиваться в размерах, добавляя изолирующий эффект. С помощью вышеупомянутых методов испытания можно испытывать швы, застежки-молнии, карманы, пуговицы или другие застежки, металлические и пластиковые фиксаторы или другие элементы, которые могут использоваться в специальной одежде, такие как отличительные знаки, логотипы компаний и т. д. Однако зачастую считается, что легче оценить эти аспекты вместе с общими элементами конструкции специальной одежды или комплекта, которые могут повлиять на эксплуатационные характеристики при испытании специальной одежды или комплектов на манекене. Именно для этих целей был разработан настоящий стандарт.

В методе испытания, описанном в настоящем стандарте, стационарный, вертикально ориентированный манекен размера взрослого человека одевают в специальную одежду и подвергают воздействию открытого пламени, лабораторно смоделированного, с контролируемыми тепловым потоком, длительностью и распределением пламени. Средний падающий тепловой поток на внешнюю поверхность одежды составляет 84 кВт/м^2, значение, аналогичное тем, что используются в ISO 9151, ISO 6942 и ISO 17492. Датчики теплового потока, установленные на поверхности манекена, используют для измерения изменения теплового потока во времени и в зависимости от месторасположения на манекене, а также для определения полной энергии, поглощенной за период сбора данных. Период сбора данных выбирают таким образом, чтобы обеспечить полное завершение передачи энергии. Полученная информация может быть использована для оценки эксплуатационных характеристик специальной одежды или комплектов специальной одежды в условиях проведения испытаний. Она также может быть использована для оценки степени и характера повреждения кожи, которое может возникнуть у человека при ношении испытуемой одежды в аналогичных условиях воздействия (см. ISO 13506-2).

Манекен используют в положении стоя в первоначально спокойном воздухе. Контролируемое движение воздуха для имитации воздействий ветра или движения тела в настоящее время невозможно. Имеется возможность перемещать манекен через неподвижное пламя, но перемещение такого рода не входит в область применения настоящего стандарта. Варианты посадки испытуемой одежды, которые могут возникнуть при сидении или наклонах, не оценивают.

Моделирование открытого пламени является динамическим. Таким образом, воздействие является более репрезентативным при реальном пожаре в результате промышленной аварии, чем воздействия, используемые при стендовых испытаниях (см. приложение В). Тепловой поток, возникающий в результате воздействия, не является ни постоянным, ни равномерным по поверхности манекена/одежды. При этих условиях ожидается, что результаты будут иметь больше вариаций, чем при тщательно контролируемых стендовых испытаниях. Кроме того, одежду не выравнивают по плоской поверхности,

допускаются естественные складки на манекене. Можно наблюдать следующие влияния этих переменных на одежду: воспламенение и горение одежды и знаков отличий, провисание или усадка во всех направлениях после горения, образование отверстий, образование дыма и структурное разрушение швов. Многие из этих повреждений редко появляются при стендовых испытаниях материалов, поскольку они являются результатом изменения параметров конструкции одежды, взаимодействия свойств материала и параметров конструкции, технологии изготовления и более жестких условий локального воздействия.

Посадка одежды на манекене имеет важное значение. При этом изменения в конструкции одежды, и каким образом манекен одет оператором, могут влиять на результаты испытаний. Лаборатория выбирает испытуемую одежду или образец из предоставленных изготовителем размеров для обеспечения соответствующей посадки на лабораторный манекен. Опыт показывает, что испытание одежды на один размер больше, чем стандартный, приводит к уменьшению полной переданной энергии и процента ожога тела примерно на 5 %.

Настоящий стандарт предназначен не для измерения характеристик материала, а для оценки взаимодействия поведения материала и конструкции специальной одежды. Можно сравнить относительное поведение материала, сделав серию испытуемой одежды из различных материалов, используя одни и те же лекала. Эксплуатационные характеристики специальной одежды не обязательно будут ранжированы в том же порядке, какой может быть получен при испытании материалов с применением ISO 9151. Были изучены корреляции между маломасштабными испытаниями и результатами для однослойной одежды [15].

Большинство манекенов не имеют датчиков на кистях рук и стопах, но можно оценить некоторые аспекты защиты кистей рук, зависящие от конкретной конструкции кистей. Голова при этом содержит датчики теплового потока. Причина этого заключается в том, что множество верхней одежды включает в себя притачной капюшон, а не перчатки или обувь. Испытания перчаток и обуви установлены другими стандартами ISO для конкретных конечных целей.

Степень защиты, обеспечиваемой испытуемыми образцами, оценивают с помощью количественных измерений и наблюдений. Датчики теплового потока, установленные на манекене, используют для измерения энергии, переданной на поверхность манекена в течение периода сбора данных. Эта информация может быть запротоколирована сразу же (согласно настоящему стандарту) или использоваться для расчета характера, месторасположения и степени повреждения кожи человека в результате воздействия (см. ISO 13506-2).

Документы [16] и [17] содержат подробные сведения о конструкциях манекена и датчика, сборе данных, требованиях к компьютерному программному обеспечению, камере воздействия пламенем, топливу и системе доставки. Документы также предлагают вычислительные методы, которые могут быть использованы для выполнения необходимых расчетов.

Комитеты ISO/TC 94, SC 13 и SC 14 и Европейский комитет по стандартизации (CEN TC 162) определяют метод, описанный в настоящем стандарте, как дополнительную часть стандартов для пожарных ISO 11999-3 и EN 469 [11], а также как дополнительную часть стандарта на специальную одежду для защиты от тепла и пламени ISO 11612. Национальная ассоциация противопожарной защиты (NFPA) определяет метод испытания, аналогичный описанному в настоящем стандарте, как часть процесса сертификации одежды (см. NFPA 2112 [13]).

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Система стандартов безопасности труда

ОДЕЖДА СПЕЦИАЛЬНАЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КРАТКОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ

Часть 1

Метод испытания специальной одежды. Измерение переданной энергии с применением манекена, оснащенного приборами

Occupational safety standards system. Protective clothing to protect from short-term exposure to open flames. Part 1. Test method for complete garments. Measurement of transferred energy using an instrumented manikin

Дата введения — 2022—10—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования, оборудование и методы расчета для получения результатов, которые могут быть использованы для оценки эксплуатационных характеристик специальной одежды или комплектов специальной одежды, подвергающихся кратковременному охвату пламенем.

Настоящий метод испытания устанавливает систему оценки для характеристики термической защиты, обеспечиваемой однослойной и многослойной одеждой из огнестойких материалов. Может быть использована любая конструкция материала, например, с покрытием, стеганая или многослойная. Оценка основана на измерении теплопередачи к полноразмерному манекену, подвергнутому воздействию конвективной энергии и энергии теплового излучения при лабораторном моделировании открытого пламени с контролируемым тепловым потоком, длительностью и распределением пламени. Данные о теплопередаче суммируются в течение заданного времени для получения полной переданной энергии.

Для целей данного метода испытания падающий тепловой поток ограничивают номинальным уровнем 84 кВт/м^2 и длительностью воздействия от 3 до 12 с в зависимости от оценки риска и ожидаемого результата термоизолирующей способности одежды. Полученные результаты применимы только к конкретной одежде или комплектам, подвергнутым испытаниям, и к определенным условиям каждого испытания, а именно в отношении теплового потока, длительности и распределения пламени.

Настоящий метод испытания требует визуальной оценки, наблюдения и контроля общего поведения испытуемого образца во время и после воздействия, поскольку одежду или полный комплект на манекене записывают до, во время и после воздействия пламени. Внешний вид одежды или полного комплекта на манекене записывают (т.е. видео- и фотозаписи) до, во время и после воздействия пламени. Это также относится к оценке защиты кистей рук или стоп, если они не содержат датчиков. Места контакта отдельных изделий испытанных комплектов оценивают визуальным осмотром. Влияние положения и движения тела в данном методе испытания не рассматривают.

Измерения теплового потока могут также использоваться для расчета прогнозируемой ожоговой травмы кожи в результате воздействия открытого пламени (см. ISO 13506-2).

Настоящий метод испытания не моделирует воздействия высокой энергии теплового излучения, такие как воздействие дуговых вспышек, некоторые виды воздействий пламени, когда речь идет о жидком или твердом топливе, а также воздействие ядерных взрывов.

Издание официальное

Примечание 1 — Настоящий метод испытания предоставляет информацию о поведении материала и оценке эксплуатационных характеристик одежды на стационарном вертикальном манекене. Относительный размер одежды и манекена и посадка одежды по форме манекена значительно влияют на эксплуатационные характеристики.

Примечание 2 — Настоящий метод испытания является сложным и требует высокой степени технической компетентности, как в настройке оборудования, так и при проведении испытаний.

Примечание 3 — Даже незначительные отклонения от инструкций в данном методе испытания могут привести к существенным различиям в результатах испытаний.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для недатированных ссылок применяют только последнее издание ссылочного стандарта (включая все изменения)].

ISO 6942, Protective clothing — Protection against heat and fire — Method of test: Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat (Одежда защитная. Защита от тепла и пламени. Метод испытания. Оценка материалов и комбинаций материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения)

ISO 9162, Petroleum products — Fuels (class F) — Liquefied petroleum gases — Specifications [Нефтепродукты. Топливо (класс F). Сжиженные нефтяные газы. Технические условия]

ISO/TR 11610, Protective clothing — Vocabulary (*Одежда защитная*. Словарь)

ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO/TR 11610, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ISO и IEC ведут терминологические базы данных для использования в области стандартизации по следующим адресам:

- ISO онлайн платформа для просмотра: доступна по gost.e-ecolog.ru ;
- IEC Electropedia: доступно по gost.e-ecolog.ru .

3.1 **поглощенная энергия** (absorbed energy): *Энергия* (3.5), поглощенная каждым *датчиком манекена* (3.14), установленным на поверхности манекена, при воздействии *падающей энергии* (3.12).

Примечание — Не учитываются потери теплового изучения или конвективные потери, характерные для каждого типа датчика.

3.2 **связанная с датчиком зона** (associated area): Площадь области тела, поделенной количеством датчиков в этой области тела.

Примечание — См. таблицу 2.

3.3 **специальная одежда** (complete garments): Отдельный предмет одежды или комбинация предметов одежды, предназначенных для защиты туловища, рук и ног пользователя.

Примечание — Как отдельный предмет одежды, так и комбинация предметов одежды могут включать защиту головы пользователя в виде капюшона (притачного или съемного) или подшлемника. Комбинация предметов одежды может включать одежду, надеваемую под верхнюю одежду*, и верхнюю одежду.

3.4 **кондиционирование** (conditioning): Выдерживание образцов в стандартных условиях температуры и относительной влажности в течение минимального периода времени.

---

* Одежда, надеваемая под верхнюю одежду (undergarment) — одежда, которая не обязательно предназначена для использования в качестве СИЗ, но может или не может быть надета под СИЗ, как определено заказчиком/конечным пользователем. Верхняя одежда (outer garment) в контексте ISO 13506-1 — это одежда, которая, являясь внешним слоем, непосредственно подвергается воздействию открытого пламени.

3.5 **энергия** (energy): *Тепловой поток* (3.10), умноженный на период времени измерения и на площадь *связанной с датчиком зоны* (3.2).

3.6 **коэффициент передачи энергии** (energy transmission factor): Отношение *переданной энергии* (3.18) к *падающей энергии* (3.12) за расчетный период энергии.

3.7 **открытое пламя** (fire): Быстрый процесс окисления, который представляет собой химическую реакцию топлива и кислорода, приводящую к выделению света, тепла и продуктов сгорания в различной интенсивности.

Примечание — Топливо может представлять собой твердое вещество, пыль, газ или пары воспламеняющейся жидкости. Открытое пламя будет сохраняться до тех пор, пока существует горючая топливно-воздушная смесь.

3.8 **распределение пламени** (flame distribution): Пространственное распределение падающего пламени от горелок испытательной установки, которое обеспечивает управляемый *тепловой поток* (3.10) по поверхности манекена.

3.9 **припуск на посадку одежды** (garment ease): Разница между размерами тела (манекена) и размерами одежды.

3.10 **тепловой поток** (heat flux): Интенсивность теплового воздействия, определяемая количеством энергии, передаваемой на единицу площади за единицу времени.

Примечание — Тепловой поток измеряют в кВт/м^2.

3.10.1 **поглощенный тепловой поток** (absorbed heat flux): *Тепловой поток* (3.10), поглощенный *датчиками манекена* (3.14), установленными на поверхности манекена, при воздействии *падающего теплового потока* (3.10.2).

3.10.2 **падающий тепловой поток** (incident heat flux): *Тепловой поток* (3.10), воздействию которого подвергается испытуемое изделие или обнаженный манекен.

Примечание — Падающий тепловой поток определяют по характеристикам *датчиков манекена* (3.14) и по их измеренным выходным сигналам в течение воздействия на обнаженный манекен.

3.11 **датчик теплового потока** (heat flux sensor): Устройство, способное непосредственно измерять *тепловой поток* (3.10), передаваемый к поверхности манекена в условиях испытания, или предоставлять данные, которые могут быть использованы для расчета теплового потока.

Примечание — В любом случае, полученные данные должны быть в формате, который может быть обработан компьютерной программой для оценки полной энергии, переданной в течение периода записи, и/или прогнозируемой ожоговой травмы кожи.

3.12 **падающая энергия** (incident energy): *Энергия* (3.5), воздействию которой подвергается испытуемое изделие или обнаженный манекен.

3.12.1 **полная падающая энергия** (total incident energy): Сумма *падающих энергий* (3.12) всех *датчиков манекена* (3.14) за время воздействия на обнаженный манекен.

3.13 **манекен, оснащенный приборами** (instrumented manikin): Модель, представляющая взрослого человека, которая оснащена *датчиками манекена* (3.14) на поверхности.

3.14 **датчик манекена** (manikin sensor): *Датчик теплового потока* (3.11), соответствующий требованиям настоящего стандарта.

Примечание — См. 3.11 и 5.3.

3.15 **максимальный тепловой поток** (maximum heat flux): Наибольшее значение *поглощенного теплового потока* (3.10.1), рассчитанное на основе записанного выходного сигнала *датчика манекена* (3.14) во время испытания.

3.16 **комплект специальной одежды** (protective clothing ensemble): Комбинация специальной одежды.

Примечание — Настоящий стандарт не учитывает энергию, переданную на кисти рук и стопы. Перчатки и обувь могут быть включены в комплект для визуального осмотра. Это позволит более реалистично представить места контакта отдельных изделий и сделать возможным визуальный осмотр перчаток и обуви во время и после испытания.

3.17 **термическая защита** (thermal protection): Общая защитная эксплуатационная характеристика одежды или *комплекта специальной одежды* (3.16), характеризующая, как одежда или комплект ограничивают передачу энергии на поверхность манекена в течение определенного расчетного периода.

Примечание — При испытаниях одежды с использованием открытого пламени термическая защита одежды или комплекта может быть количественно выражена с помощью измеренной реакции *датчика манекена* (3.14), которая показывает, насколько эффективно одежда или комплект специальной одежды ограничивает теплопередачу к поверхности манекена. В дополнение к измеренной реакции датчика, физическая реакция и разрушение одежды или комплекта являются наблюдаемыми явлениями, которые связаны с вычислением датчика манекена и полезны для понимания термической защиты одежды или комплекта специальной одежды.

3.18 **переданная энергия** (transferred energy): *Энергия* (3.5), переданная через испытуемое изделие и поглощенная *датчиком манекена* (3.14) за определенный расчетный период.

3.18.1 **полная переданная энергия** (total transferred energy): Сумма *переданной энергии* (3.18) всех *датчиков манекена* (3.14) за *расчетный период переданной энергии* (3.18.2).

Примечание — Каждый датчик манекена имеет *связанную с датчиком зону* (3.2). Предполагается, что измеренная энергия, переданная на каждый датчик манекена, однородна по этой связанной с датчиком зоне. Некоторые манекены имеют такое расположение датчиков, при котором площади прилегающих областей равны, а другие — нет.

3.18.2 **расчетный период переданной энергии** (transferred energy calculation period): Время измерения, за которое *переданная энергия* (3.18) накоплена.

Примечание — См. 8.2.6.

4 Общие требования

Настоящий метод предназначен для оценки термозащитных эксплуатационных характеристик испытуемого образца, который является либо одеждой, либо комплектом. Защитные эксплуатационные характеристики зависят как от применяемых материалов, так и конструкции изделия. Среднее значение падающего теплового потока составляет 84 кВт/м^2 при длительности воздействия от 3 до 12 с.

В стандарте на продукцию должно быть указано минимальное время воздействия и минимальное количество образцов, подлежащих испытанию.

Испытуемый образец, прошедший кондиционирование, надевают на стационарный вертикальный манекен размера взрослого человека и подвергают воздействию открытого пламени, смоделированного в лабораторных условиях, с контролируемым тепловым потоком, длительностью и распределением пламени. Процедуру испытаний, сбор данных, расчеты результатов и подготовку протокола испытаний выполняют с использованием компьютерного оборудования и программного обеспечения.

Энергию, переданную через испытуемый образец во время и после воздействия, измеряют датчики манекена. Эти измерения должны быть использованы для расчета полной энергии, переданной на поверхность манекена, и коэффициента передачи энергии.

Примечание 1 — Целью настоящего метода испытания является измерение теплового потока и расчет переданной энергии. Полученные результаты также могут быть использованы для расчета степени прогнозируемой ожоговой травмы кожи и общей прогнозируемой площади ожоговой травмы кожи в результате воздействия, как описано в ISO 13506-2.

Идентификацию испытуемой одежды, условия испытания, комментарии и реакцию испытуемого образца на воздействие записывают и включают в протокол испытания. Эксплуатационные характеристики испытуемого образца определяют расчетной полной переданной энергией через испытуемый образец за период сбора данных, общим коэффициентом передачи энергии, и каким образом испытуемый образец реагирует на испытательное воздействие.

Примечание 2 — Настоящий метод испытания может использоваться для других целей, таких как исследование материалов и конструкций одежды, сравнение комплектов одежды или оценка любой одежды или комплекта на соответствие конкретному назначению, стандартам конечного пользователя или техническим заданиям.

5 Испытательное оборудование

5.1 Манекен, оснащенный приборами

Должен использоваться вертикальный манекен, который имеет форму и размер взрослого человека [см. рисунок 2 a) и b)]. Манекен должен быть сконструирован таким образом, чтобы имитировать тело человека, и должен состоять из головы, груди/спины, живота/ягодиц, рук, кистей, ног и стоп. Руки должны иметь возможность вращаться в плече по достаточной дуге, чтобы облегчить надевание и снятие одежды с манекена.

Примечание 1 — Рисунок 2 иллюстрирует мужскую фигуру, размеры из таблицы 1 предназначены для мужского манекена. Стандартная женская форма еще не определена.

Манекен должен быть изготовлен из огнестойких, термостойких, неметаллических материалов, таких как керамика или винилэфирная смола, армированная стекловолокном, которые не будут способствовать процессу горения. Толщина корпуса должна составлять от 3 до 6 мм, за исключением локализованных зон (например, стыков).

Примечание 2 — Толщина корпуса манекена зависит от конструктивных требований, необходимых для поддержания стабильной физической формы, связанной с термическими свойствами материала манекена, и исторически наблюдалось, что толщина корпуса влияет на работоспособность манекена, а не на воспроизводимость результатов. Например, было обнаружено, что изменение толщины корпуса манекена влияет на его долговечность из-за различных термических воздействий, которые увеличивают риск образования трещин. Кроме того, чем больше толщина корпуса манекена, тем дольше он охлаждается. Манекен имеет полую структуру, чтобы обеспечить возможность для электрической проводки датчиков.

Манекен не должен быть изготовлен из материала, на который может оказывать воздействие влажность или любая чистящая жидкость (например, вода, ацетон и т. д.), используемая для очистки датчиков манекена.

5.2 Поза манекена

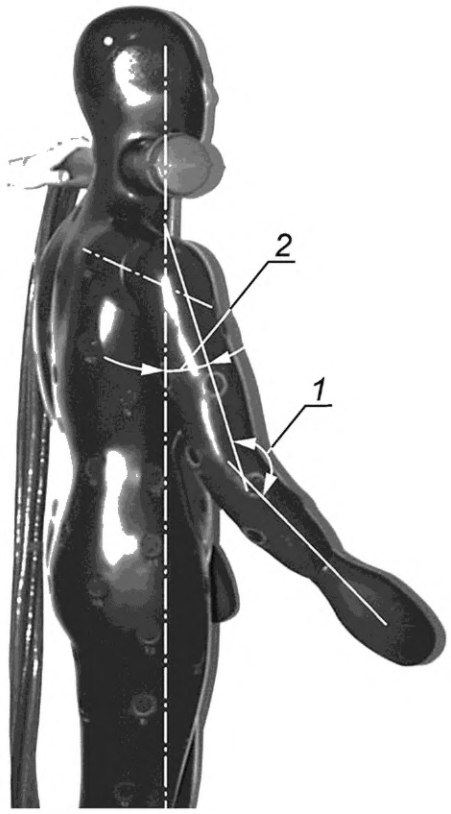
Для манекена требуется воспроизводимая система позиционирования. Она может состоять из штифтов-фиксаторов в полу, портативного жесткого каркаса позиционирования и/или световых или лазерных лучей для установки вертикальной ориентации и положения рук.

Угол при сгибе в локте между верхней и нижней частями руки (см. рисунок 1) должен быть установлен в диапазоне от 150° до 165°. Угол наклона плеча (см. рисунок 1) должен быть установлен в диапазоне от 25° до 35° относительно осевой линии манекена. Данные углы применяют ко всем воздействиям на манекен (обнаженный и с надетыми испытуемыми изделиями). Опорные линии и углы обозначены на рисунке 1.

Примечание 1 — Для увеличения трения сочленения руки, чтобы обеспечить сохранение положения во время воздействия может быть использована лента*.

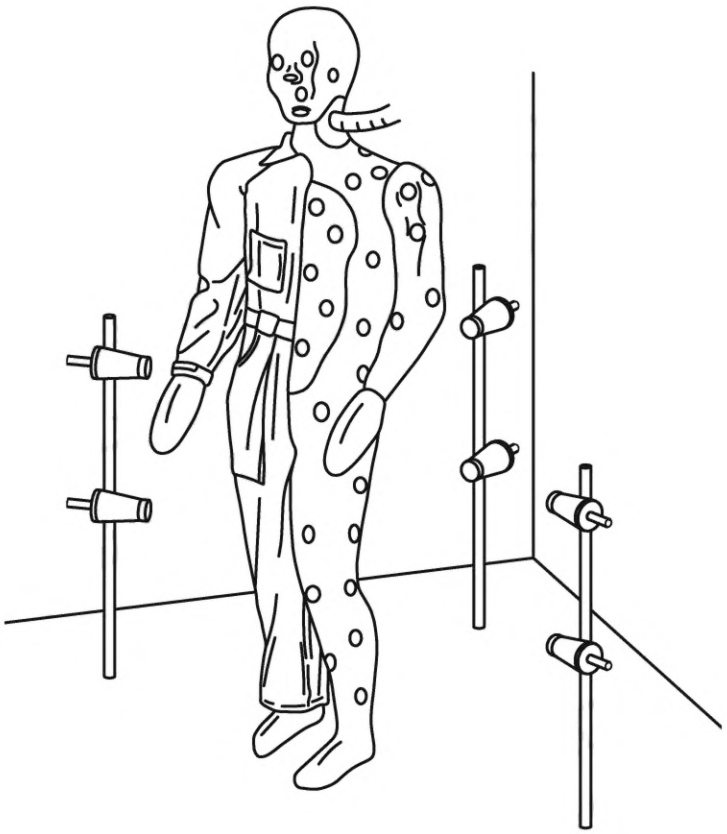
Примечание 2 — У большинства манекенов ноги являются неподвижными. Некоторые манекены имеют небольшой поворот туловища по отношению к ногам. Ноги расположены под углом не более 10° по отношению к центральной линии, расстояние между лодыжками от 120 до 250 мм.

* Герметик для соединения Gore® является примером подходящего продукта, доступного в продаже. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.



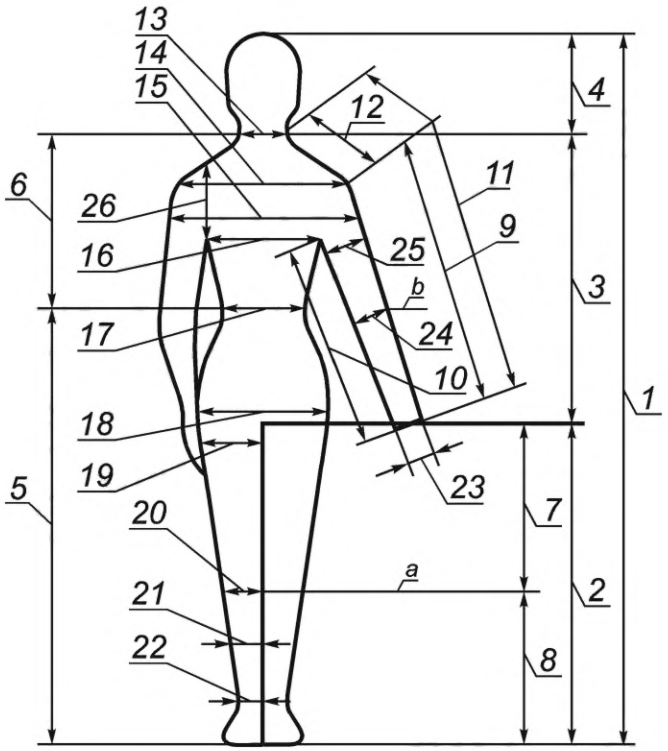
1 — угол между верхней и нижней частями рук; *2* — угол между линией плеча и линией от бедра до плеча и линией до локтя

Рисунок 1 — Определение положения руки



а) Манекен, оснащенный приборами, и расстановка факельных горелок (система горелок)

Рисунок 2, лист 1 — Общий вид манекена, оснащенного приборами



b) Измерения манекена взрослого человека

[a] Уровень коленей.

[b] Уровень локтей.

Примечание 1 — На рисунке 2 a) показаны только шесть горелок из общего числа (см. 5.7.4).

Примечание 2 — Манекен, оснащенный приборами, соответствует размерам, указанным в таблице 1, а обозначения номеров, указанных на рисунке 2 b), соответствуют измерениям в таблице 1.

Рисунок 2, лист 2

Таблица 1 — Измерения манекена взрослого человека

В миллиметрах

Наименование измерения	Значение измерения	Допуск
1 Рост/общая высота	1 810	± 60
2 Высота до паха, от пяток	880	± 75
3 Длина торса (от шейной точки сзади через паховую область и обратно до точки основания шеи спереди)	1 560	± 60
4 Высота головы, включая шею	255	± 45
5 Высота талии, от пяток	1 125	± 50
6 Длина от ключицы до талии сзади	480	± 70
7 Длина от паха до колена	330	± 45
8 Высота до колен, в положении стоя	530	± 70
9 Расстояние от плечевой точки до запястья вдоль руки	585	± 75
10 Длина руки по внутренней поверхности	470	± 40

Окончание таблицы 1

В миллиметрах

Наименование измерения	Значение измерения	Допуск
11 Длина рукава, 3-точечное измерение от ключицы до запястья	785	± 65
12 Длина плечевого ската (от основания шеи сзади до точки соединения руки)	170	± 75
13 Обхват шеи	420	± 60
14 Ширина плеч сзади (от одного плеча через спину к другому плечу)	500	± 90
15 Ширина груди (на 100 мм вниз)	475	± 95
16 Обхват груди, через подмышечные впадины	995	± 105
17 Обхват талии	870	± 25
18 Обхват бедер, максимальный	1 015	±15
19 Обхват бедра, под ягодичной складкой	590	± 40
20 Обхват колена	390	± 50
21 Обхват икры	400	± 30
22 Обхват лодыжки	280	± 30
23 Обхват запястья	205	± 30
24 Обхват локтя	290	± 25
25 Обхват руки верхний (в средней точке)	320	± 35
26 Обхват проймы	410	± 50

Примечание — Манекены, отвечающие этим требованиям, можно приобрести в любом из указанных мест:

- Composites USA, 1 Peninsula Drive, Northeast, Maryland, USA. Ph. +1 302 834 7712,
- Precision Products LLC, 7400 Whitepine Road, Richmond, Virginia, USA, Ph. +1 804 561 0777,
- Measurement Technology Northwest/Thermetrics, LLC, 4220 — 24th Avenue West, Seattle, WA 98199, USA,
- MYAC Consulting Inc., 23046 Township Road 514, Sherwood Park, AB, T8B 1K9, Canada.

Эта информация предоставлена для удобства пользователей данного стандарта и не является одобрением со стороны ISO. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

5.3 Датчики манекена

5.3.1 Принцип действия

Измерительная система должна содержать датчики манекена, производящие выходной сигнал, который может быть использован для расчета падающего теплового потока или поглощенного теплового потока на их поверхности в условиях испытания. Измерение падающего теплового потока используют для задания условий воздействия для испытания (воздействие на обнаженный манекен); поглощенный тепловой поток используют при расчете энергии, переданной через испытуемый образец.

Каждый датчик манекена имеет связанную с датчиком зону. Некоторые манекены имеют такое расположение датчиков, при котором площади связанных с датчиком зон равны, а другие — нет. Если система «манекен» имеет неравные по площади зоны датчиков, то результаты, рассчитанные на основе данных датчика манекена, могут быть средневзвешенными по площади.

Зона, связанная с любым датчиком манекена, должна быть определена по точкам расположения соседних датчиков. Эти точки соединяются прямыми линиями на изогнутой поверхности манекена. Зона, образованная таким образом вокруг конкретного датчика манекена, является связанной с ним зоной по поверхности (см. рисунок 3). Схема расположения датчиков манекена может быть такой, что площади связанных с ними зон имеют приблизительно одинаковые значения. Результаты испытания

содержат как индивидуальные результаты датчика, так и рассчитанное среднее значение из частей тела манекена. Количество датчиков на единицу площади должно быть достаточным для описания эксплуатационных характеристик одежды.

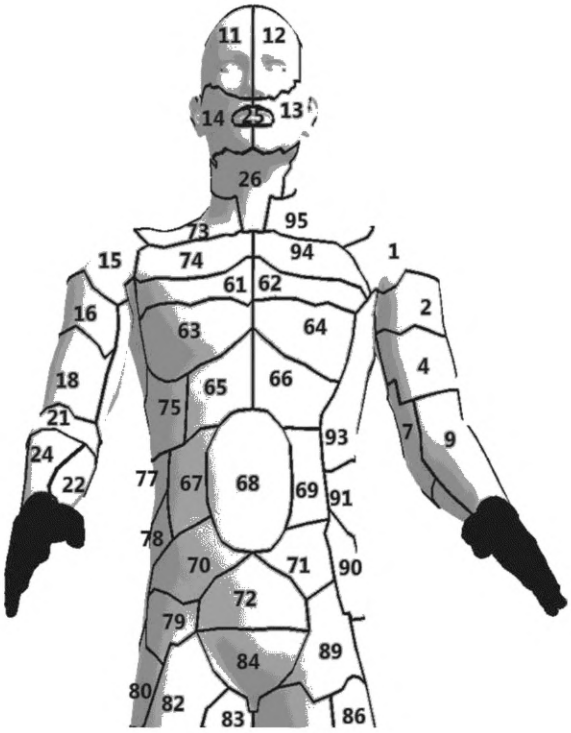


Рисунок 3 — Пример расположения датчиков манекена и связанных с ними зон

Падающий тепловой поток не эквивалентен поглощенному тепловому потоку во время воздействия на обнаженный манекен. Падающий тепловой поток вычисляют из расчетного поглощенного теплового потока каждым датчиком манекена с учетом способности поверхности датчика манекена поглощать тепловую энергию от вспышек пламени и того, сколько энергии обменивается со стенами помещения (см. также 5.5.1).

Примечание — Вся конвективная энергия, присутствующая на поверхности датчика, поглощается датчиком. Только энергия теплового излучения является утерянной с поверхности датчика в процессе воздействия на обнаженный манекен. Вычисление из падающей энергии, поглощенной в настоящее время, не определено и часто предполагается, что они эквивалентны.

5.3.2 Количество датчиков манекена

Система должна использовать минимум 110 датчиков манекена, распределенных как можно более равномерно по поверхности манекена (за исключением кистей рук и стоп). Таблица 2 описывает приемлемое распределение датчиков манекена.

Манекен, используемый в настоящем методе испытания, является сложным трехмерным пространственным объектом. Датчики размещают по поверхности манекена наиболее равномерным образом, насколько это позволяет геометрия формы манекена.

Таблица 2 — Распределение датчиков

Область тела	Зона тела	Минимальное количество датчиков манекена	Процент от общей площади, оснащенной датчиками, без датчиков в кистях рук или стопах, %	Процент площади тела (площадь в $м^2$ на основе предполагаемой площади поверхности тела в 2 $м^2$); см. примечание 2, %
Голова	Голова	8	7	7,8 (0,156)
Грудь и живот	Грудь	10	40 (туловище)	35,5 (0,71) (туловище)
	Живот	11		
Спина	Верхняя часть спины	11		
	Нижняя часть спины	11		
Правая рука	Руки	18	16	13,9 (0,278)
Левая рука				
Правая нога	Бедра и нижние части ног (голени)	41	37	30,5 (0,6)
Левая нога				
При наличии датчика в руках	Кисти рук	0	—	5,4 (0,108)
При наличии датчика в ногах	Стопы	0	—	6,9 (0,138)
	Всего	110	100	100 (2)

Примечание 1 — Количество датчиков манекена, используемых в настоящее время в манекенах, колеблется от 110 до 126. В зависимости от количества датчиков манекена и их расположения применяют графу 3 (используется 110 датчиков) или графу 4 (используется более 110 датчиков). Дополнительные датчики могут быть добавлены в кисти рук и стопы, если это необходимо. Добавление датчиков манекена к кистям рук и стопам потребует при расчетах процентных значений из графы 5 таблицы 2.

Примечание 2 — Несколько источников [например, US. EPA. Exposure Factors Handbook (1997 Final Report). US. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/P-95/002F a-c, 1997 (частично находятся на стадии актуализации)] предполагают, что общая площадь поверхности составляет приблизительно 2 $м^2$ для мужчины ростом приблизительно 1,85 м и со средним весом. Вычитание площади, не покрытой датчиками (кисти рук и стопы), дает площадь поверхности приблизительно 1,8 $м^2$.

5.3.3 Измерительная способность датчика манекена

Каждый датчик манекена должен иметь возможность определять падающий тепловой поток в диапазоне от 0 до 130 $кВт/м^2$. Датчик манекена должен выдерживать тепловые потоки до 200 $кВт/м^2$ и быстрые изменения теплового потока (например, четырехсекундные воздействия на обнаженный манекен) без разрушения. Данный диапазон позволяет использовать датчики манекена, чтобы установить уровень испытательного воздействия при прямом воздействии пламени на обнаженный манекен, а также измерить переданное при воздействии тепло на поверхность манекена с надетым испытуемым образцом.

Примечание — Функционирование датчика в диапазоне от 0 до 130 $кВт/м^2$ и сопротивление разрушению при тепловых потоках до 200 $кВт/м^2$ зависит от технических требований изготовителя и заявленных калибровочных кривых и других поправочных коэффициентов реакции. Калибровка с использованием сопоставимого эталонного датчика и источника теплового излучения допустима только при значениях теплового потока приблизительно до 40 $кВт/м^2$, поскольку приемлемые сопоставимые эталоны недоступны выше этого уровня.

5.3.4 Конструкция датчика манекена

Датчики манекена должны быть изготовлены из материала с известными тепловыми характеристиками, которые могут непосредственно указывать тепловой поток или могут рассчитываться по температурным реакциям датчика для указания теплового потока и его изменения во времени, полученным датчиком. Наружная поверхность датчика должна иметь коэффициент поглощения, превыша-

ющий или равный 0,9 или должна быть покрыта тонким слоем матовой черной термостойкой краски с коэффициентом поглощения, превышающим или равным 0,9*. Датчик манекена, комбинация систем сбора данных, при калибровке с помощью NIST (Национальный институт стандартов и технологий) или эквивалентного сертифицированного эталонного датчика, должен реагировать в течение 0,2 с с момента начала воздействия и достигать не менее 80 кВт/м^2 в течение 1 с при воздействии 84 кВт/м^2.

Примечание 1 — Датчики манекена, которые успешно применялись, включают датчики Гардона, слаг-калориметры и датчики, моделирующие состояние кожи, с углубленными или поверхностными датчиками температуры.

Примечание 2 — Динамическая реакция датчика теплового потока, используемого для испытания на термоманекене, зависит от многих элементов, включая конструкцию чувствительного элемента и его тепловую инерцию. Для датчиков на основе термопар желательны конструкции, которые минимизируют тепловую инерцию в компоненте термопары. Они включают в себя встроенные конструкции (соединение основано на площади поверхностного контакта каждого провода, независимо подключенного через промежуточный теплопроводящий материал — для достижения миллисекундной временной шкалы с большими диаметрами проводов, например 0,3 мм и менее, конструкция с самой быстрой реакцией), соединение провода сваркой встык (переходная реакция, связанная с диаметром провода 0,18 мм и менее, приводят к времени реакции ~150 мс или лучше) и соединение провода сваркой с образованием (наплавленного) валика (размер валика 0,12 мм и меньше, приводят к времени реакции ~150 мс или лучше).

Время реакции датчика манекена определенной конструкции к внезапному изменению теплового потока должна быть проверена воздействием на контрольные образцы. Допускаемый метод использует калибровочный источник тепла и систему затвора (используют систему затвора, чтобы подвергнуть датчик манекена внезапному изменению падающего теплового потока). Допускаются и другие методы, которые предоставляют соответствующую информацию о времени. Расчетный падающий тепловой поток датчика манекена должен достигать не менее 60 % от значения калибровочного источника тепла в течение 0,5 с или менее после открытия затвора.

5.3.5 Расположение датчиков манекена

Датчики манекена, установленные на поверхности манекена, должны быть углублены в поверхность не более чем на 1,5 мм или в областях высокой кривизны выступать над поверхностью не более чем на 2 мм на противоположных друг другу сторонах, при условии, что центральная ось датчика лежит на поверхности манекена.

Примечание 1 — Некоторые различия могут быть выявлены у датчиков манекена в местах с криволинейной поверхностью малого радиуса (например, места на руках и ногах). Было доказано, что положение поверхности датчика манекена относительно поверхности манекена влияет на его показания. Края датчика манекена не могут выступать над поверхностью манекена выше указанных значений. Это обычно приводит к тому, что тепловой поток становится выше, если датчик выступает, или ниже, чем ожидалось, если датчик находится ниже поверхности манекена.

Примечание 2 — Показания датчика теплового потока могут быть завышены или занижены из-за того, что на поверхности датчика создается мост или изоляция из-за накопления сажи или отложений между датчиком и манекеном. Очистку разъема датчика необходимо проводить регулярно в случае испытания одежды, которая оставляет такой осадок.

5.3.6 Калибровка датчика манекена

Калибровка каждого отдельного датчика манекена должна проводиться в соответствии с процедурой, изложенной в С.2.

5.4 Система сбора данных

Должна быть предусмотрена система, способная получать и хранить результаты выходного сигнала с каждого датчика манекена при минимальной частоте дискретизации 10 измерений в секунду в течение всего периода сбора данных, составляющего не менее 240 с.

* Krylon # 1618 BBQ and Stove; Krylon #1316 Sandable Primer; Krylon #1614 High Heat and Radiator paint and PyroMark 1200 have been found to be effective. See ASTM Study, «Evaluation of Black Paint and Calorimeters used for Electric Arc Testing», ASTM contract #F18-103601, Kinectrics Report: 8046-003-RC-0001-R00, August 22, 2000. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением со стороны ISO. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

Точность измерительной системы должна быть выше, чем 2 % от показаний или ± 1,0 °С, если используется датчик температуры.

Система сбора данных как для манекена, так и для калибровочных систем (если они отличаются) должна иметь, как минимум, следующие технические характеристики:

a) разрешение аналогово-цифрового преобразования ≥ 16 бит;

b) частоту дискретизации отдельного канала ≥ 10 Гц;

c) температурное разрешение более 0,01 °С;

d) аппаратную фильтрацию, если используется от 2 до 50 Гц (обычно 15 Гц).

Примечание — Аппаратная фильтрация необязательна, так как она также осуществляется с помощью программных средств. Целью фильтрации является минимизация искажений выборки, возникающих в результате индуцированного электрического шума в реакциях датчиков, вызванного электромеханическими помехами (EMI), от открытых и закрытых электромагнитных клапанов, источников освещения камеры, устройства зажигания и т.д. Было обнаружено, что высокие EMI или шумы добавляют погрешности к измеренным реакциям датчика.

5.5 Компьютерное программное обеспечение

5.5.1 Общие требования

Должно использоваться компьютерное программное обеспечение, которое способно осуществлять следующее.

5.5.1.1 Для калибровки охвата пламенем при воздействии на обнаженный манекен:

a) измерять поглощенный тепловой поток с течением времени или преобразовывать данные датчика манекена в поглощенный тепловой поток с течением времени;

b) рассчитывать падающий тепловой поток на основе поглощенного теплового потока (см. 5.3.1 и 5.5.2).

Примечание — Расчет падающей энергии требует знания передачи конвективной теплоты к поверхности датчика, излучательной способности датчика, разделения режимов передачи теплового излучения и конвективной теплоты и значения 84 кВт/м^2, принятого за основу как эталонный тепловой поток. Для некоторых конструкций датчиков необходимы дополнительные поправки реакции датчика, которые учитывают материалы их конструкции, вызывающие тепловые потери, прирост тепла и смещения базовой линии;

c) рассчитывать воздействующий тепловой поток для каждого датчика манекена в соответствии с С.2, получая результирующий тепловой поток с течением времени для расчета воздействующего теплового потока;

d) рассчитывать общий средний воздействующий тепловой поток для всего манекена;

e) проверять, что значения воздействующего теплового потока для каждой области тела (голова, правая рука, левая рука, грудь и живот, спина, левая нога и правая нога) и всего манекена соответствуют описанным критериям (см. 5.7.4.4);

f) рассчитывать переданную энергию для каждого датчика манекена и полную переданную энергию для всей системы (см. приложение D).

5.5.1.2 Для измерений испытуемого образца:

- измерять поглощенный тепловой поток с течением времени или преобразовывать данные датчика манекена в поглощенный тепловой поток с течением времени;
- рассчитывать переданную энергию на датчик манекена (см. 5.5.4) и полную переданную энергию для всей системы;
- рассчитывать коэффициент передачи энергии на датчик манекена (см. 5.5.5) и общий коэффициент передачи.

5.5.2 Падающий тепловой поток

Определяют падающий тепловой поток по тепловому потоку, поглощенному каждым датчиком манекена за время воздействия пламени на обнаженный манекен, используя компьютерную программу (см. приложение С). Падающий тепловой поток должен быть записан в соответствии с 9.3.

5.5.3 Воздействующий тепловой поток

При воздействиях на обнаженный манекен воздействующий тепловой поток должен быть рассчитан для каждого датчика манекена как средний падающий тепловой поток, вычисленный для этого датчика в течение установившейся области воздействия, как описано в С.4.

Рассчитывают воздействующий тепловой поток для каждой области тела и всего манекена, путем усреднения данных датчиков манекена. Записанное значение представляет собой среднее значение

средневзвешенных значений для каждого датчика манекена для установившейся части воздействия на обнаженный манекен. Эта процедура описана в С.4.

Примечание — Обработка шумов в показаниях теплового потока и отрицательных значений теплового потока осуществляется в соответствии с поправкой, применяемой для переданной энергии (см. приложение D). Области тела (голова, правая рука, левая рука, грудь и живот, спина, левая нога и правая нога) необходимы для сравнения теплового потока по различным плоскостям и высотам тела, чтобы убедиться, что охват пламенем равномерен по всему манекену [см. таблицу 2 и перечисление c) 5.7.4.4].

5.5.4 Переданная энергия (см. D.1)

Переданная энергия на датчик манекена, которая в рамках настоящего стандарта равна поглощенной энергии датчиком манекена, должна быть определена для каждого датчика манекена с учетом зоны, связанной с каждым датчиком. Полная переданная энергия должна быть суммой переданной энергии всех датчиков манекена. Подробные сведения о расчете полной переданной энергии приведены в D.2.2.

5.5.5 Коэффициент передачи энергии (см. D.2.1)

Коэффициент передачи энергии должен быть определен с помощью компьютерной программы, рассчитывающей отношение переданной энергии за время измерения к энергии, измеренной за время воздействия на обнаженный манекен.

Примечание — Данное соотношение обеспечивает наилучшие данные, когда время воздействия на обнаженный манекен и время воздействия на испытуемый образец равны. Равные значения времени воздействия пламени на обнаженный манекен и воздействия на испытуемый образец не всегда возможны. Одежда пожарных, имеющая большую толщину, предназначена для более длительного воздействия, требующего 8 с или более воздействия, чтобы увидеть значительные передачи энергии на поверхность манекена. Опыт испытаний показывает, что воздействие на непокрытые датчики манекена в течение этих более длительных периодов времени при высоких значениях теплового потока приводит к высокой частоте отказов датчиков.

Расчет должен учитывать две ситуации при испытании:

a) время воздействия на обнаженный манекен и время воздействия на испытуемый образец равны;

b) длительность воздействия на обнаженный манекен составляет 4 с, в то время как воздействие на испытуемый образец — 4 с или более (см. 5.7.3).

Для случая a) расчет прост. Для случая b) предположим, что средний воздействующий тепловой поток, рассчитанный для каждого датчика манекена в течение 4 с воздействия на обнаженный манекен, является репрезентативным для полного воздействия в течение времени воздействия на испытуемый образец.

В протоколе должно быть указано, какое время воздействия и калибровки было выбрано (см. 9.3).

Общий коэффициент передачи энергии — это среднее значение коэффициентов передачи энергии для всех датчиков манекена. Подробная информация о расчете общего коэффициента передачи энергии приведена в D.2.2.

Примечание — При проведении испытаний в соответствии с перечислением b), указанным выше, расход топлива контролируют в течение всего периода воздействия, чтобы определять, насколько хорошо поддерживаются условия воздействия. Измерители расхода топлива и датчики давления пригодны для данного назначения (см. 5.7.3).

5.6 Камера воздействия пламенем

5.6.1 Общие требования

Для размещения манекена и воздействующего устройства должен быть предусмотрен вентилируемый огнестойкий корпус со смотровыми окнами и дверью (дверями) доступа. Она (*камера*) должна быть сконструирована таким образом, чтобы обеспечить естественное поступление воздуха в камеру или из нее во время воздействия, и должна быть оснащена системой вентиляции, которая позволяет быстро удалять газы из помещения после истечения времени воздействия и сбора данных.

5.6.2 Размер камеры

Размер камеры должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить воздействие пламени на поверхность испытуемого образца и обеспечить безопасное перемещение вокруг манекена для переодевания без случайного сотрясения и смещения горелок. Минимальные внутренние размеры: ширина — 2,2 м, длина — 3,3 м, высота — 2,4 м, необходимы для обеспечения достаточного количества воздуха для горения и контроля пламени.

5.6.3 Поток воздуха в камере

Воздуха внутри камеры и любого свободного потока, который поступает в камеру или выходит из нее во время воздействия, должно быть достаточно, чтобы обеспечить процесс горения, необходимого для требуемого теплового потока.

Перед воздействием и во время сбора данных система принудительной вентиляции воздуха должна быть отключена, чтобы обеспечить спокойную атмосферу. Отверстия, выходящие наружу испытательной камеры, необходимы для сброса давления и пассивной подачи воздуха, необходимого для сжигания топлива во время воздействия.

Сразу же после сбора данных следует использовать систему принудительной вентиляции воздуха для быстрого удаления продуктов сгорания перед входом в камеру.

5.6.4 Изоляция камеры

Камера должна быть изолирована от движения воздуха, отличного от свободного потока воздуха, необходимого для процесса горения, с тем, чтобы дежурное пламя и воздействующее пламя не подвергались влиянию до и во время испытательного воздействия и в течение периодов сбора данных.

5.6.5 Система вентиляции воздуха камеры

Система принудительной вентиляции воздуха должна иметь минимальную производительность, равную объему камеры в минуту, для удаления продуктов сгорания, образующихся в результате испытательного воздействия. Кроме того, система принудительной вентиляции воздуха должна иметь возможность работать с меньшей производительностью для обеспечения охлаждающего воздуха для манекена и датчиков манекена после того, как камера была очищена от горючих газов.

5.6.6 Предохранительные устройства камеры

Камера воздействия должна быть оборудована достаточным количеством предохранительных устройств и детекторов для обеспечения безопасной работы испытательного оборудования. Они могут включать газовые детекторы пропана, детекторы движения, детекторы закрытия дверей, огнетушители, устройства аварийной остановки, детекторы пламени и любые другие устройства, считающиеся необходимыми. Рекомендуется соблюдать соответствующие местные правила пожарной безопасности.

5.7 Топливо и система доставки

5.7.1 Общие требования

Камера должна быть оборудована системой подачи, доставки топлива и системой горелок для обеспечения воспроизводимых воздействий открытого пламени (см. С.3 и С.4.2).

5.7.2 Топливо

Топливом должен быть пропан, удовлетворяющий требованиям ISO 9162, для достижения требуемого теплового потока.

Примечание — Большинство лабораторий используют в качестве топлива не менее 90%-ный пропан. Некоторые регионы не имеют пропан такой концентрации из-за отсутствия его в обращении или из-за разрешительных требований, которые ограничивают возможность использования пропана в таких высоких концентрациях. Содержание бутана в топливной смеси и другие факторы, такие как высота над уровнем моря, могут оказывать влияние на тепловой поток, если не откалиброван точно.

5.7.3 Система доставки и отключения топлива

Должна быть предусмотрена система трубопроводов, регуляторов давления, клапанов и датчиков давления для безопасной подачи газообразного топлива в систему зажигания и воздействующие горелки. Эта система доставки должна быть достаточной для обеспечения среднего теплового потока 84 кВт/м^2 ± 5 % в течение установившейся части воздействия на протяжении от 3 до 12 с в зависимости от требований к оборудованию на протяжении всего испытания. Средний тепловой поток должен рассчитываться по всем датчикам с течением времени. Доставка топлива должна регулироваться таким образом, чтобы обеспечить длительность воздействия в пределах ± 0,1 с от установленного времени воздействия.

Массовый расход топлива, подаваемого в горелки, следует регулярно проверять для обеспечения того, чтобы он не изменялся более чем на 10 % во время воздействия (за исключением момента начала, когда может произойти мгновенное падение).

Примечание 1 — Для подтверждения массового расхода топлива успешно используют объемные расходомеры наряду с соответствующими измерителями температуры и давления или различными массовыми расходомерами пропана. Например, Micro Motion Inc., Coriolis Mass Flow Sensor (NIST traceable), Model CMF100. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO

данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

Система доставки должна соответствовать местным нормам и стандартам пожарной безопасности и электробезопасности, не зависящим от требований настоящего стандарта.

Примечание 2 — В качестве примера, время воздействия 5 с или меньше достаточно для испытания однослойной одежды, такой как комбинезон. При испытании противопожарных комплектов допускается более длительное воздействие. Из-за особенностей, присущих настоящему методу испытания, испытания не проводят менее чем за 3 с из-за проблем повторяемости.

Примечание 3 — Согласно NIST, абсолютная точность измерения потока теплового излучения до 250 кВт/м^2 составляет ± 8 % (публикация специального отчета NIST № 1031 [16]). Требуемые пределы ± 5 % для среднего значения 84 кВт/м^2 должны наблюдаться при калибровке применяемых датчиков манекена.

Оставшийся газ между последним клапаном и горелкой не должен превышать 200 см^3, а оставшийся избыточный газ в трубе после закрытия клапана не должен продолжать гореть на горелке более 0,1 с.

5.7.4 Система горелок

5.7.4.1 Общие требования

Система горелок должна состоять, по меньшей мере, из восьми сопловых факельных горелок для обеспечения диапазона тепловых потоков с равномерным распределением пламени в соответствии с требованиями 5.7.4.4, С.3 и С4.

Примечание 1 — Требования 5.7.4.4, С.3 и С.4 выполняются большинством лабораторий с 12 горелками. Немногие используют восемь горелок.

Примечание 2 — Положение и/или расстановка горелок зависит от камеры воздействия пламенем, размеров камеры и расположения входов пассивной подачи воздуха.

5.7.4.2 Система зажигания

Каждая воздействующая горелка должна быть снабжена дежурным пламенем, расположенным вблизи выхода горелки, но не на прямом пути движения пламени, чтобы не влиять на форму пламени. Дежурное пламя зажигается с помощью системы искрового зажигания, и наличие дежурного пламени для каждой функционирующей воздействующей горелки должно быть визуально подтверждено до открытия клапана подачи воздействующего топлива. Оборудование, обеспечивающее дежурное пламя, должно быть снабжено световым или тепловым датчиком. Данный световой или тепловой датчик должен быть заблокирован на клапанах подачи газа в горелку, чтобы предотвратить преждевременное или ошибочное открытие этих клапанов.

5.7.4.3 Тип горелки

Большие промышленные пропановые горелки для индуцированного горения воздуха со смешанными соплами каждая мощностью более 60 кВт должны быть расположены вокруг манекена для получения равномерного лабораторно смоделированного охвата пламенем. Охват пламенем должен соответствовать техническим требованиям, изложенным в 5.7.4.4 и С.3.

Примечание 1 — Фактически данные горелки предназначены для получения светящихся (от красновато-желтых до оранжевых) замедленных смешанных диффузионных огней с температурой пламени ~ (1225 ± 150) °С.

Примечание 2 — Было обнаружено, что одно реактивное сопло с внутренним диаметром от 10 до 15 мм создает соответствующее пламя (L. B. White Bertha 500 с изменяемым размером отверстия путем удаления вкладыша)*. При этом в зависимости от размера камеры удаление вкладыша сопла приводит к снижению скорости струи, создавая плавно контролируемый контур пламени. Это может дать замедленное, продолжительно светящееся, медленное диффузионное пламя с улучшенным, довольно равномерным охватом огненного шара.

* Горелки, соответствующие этим требованиям, доступны из L.B. White (model Bertha 500), W6636 L.B. White Road, Onalaska, Wisconsin, 54650, USA, Ph. +1 608 783 5691 and Tiger Torch Co., 508, Centre Avenue East, Aridrie, Alberta, T4B 1P8, Canada, Ph.+1 403 948 9598. Горелки рассчитаны на мощность более 60 кВт. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

5.7.4.4 Расположение горелок

Горелки (см. сноску 3) следует использовать и устанавливать таким образом, чтобы обеспечить уровень и равномерность воздействия, указанные ниже и в С.4.

Примечание — Было установлено, что горелки, установленные примерно на уровне колена и бедра на каждой стойке, являются эффективными (см. таблицу 1).

Горелка должна быть установлена, отрегулирована и выровнена таким образом, чтобы при воздействии на обнаженный манекен все три требования к распределению теплового потока были выполнены на основе всех датчиков на манекене, исключая любые датчики, которые могут быть расположены в кистях рук и стопах.

a) Средний воздействующий падающий тепловой поток находится в пределах ± 5 % от 84 кВт/м^2. Средний падающий тепловой поток следует рассчитывать по всем датчикам на основе реакций поглощенной энергии в течение соответствующего интервала времени (фактически, там, где было установлено установившееся состояние).

b) Среднеквадратичное отклонение среднего падающего теплового потока, рассчитанного для всех датчиков манекена, меньше или равно 20 кВт/м^2.

c) Средний падающий тепловой поток, измеренный для каждой области тела (см. 5.3 и 5.5.2), должен быть в каждом случае в пределах ± 15 % от среднего падающего теплового потока, измеренного для всего манекена в течение четырехсекундного воздействия на обнаженный манекен.

Должна вестись запись расположения и ориентации горелок, а также процедуры, установленной для проверки их расстановки и изменения положения в случае необходимости. Метод расстановки горелок приведен в С.4, при котором три требования к распределению теплового потока при воздействии на обнаженный манекен могут быть выполнены.

5.7.4.5 Система пожаротушения

Камера должна быть оборудована системой пожаротушения, соответствующей местным нормам пожарной безопасности.

5.8 Фото- и видеозаписывающее оборудование

Должна быть предусмотрена система для фото- и видеозаписи манекена в режиме реального времени [см. перечисления h), i) и j) 8.2.3] до, во время и после воздействия пламени. Передняя часть манекена должна быть записана в первую очередь при воздействии пламени. Запись задней части манекена может быть как дополнительная опция.

5.9 Чек-лист по безопасности

Чек-лист должен быть включен в компьютерную операционную систему для обеспечения того, что все функции безопасности будут выполнены до того, как воздействие пламенем может произойти. Данный перечень должен включать следующее, но может не ограничиваться:

a) подтверждение того, что манекен был подготовлен к испытанию;

b) подтверждение того, что двери камеры закрыты;

c) подтверждение того, что ни один человек не находится в камере воздействия пламенем;

d) подтверждение того, что все требования безопасности соблюдены.

5.10 Демонстрация возможностей лаборатории

Лаборатория, применяющая метод испытания, описанный в настоящем стандарте, должна продемонстрировать свою способность обеспечивать условия повторяемости и воспроизводимости испытания. Чтобы продемонстрировать это, лаборатория должна провести межлабораторные сравнительные испытания с лабораторией по своему выбору, которая отвечает требованиям ISO/IEC 17025.

Межлабораторные сравнительные испытания должны также включать следующее:

a) обе лаборатории должны:

1) соответствовать требованиям калибровки датчика из приложения С,

2) соответствовать результатам воздействия охвата пламенем, описанным в настоящем стандарте и в приложении С, и

3) сравнить одежду, как минимум, одного из четырех вариантов, приведенных в В.2. Результаты должны соответствовать сводным данным о точности испытаний, приведенным в таблице В.2;

b) лаборатория, выполняющая испытания по методу ISO 13506-1, должна отвечать всем требованиям настоящего стандарта.

c) лаборатория, выполняющая испытания по методу ISO 13506-1, должна иметь лабораторные помещения и оборудование, доступные для надлежащего проведения испытаний по определению соответствия продукции стандарту, содержащему требования к данной продукции, со ссылкой на настоящий стандарт;

d) лаборатория, выполняющая испытания по методу ISO 13506-1, должна иметь действующую программу для калибровки по данному методу испытания и соответствующие приборы, а также процедуры, используемые для обеспечения надлежащего контроля за проведением испытания;

e) лаборатория, выполняющая испытания по методу ISO 13506-1, должна следовать надлежащей практике в отношении использования лабораторных руководств, форм для записи данных, документированных процедур калибровки и операций калибровки, верификации эксплуатационных характеристик, проверки квалификации и программ подготовки персонала.

6 Отбор проб и испытуемых образцов

6.1 Общие требования

Испытуемый образец, подлежащий испытанию в соответствии с настоящим стандартом, должен быть изготовлен в виде одежды/комплекта, предоставленного изготовителем, в готовом для продажи виде или как определено стандартом на продукцию.

Примечание — Настоящий метод испытания может использоваться для других целей, таких как исследование материалов и конструкций одежды, сравнение комплектов одежды или оценка любой одежды или комплекта на соответствие конкретному назначению, стандартам конечного пользователя или техническим заданиям.

6.2 Количество испытуемых образцов

Если иное не предусмотрено стандартом на продукцию или техническим заданием на продукцию, то должно быть испытано три образца.

6.3 Размер испытуемого образца

Посадка одежды на манекене имеет большое значение. Лаборатория из диапазона размеров, предоставленного изготовителем, должна выбрать размер испытуемой одежды или образца, соответствующий лабораторному манекену. Размер одежды, соответствующий измерениям конкретного манекена, используемого для испытания, должен быть основой для выбора одежды стандартного размера, чтобы обеспечить правильную посадку на манекен с достаточным припуском, как при выборе одежды для человека.

Изменения в конструкции одежды, и каким образом манекен одет оператором, могут влиять на результаты испытаний. Поэтому при надевании одежды необходимо позаботиться о том, чтобы образец как можно равномернее облегал манекен, т.е. как можно с меньшим числом складок, и чтобы одежда не была перекручена, стянута или растянута.

Примечание — Опыт показывает, что испытание комбинезона на один размер больше, чем стандартный размер одежды, уменьшит полную переданную энергию и процент ожога тела примерно на 5 %. Для курток может произойти проникновение пламени через открытый низ куртки, которая на один размер больше, чем требуется на манекене.

6.4 Подготовка образцов

6.4.1 Кондиционирование

Каждый испытуемый образец следует выдерживать в зоне кондиционирования не менее 24 ч при температуре (20 ± 2) °C и относительной влажности (65 ± 5) %, если в стандарте на продукцию не указано иное. Время между выносом из зоны кондиционирования и испытанием должно составлять менее 20 мин.

Если образец не может быть испытан в течение 20 мин, то испытуемый образец должен быть запечатан в полиэтиленовый пакет (или другой материал с низкой паропроницаемостью) до проведения испытания. Испытуемые образцы, хранящиеся в пакетах, должны быть испытаны в течение 20 мин после извлечения из пакета. Испытуемые образцы не должны оставаться в пакетах более 4 ч.

6.4.2 Дополнительная стирка

Один цикл чистки (одна стирка и одна сушка) рекомендуется для удаления производственных отделок, если иное не определено в применяемых стандартах на продукцию. Если чистка проводится, то она должна соответствовать инструкциям изготовителя на основе стандартизированных процессов. Если одежду можно стирать и подвергать сухой чистке, то она должна быть только постирана. Если допускается только сухая чистка, то одежда должна быть подвергнута сухой чистке в соответствии с инструкциями изготовителя.

Примечание — В инструкциях изготовителя обычно указывают один или несколько методов и процессов по ISO 6330, ISO 15797, ISO 3175-2 или эквивалентные им в качестве стандартизированных процессов чистки.

6.5 Конструкция стандартной эталонной одежды

Стандартная эталонная одежда может использоваться для контроля качества испытательного оборудования (например, для контроля изменений в эксплуатационных характеристиках системы «манекен», обеспечения полного равномерного охвата пламенем манекена и в межлабораторных испытаниях) и для обеспечения повторяемости и воспроизводимости.

Стандартной эталонной одеждой должен быть комбинезон, имеющий спереди полноразмерную металлическую застежку-молнию, а внутри полноразмерную тканевую планку для предотвращения прямого контакта застежки-молнии с любыми датчиками манекена. Предпочтительна конструкция без карманов, манжет на рукавах или брюках и без резинки на талии, так как предлагаемая конструкция является максимально простой, для того чтобы свести к минимуму производственные затраты.

Размер одежды должен соответствовать требованиям 6.3.

Таблица 3 — Предлагаемая эталонная одежда

Материал	Номер эталона	Поверхностная плотность
1 Арамид (DuPont™ Nomex® [a] Comfort), голубой цвет	B200X2	260 г/м^2
2 Хлопок с огнестойкой отделкой (Proban® [b]), темно-синий цвет	B200X3	335 г/м^2
3 Модакрил/хлопок/антистатическое волокно (54/45/1 %), оранжевый цвет	B200X4	325 г/м^2

[a] Nomex — это торговое наименование продукта, поставляемого компанией DuPont. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

[b] Proban — это торговое наименование продукта, поставляемого компанией Solvay. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

Примечание 1 — В ходе межлабораторных сравнительных испытаний, проведенных в 2014—2015 годах, в участвующих лабораториях были испытаны три комбинезона из трех различных материалов, перечисленных в таблице 3. Использовался европейский размер 52. Комбинезон был изготовлен компанией PWG Bedrijfveilige Kleding B.V (www.pwg.nl)*.

Примечание 2 — Сравнение было проведено между различной эталонной одеждой, использующей одни и те же партии материалов, чтобы обеспечить сопоставимость. Это важно не только по отношению к материалу (разные партии материала могут иметь минимальную разницу в весе), но и по отношению к одежде (в зависимости от изготовителя), так как разные изготовители могут кроить и шить одежду по-разному.

* Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

7 Предварительные условия для продукции в случае применения данного метода испытаний

Для реализации настоящего стандарта в соответствующем документе должны быть указаны, по крайней мере, следующие параметры:

a) требования к характеристикам и/или критерии прохождения/не прохождения;

b) условия воздействия;

c) количество образцов (минимум три);

d) подготовка образца;

e) кондиционирование;

f) инструкции по надеванию;

g) если применимо, использование одежды, надеваемой под верхнюю одежду (включая ее характеристики, например длину и поверхностную плотность).

Примечание — Использование одежды, надеваемой под верхнюю одежду, снизит теплопередачу и увеличит неопределенность результатов (см. приложение А).

8 Порядок проведения испытания

8.1 Порядок подготовки испытательного оборудования

8.1.1 Общие требования

Безопасное воздействие испытательным открытым пламенем на манекен, оснащенный приборами, требует последовательности запуска и воздействия, которые характерны для испытательного оборудования. Каждая лаборатория должна установить чек-лист запуска, который используется для каждого воздействия. Как минимум, этот перечень должен включать элементы, указанные в 8.1.2—8.1.5.

8.1.1.1 Инструкции по эксплуатации горелок

Процедурные инструкции по эксплуатации должны быть предусмотрены испытательной лабораторией и строго соблюдаться для обеспечения безопасного проведения испытаний. Они должны включать в себя вентиляцию камеры перед любой серией испытаний, проверку детекторов газов, чтобы убедиться в отсутствии накопления топлива из-за утечек, проверку отсутствия персонала в камере, когда система зажигания активируется для начала испытания, изоляцию камеры во время испытания для удержания энергии, выделяющейся в результате воздействия, и образующихся продуктов сгорания, а также вентиляцию камеры после испытательного воздействия.

8.1.1.2 Индивидуальная защита операторов испытаний

Необходимо позаботиться о том, чтобы персонал не соприкасался с продуктами горения, дымом и испарениями, образующимися в результате воздействия пламени. Воздействие газообразных продуктов должно быть предотвращено надлежащей вентиляцией камеры. Должны быть надеты соответствующие средства индивидуальной защиты при одевании манекена, контакте с образцами после воздействия, очистке манекена после испытательного воздействия и работе в камере воздействия пламенем между испытаниями.

8.1.2 Проверка датчика манекена

8.1.2.1 Ежедневная проверка датчика манекена для каждой серии

Перед началом любой серии испытаний проверяют показания температуры каждого датчика манекена, если применимо, они должны находиться в пределах ± 2 °С относительно среднего значения показаний всех датчиков манекена. Кроме того, среднее значение температуры всех датчиков манекена должно находиться в пределах ± 2 °С от фактической измеренной температуры внутри камеры.

Если есть подозрение, что какой-либо датчик манекена неисправен, проверяют каждый предполагаемый дефектный датчик манекена путем воздействия на эталонный источник тепла (см. С.2.1). Нефункциональный датчик — это датчик, который реагирует не так, как ожидалось. Дефектные датчики манекена должны быть отремонтированы или заменены перед следующим испытанием (например, воздействие на обнаженный манекен или на испытуемый образец). Отремонтированные или замененные датчики манекена должны быть откалиброваны. Каждый датчик в отдельности должен калиброваться не реже одного раза в год.

Если более 3 % от общего числа датчиков манекена не функционирует должным образом, и нефункциональные датчики манекена расположены под испытуемой одеждой, то испытание считается недействительным.

При длительном воздействии во время испытаний одежды непокрытые датчики в голове могут быть повреждены. Покрытие головы этих датчиков допускается.

Примечание — Для проверки надлежащего функционирования датчиков манекена можно использовать мобильные источники тепла (например, соответствующую лампу и тепловую пушку). Кроме того, отслеживание реакции датчика манекена во время воздействий на обнаженный манекен может быть использовано для определения его состояния. В качестве альтернативы, было установлено, что использование эталонной одежды, испытываемой через определенные интервалы времени, является подходящей процедурой для отслеживания состояния и эксплуатационных характеристик системы «манекен» и ее датчиков (см. также 6.5 и приложение С).

8.1.2.2 Проверка датчика после каждого испытания образца

После каждого испытания образца датчики должны быть проверены на наличие любого скопления продуктов разложения на поверхности. В случае обнаружения датчик должен быть очищен водой с мылом, нефтяным растворителем, метанолом или другими подходящими средствами. Используют самый мягкий метод, который эффективен при очистке датчика манекена. При необходимости перекрашивают поверхность датчика манекена и высушивают краску, если требуется (см. 5.3.4).

8.1.3 Продувка камеры воздействия пламенем

Камеру вентилируют в течение периода времени, достаточного для удаления объема воздуха, как минимум, в 10 раз превышающего объем камеры. Продувка предназначена для удаления любых токсичных продуктов сгорания и любого топлива, которое могло просочиться из питающих магистралей и которое способно создавать взрывоопасную атмосферу.

8.1.4 Заправка газопровода

Закрывают дренажные клапаны питающей магистрали и открывают клапаны подачи топлива, чтобы заправить систему пропановым газом под рабочим давлением до камеры, но не внутрь нее. Пропан в горелки должен подаваться путем открытия последнего клапана системы непосредственно перед каждым испытательным воздействием. Датчики высокого и низкого давления должны быть установлены на значения, максимально приближенные к рабочему давлению, чтобы обеспечить остановку системы при отказе подачи газа.

8.1.5 Подтверждение условий воздействия на обнаженный манекен

Перед воздействием на обнаженный манекен необходимо убедиться, что температура всех датчиков манекена стабильна в течение не менее 1 мин (см. 8.3, С.3 и С.4).

Все датчики должны иметь температуру ниже 38 °С.

Средняя температура всех датчиков должна быть ≤ 32 °С.

Все датчики должны иметь температуру свыше 15 °С.

Примечание — В регионах, где можно ожидать экстремально высокие или низкие температуры, система будет стремиться к тепловому равновесию с местными условиями, и поэтому может потребоваться регулировка начальной температуры. Комнатная температура может быть отрегулирована по мере необходимости.

При калибровке воздействия на обнаженный манекен испытательное открытое пламя должно воздействовать в течение 4 с или в течение периода времени испытания, указанного в стандарте на продукцию, если он меньше 4 с. Необходимо убедиться, что расчетные значения падающего теплового потока для датчиков манекена соответствуют всем трем требованиям распределения, указанным в 5.7.4.4.

Если расчетный падающий тепловой поток или его изменчивость не соответствуют техническим требованиям, необходимо определить причину отклонений и исправить их, прежде чем приступать к испытаниям образцов.

Как минимум, необходимо проверить падающий тепловой поток воздействия на обнаженный манекен в начале и конце рабочего дня. Если средний воздействующий падающий тепловой поток для условий испытания отличается более чем на ± 5 % между первоначальной калибровкой воздействия на обнаженный манекен и следующей калибровкой воздействия на обнаженный манекен (например, если была завершена первоначальная калибровка 82 кВт/м^2, то следующая калибровка должна быть в пределах ± 5 % от 82 кВт/м^2), необходимо записать этот вывод и рассмотреть возможность повторения последовательности испытаний образцов, проведенных между калибровками воздействия на обнаженный манекен. Любой средний тепловой поток воздействия, превышающий этот предел, не считается действительным. Возможно, потребуется повторение воздействия на обнаженный манекен, чтобы определить причины. Потенциальными проблемами являются грязные датчики, засорение грязью проточных отверстий, регуляторы давления, не удерживающие заданные значения, и электромагнитные клапаны, не реагирующие должным образом.

Было установлено полезным периодически контролировать общую производительность системы путем испытания эталонной одежды. Это должно быть сделано во время последовательности испытания одежды. Рекомендуется, чтобы эталонная одежда была испытана в качестве первого испытуемого изделия после того, как было установлено требуемое воздействие на обнаженный манекен. Если расчетный тепловой поток или изменчивость значений теплового потока датчиков манекена не находятся в пределах, соответствующих двум среднеквадратическим отклонениям, полученных в результате предыдущих испытаний той же эталонной одежды, необходимо определить причину отклонений и исправить их, прежде чем приступить к испытанию образцов. Оптимальная периодичность проведения таких периодических испытаний эталонной одежды устанавливается и основывается на опыте.

Полную падающую энергию при воздействии на обнаженный манекен записывают как показатель повторяемости. Если полная падающая энергия изменяется на ± 5 %, то устанавливают причины этого и повторяют воздействие на обнаженный манекен для подтверждения соответствия.

8.2 Порядок проведения испытания образцов

8.2.1 Общие требования

Выполняют следующие действия, чтобы провести испытание на манекене, оснащенном приборами, и подготовить протокол испытания. Прежде чем одевать манекен, необходимо убедиться, что температура всех датчиков манекена, за исключением тех, которые не будут включены в анализ, соответствует требованиям 8.1.5 (см. 8.3, С.3 и С.4).

8.2.2 Одевание манекена

При одевании манекена должны использоваться следующие рекомендации. В тех случаях, когда отклонения необходимы или целесообразны для того чтобы, согласовать конкретные комплекты одежды, представить конкретное конечное использование или оценить конкретные особенности одежды, эти отклонения должны быть отмечены. Отклонения от требований к одеванию должны быть включены в протокол испытания.

Комплекты одежды, состоящие из рубашки и брюк, должны быть скомпонованы так, чтобы рубашка была заправлена в пояс брюк.

Все имеющиеся застежки одежды, включая, но не ограничиваясь, основные передние застежки, застежки воротника и застежки манжет на запястьях и лодыжках, должны быть застегнуты. Там, где это возможно, застежки должны быть полностью застегнуты. Регулируемые застежки должны быть отрегулированы для плотного прилегания в пределах предполагаемого диапазона закрытия.

Пояса должны плотно прилегать к талии манекена. В тех случаях, когда размер или элементы одежды препятствуют правильному расположению или подгонке пояса, допускается затягивать или ослаблять пояс по мере необходимости.

При испытании комплектов одежды с последовательными наборами регулируемых элементов, включая повторения однопредметных комплектов, должны проводиться соответствующие измерения для обеспечения того, чтобы каждый элемент был отрегулирован последовательно для каждого испытания. Соответствующие измерения будут варьироваться для различных типов регулировки, но должны быть указаны положения или длины перекрытия для текстильных застежек, длины вытянутых шнурков или уменьшения в измерениях одежды для регулируемых эластичных лент.

Комплекты одежды, имеющие воздухопроницаемые зоны (вентиляционные отверстия), которые могут быть функционально открыты или закрыты, должны быть закрыты.

Одежда, надеваемая под верхнюю одежду, не должна использоваться, если она не указана в качестве части оцениваемого комплекта одежды, в стандарте на продукцию или согласно другим требованиям.

Примечание — Если было указано, что для конкретного применения или это требуется изготовителем испытуемой одежды или комплекта, что одежда или комплекты должны быть испытаны совместно с футболкой и трусами или другой одеждой, надеваемой под верхнюю одежду, то на манекен надевают футболку и трусы или другую заявленную одежду, надеваемую под верхнюю одежду. Может потребоваться разрезать футболку или другую одежду, надеваемую под верхнюю одежду, на спине для легкого надевания. Целостность после разреза восстанавливают с помощью огнестойкой застежки, такой как металлические скобы или огнестойкие нитки. Необходимо убедиться, что скобы не будут находиться в непосредственном контакте с датчиком манекена.

Одежду, которую необходимо разрезать, чтобы приспособить ее к надеванию на манекен, должна быть разрезана таким образом, чтобы внесенное изменение влияло на как можно меньшее количество датчиков на манекене. Если в связи с конкретными требованиями или конфигурацией одежды произ-

водится иное изменение, то должны быть отмечены как это изменение, так и его цель. Разрез в одежде или комплекте восстанавливают с помощью огнестойкой застежки, такой как металлические скобы или огнестойкие нитки, как можно более приближено к реальным условиям ношения.

Проверяют положение манекена и его рук, как это требуется в 5.2.

Делают визуальную запись испытуемого образца спереди и сзади, после того как он был надет на манекен.

8.2.3 Запись идентификации образца, условий испытаний и наблюдений за ходом испытаний

Следующие элементы должны быть записаны:

a) стандарт на продукцию или цель испытания;

b) идентификационный номер испытания;

c) идентификация образца, включая описание требуемых футболки, трусов или другой одежды, надеваемой под верхнюю одежду;

d) условия испытания;

e) наблюдения за ходом испытания;

f) длительность воздействия;

g) время сбора данных;

h) фотография испытуемого образца спереди и сзади, когда он был надет на манекен (см. 8.2.10);

i) видео испытательного воздействия и после горения, если такое имеется (см. 8.2.5);

j) фотография испытуемого образца спереди и сзади после воздействия пламени;

k) если проводится испытание комплекта, то до и после испытания записывают наблюдения за местами контакта отдельных изделий для оценки перемещения, усадки и т.п.;

l) если пламя проникло внутрь или под одежду;

m) любая другая информация, относящаяся к серии испытаний.

8.2.4 Подтверждение безопасных условий функционирования и зажигания дежурного пламени

Необходимо убедиться, что все требования безопасности были соблюдены, и можно безопасно приступить к воздействию на образец.

Когда все требования безопасности будут выполнены, зажигают дежурное пламя и убеждаются, что дежурное пламя зажигания на каждой горелке, которая будет использоваться при испытании, действительно горит. Рекомендуется, чтобы наличие каждого дежурного пламени было подтверждено визуально, прежде чем продолжить дальнейшее испытание.

8.2.5 Запуск системы записи изображений

Запускают систему записи изображений в режиме реального времени (т. е. видео), используемую для визуального документирования каждого испытания в начале испытания и при завершении, в конце периода сбора данных.

8.2.6 Установка продолжительности сбора данных по теплопередаче

Период сбора данных при воздействии на образец должен составлять не менее 60 с. Период сбора данных при воздействии на обнаженный манекен должен составлять 20 с.

Период сбора данных может быть скорректирован и должен быть достаточным для обеспечения того, что вся энергия, накопленная в образце, была выделена на манекен и в окружающую манекен среду. Необходимо убедиться, что период сбора данных является достаточным, проверив расчетную переданную энергию от всех датчиков манекена, чтобы подтвердить, что она достигла определенного уровня и не продолжает расти в конце периода сбора данных. Если количество переданной энергии не является постоянным в течение последних 20 с периода сбора, то увеличивают период сбора для достижения этого требования и повторяют испытание с новым образцом.

Примечание — Опыт испытания однослойных комбинезонов (примерно 300 г/м^2) показывает, что в большинстве случаев достаточно 60-секундного периода сбора данных. Одежда большего веса, например одежда пожарного, обычно требует более длительного периода сбора данных для рассеивания энергии, накопленной в одежде, в окружающую среду и на корпус манекена, поэтому система сбора данных должна быть способна получать данные не менее 240 с (см. 5.3).

8.2.7 Воздействие на испытуемый образец

Время воздействия, за которое одежда или комплект должны быть оценены, должно быть указано либо в соответствующем стандарте на продукцию, либо должно быть указано изготовителем или пользователем для конкретного назначения или в технических заданиях.

Примечание — Настоящий метод испытания может использоваться для других целей, таких как исследование материалов и конструкций одежды, сравнение комплектов одежды или оценка любой одежды или комплекта на соответствие конкретному назначению, стандартам конечного пользователя или техническим заданиям.

Приступают к испытательному воздействию на системе управления, например, нажатием соответствующей компьютерной клавиши. Система управления горелками должна работать совместно с системой сбора данных для открытия/закрытия необходимых газовых клапанов, запуска/остановки сбора данных и включения вентиляторов вентиляции после завершения воздействия. Одна «команда» должна действовать для запуска последовательности воздействия и сбора данных. Наблюдают и записывают время, интенсивность и локализацию остаточного горения на испытуемом образце после того, как горелки погаснут.

Время воздействия — это время от первоначального открытия ближайшего к горелке клапана до закрытия того же клапана.

8.2.8 Запись замечаний о поведении образца

Записывают любые замечания о реакции испытуемого образца на воздействие. Они могут включать в себя, но не ограничиваться, относительную интенсивность остаточного горения и время его наличия на испытуемом образце, образование дыма и усадку материала, обугливание или наблюдаемое разрушение. Эти замечания должны быть включены в протокол испытания.

8.2.9 Расчет поверхностного падающего теплового потока и переданной энергии

Выполняют расчеты, необходимые для определения теплового потока и переданной энергии на поверхность манекена (см. 5.5, приложения C и D), и данную информацию помещают в файл базы данных результатов испытаний и/или распечатывают данные результаты, которые являются частью протокола испытаний (см. раздел 9).

Примечание — Данные операции могут быть выполнены сразу после испытания или отложены для последующей обработки.

8.2.10 Фотографии

Прежде чем дотронуться до испытуемого образца или раздеть манекен, делают фотографию испытуемого образца на манекене, как минимум, спереди и сзади. Дополнительные записи визуального изображения во время снятия испытуемого образца с манекена являются необязательными. См. 8.2.3 в отношении элементов, подлежащих записи.

8.3 Подготовка к следующему испытательному воздействию

Необходимо убедиться, что калибровки с использованием воздействия открытого пламени на обнаженный манекен были выполнены в соответствии с 8.1.5.

После каждого испытания образца датчики манекена должны быть проверены на наличие повреждений и/или скопления продуктов разложения на поверхности.

Если датчики манекена слишком горячие, то допускается использование вентиляционного(ых) вентилятора(ов) или систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) для их охлаждения согласно требованиям 8.1.5. Контролируют состояние датчиков; они должны оставаться стабильными после остановки механической системы охлаждения, чтобы минимизировать потенциальную погрешность из-за повышенной внутренней температуры или температурных перепадов на корпусе манекена. Осматривают манекен и его датчики, чтобы убедиться, что они чисты от любых разлагающихся материалов, и что датчики манекена не имеют никаких визуальных признаков повреждения.

При наличии отложений очищают манекен и его датчики в соответствии с 8.1.2.2.

Примечание 1 — Очистку при воздействиях на обнаженный манекен можно проводить не только после каждой серии испытаний, но и чаще, чтобы обнаружить эффект потенциального накопления отложений и действовать соответственно для очистки датчиков, чтобы они оставались соответствующими техническим требованиям 5.7.4.4 в конце серии испытаний.

Поврежденные или неработающие датчики манекена должны быть отремонтированы или заменены при обнаружении (см. 8.1.2.1).

Примечание 2 — Для проверки надлежащего функционирования датчиков манекена можно использовать мобильные эталонные источники тепла. Также, отслеживание реакции датчика манекена во время воздействий на обнаженный манекен может быть использовано для определения его состояния. Кроме того, использование эталонной одежды, испытываемой через определенные интервалы времени, может помочь контролировать состояние системы «манекен» и ее датчиков.

Необходимо убедиться, что манекен и датчики манекена сухие, и при необходимости высушить их, например, с помощью вентиляционного(ых) вентилятора(ов), перед проведением следующего испытания, т.е. перед повторением процедуры испытания с 8.1 и далее.

Для полной оценки одежды или комплекта процедура испытания должна повторяться для каждого из числа испытуемых образцов, требуемых в соответствии с 6.2.

9 Протокол испытаний

9.1 Общие требования

Указывают, что испытание проводилось в соответствии с настоящим стандартом, и записывают любые отклонения от настоящего метода испытания.

Протокол испытаний должен содержать информацию о местном атмосферном давлении, наружной температуре, относительной влажности воздуха, направлении и скорости ветра, поступающую с местной метеорологической станции в пределах 10 км от испытательной установки. Если это недоступно, то допускается записывать температуру и относительную влажность воздуха внутри камеры в начале испытания.

Информация, описанная в 9.2—9.5, должна быть включена в протокол испытаний.

9.2 Идентификация образцов

Описывают образец (образцы) в контексте следующей информации, если применимо: тип одежды/комплекта, порядок слоев в многослойных образцах, размер, фактическая поверхностная плотность материала, вид волокна, цвет, а также нестандартные характеристики одежды и конструктивные характеристики. Включают описание в отношении состояния образца такое, как предварительная обработка компонентов одежды/комплекта, проводилась ли стирка, использовалось ли любое нательное белье во время испытания, любые отверстия и/или разрезы, которые были сделаны в одежде/комплекте для размещения кабельных соединений.

Примечание — Используют процедуру, описанную в ISO 3801, если требуется фактическая поверхностная плотность материала.

9.3 Условия воздействия

Записывают и протоколируют информацию, описывающую условия испытательного воздействия на обнаженный манекен и полученные результаты, включая следующее:

a) длительность воздействия на обнаженный манекен;

b) длительность сбора данных при воздействии на обнаженный манекен;

c) средний воздействующий тепловой поток для всего манекена при воздействии на обнаженный манекен и стандартное отклонение, определенное при воздействии на обнаженный манекен до и после каждой серии испытаний;

d) подтверждение того, что за время воздействия на обнаженный манекен все три требования к распределению теплового потока, изложенные в 5.7.4.4, были выполнены (т. е. значения, показывающие соответствие, должны быть записаны или запротоколированы).

Для каждого испытания образца на воздействие записывают и протоколируют информацию, которая описывает условия воздействия, включая:

- длительность воздействия;
- продолжительность сбора данных;
- любую другую информацию, относящуюся к условиям воздействия, которая может помочь в интерпретации результатов испытания образца (см. 8.2.3 и 8.2.8).

9.4 Результаты по каждому образцу

9.4.1 Общие требования

Все результаты согласно настоящему стандарту основаны на поглощенном тепловом потоке поверхностью манекена в течение периода сбора данных. Для каждого воздействия (см. 6.2) данные о поглощенном тепловом потоке должны сохраняться в интервалах, пригодных для дальнейшей оценки (например, оценка риска ожога в соответствии с ISO 13506-2). Это означает, что на каждый датчик должно приходиться не менее 10 показаний в секунду. Частота дискретизации должна быть записана.

На основе сохраненных данных о падающем тепловом потоке должны быть рассчитаны и запротоколированы данные о результатах испытаний и значения, указанные в 9.4.2—9.4.5.

9.4.2 Данные по тепловому потоку каждого датчика манекена

a) Должна быть записана таблица из средних поглощенных тепловых потоков по каждому датчику манекена за весь период сбора данных.

Примечание — Обработку шума при показаниях падающего теплового потока и отрицательных значениях теплового потока производят в соответствии с поправкой, применяемой для переданной энергии (см. приложение D);

b) должна быть записана таблица из максимальных поглощенных тепловых потоков по каждому датчику манекена (за исключением непокрытых датчиков манекена);

c) должна быть запротоколирована таблица данных по поглощенному тепловому потоку и среднеквадратичному отклонению по каждой части тела (за исключением непокрытых датчиков манекена).

9.4.3 Переданная энергия

Переданная энергия в соответствии с приложением D.

a) Должна быть записана таблица из значений переданной энергии по каждому датчику манекена за весь период сбора данных (без учета отрицательных значений теплового потока для расчета среднего значения и без учета непокрытых датчиков манекена);

b) должна быть запротоколирована таблица значений полной переданной энергии по каждой части тела (за исключением непокрытых датчиков манекена);

c) должна быть запротоколирована полная переданная энергия манекена (за исключением непокрытых датчиков манекена).

9.4.4 Коэффициент передачи энергии

Коэффициент передачи энергии в соответствии с приложением D.

a) Должна быть записана таблица из коэффициентов передачи энергии по каждому датчику манекена за весь период сбора данных (без учета отрицательных значений теплового потока для расчета среднего значения и без учета непокрытых датчиков манекена);

b) должна быть запротоколирована таблица коэффициентов передачи энергии по каждой части тела (за исключением непокрытых датчиков манекена);

c) должен быть запротоколирован общий коэффициент передачи энергии манекена (за исключением непокрытых датчиков манекена).

9.4.5 Иная информация, которая может быть запротоколирована

a) Схема манекена, показывающая расположение каждого датчика манекена и количество переданной энергии к каждому датчику манекена;

b) схема манекена, показывающая расположение и величину коэффициента передачи энергии.

9.5 Наблюдения

Любые наблюдения о результатах воздействия на испытуемый образец записывают в протоколе испытаний. Эти наблюдения могут включать, но не ограничиваться:

a) интенсивность, время и локализация остаточного горения и/или тления;

b) образование дыма;

c) физическая стабильность испытуемого образца, включая изменение размеров (если таковые имеются);

d) любые другие наблюдения, которые служат для интерпретации результатов, описывающие эксплуатационные характеристики испытуемого образца;

e) в тех случаях, когда испытывается комплект, протоколируют любые наблюдения посредством визуальной оценки областей, покрываемых испытуемым образцом, независимо от того, содержат ли они датчики или нет. Для мест контакта отдельных изделий испытуемых комплектов метод испытания ограничивается визуальным осмотром. Остальные наблюдения и свидетельства собирают в отношении общего поведения испытуемого образца во время и после воздействия по фотографиям и видеозаписям одежды или полного комплекта на манекене, сделанным до, во время и после воздействия пламени.

Обеспечивают наблюдения с помощью записи визуального изображения [см. перечисления h), i) и j) 8.2.3].

Приложение А
(справочное)

Рекомендации по проведению испытаний и использованию результатов испытаний

А.1 Особое внимание должно уделяться планированию испытаний и интерпретации результатов испытаний с использованием настоящего метода испытания. В А.2—А.7 изложены некоторые вопросы, которые следует учитывать при планировании испытаний и/или интерпретации результатов, полученных при использовании настоящего метода испытания.

А.2 Посадка образца на манекене будет иметь значительное влияние на эксплуатационные характеристики образца. Воздушная прослойка между слоем(ями) одежды и поверхностью манекена обеспечивает значительное количество изоляции. Данная воздушная прослойка может варьироваться по всей одежде относительно поверхности манекена. По этой причине очень важно, чтобы крой одежды и ее размеры были идентичны при сравнении различных материалов одежды или комплектов.

А.3 Конструкция одежды или комплекта с точки зрения размещения застежек, высоты воротника, низа рукавов, обработки манжет брюк, карманов и наличия подкладок или усилительных накладок будет оказывать значительное влияние на эксплуатационные характеристики одежды. Области, имеющие дополнительные материалы, вероятно, обеспечат большую изоляцию, чем другие области одежды. По этой причине очень важно использовать один и тот же основной материал в одежде, чтобы определить различия в эксплуатационных характеристиках одежды, зависящие от конкретных конструкций. Необходимо обращать внимание, что у некоторых материалов может быть значительная взаимосвязь между свойствами материала и конструкцией одежды. Потребуется оценка нескольких конструкций с использованием нескольких различных материалов для достижения желаемых эксплуатационных характеристик.

А.4 Использование одежды, надеваемой под верхнюю одежду, или другой дополнительной одежды будет влиять на результаты испытаний. Например, использование нательного белья при испытании одежды может обеспечить дополнительную теплоизоляцию и привести к повышению эксплуатационных характеристик по сравнению с испытаниями, в которых нательное белье не используется. Поэтому при сравнении результатов испытаний различной одежды важно, чтобы все условия испытаний, включая использование одежды, надеваемой под верхнюю одежду, были идентичны. Предполагается, что значительное снижение переданной энергии произойдет при ношении футболки и трусов под однослойным комбинезоном. Если футболки и трусы используют под испытуемым образцом, то с точки зрения безопасности рекомендуется, чтобы материал, используемый в их конструкции, был неплавящийся, например хлопчатобумажный или огнестойкий. Использование нательного белья может увеличить неопределенность в результатах.

Примечание — Если футболки и трусы используют под испытуемым образцом, то эта одежда должна быть аналогичной используемой на практике, принимая во внимание, что если, например, используется нательное белье на основе полиэстера, оно может расплавиться во время испытания и, следовательно, уменьшить переданную энергию манекену.

А.5 Испытание проводят только в статичных условиях. Манекен не перемещают, в то время как в реальных условиях эксплуатации ношение одежды может вызывать значительное перемещение и влиять на результаты испытаний.

А.6 Хотя метод испытания разработан таким образом, чтобы обеспечить одинаковый средний тепловой поток воздействия на манекен, вариации в уровнях воздействия пламени и теплового потока могут привести к вариабельности эксплуатационных характеристик одежды для одних и тех же условий испытаний и испытуемой одежды. Это изменение может быть определено только путем проведения многократных испытаний одной и той же одежды (конструкции и материала) в одних и тех же условиях воздействия.

А.7 Результаты испытаний могут быть использованы для сравнения различных материалов, конструкций одежды, прототипов одежды и потенциальных воздействий. В ходе испытаний оценивают одежду в контролируемых лабораторных условиях. Случайное воздействие открытого пламени на специальную одежду в полевых условиях включает в себя различные условия воздействия, которые не могут быть смоделированы с помощью этого метода испытания.

Приложение В
(справочное)

Анализ данных межлабораторного испытания

В.1 Межлабораторное испытание по данному методу было проведено с использованием однослойной испытуемой одежды, изготовленной из трех различных материалов, и боевой одеждой пожарного. Двенадцать лабораторий по всему миру приняли участие в межлабораторных сравнительных испытаниях, организованных ISO/TC 94/SC 13.

В.2 Испытанные материалы

Примечание — За время межлабораторных сравнительных испытаний были использованы три комбинезона 52-го размера производства from PWG Bedrijfveilige Kleding B.V (gost.e-ecolog.ru брюки с курткой пожарного производства NOVOTEX-ISOMAT Schutzbekleidung GmbH, gost.e-ecolog.ru , email: info@novotex-isomat.de*.

Таблица В.1 — Одежда, испытанная при проведении межлабораторного испытания

Обозначение одежды	Материал	Номер эталона	Поверхностная плотность
A	Арамид (DuPont™ Nomex® [a] Comfort), голубой цвет	B200X2	260 г/м^2
B	Хлопок с огнестойкой отделкой (Proban® [b]), темно-синий цвет	B200X3	335 г/м^2
C	Модакрил/хлопок/антистатическое волокно (54/45/1 %), оранжевый цвет	B200X4	325 г/м^2
D	Куртка и брюки пожарного (Ткань, состоящая из 75 % Nomex® Tough, 23 % Kevlar® [c] и 2 % антистатического углеродного волокна, мембрана Sympatex, покрытая флисом, состоящим из 50 % арамидного и 50 % огнезащищенного вискозного волокна)	Арт. 11—336	Куртка: 2,3 кг Брюки: 1,5 кг Общий вес: 3,8 кг

[a] Nomex — это торговое наименование продукта, поставляемого компанией DuPont. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

[b] Proban — это торговое наименование продукта, поставляемого компанией Solvay. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

[c] Kevlar — это торговое наименование продукта, поставляемого компанией DuPont. Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

- Одежда A: Однослойная, 4 с воздействия при тепловом потоке 84 кВт/м^2, время измерения 120 с;
- одежда B: Однослойная, 4 с воздействия при тепловом потоке 84 кВт/м^2, время измерения 120 с;
- одежда C: Однослойная, 4 с воздействия при тепловом потоке 84 кВт/м^2, время измерения 120 с;
- одежда D: Комплект пожарного, 8 с воздействия при тепловом потоке 84 кВт/м^2, время измерения 240 с.

В.4** Все лабораторные испытания проводились на одежде с идентичной конструкцией. Каждая лаборатория испытывала каждый из четырех различных образцов материалов в виде трех образцов изделий в заданном случайном порядке (всего 12 испытаний для каждой лаборатории).

В.5 Время измерения для оценки переданной энергии для однослойной одежды составляло 120 с, а для комплекта пожарного — 240 с.

* Эта информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ISO данного продукта. Эквивалентные продукты могут быть использованы, если они продемонстрированы как достигшие аналогичных результатов.

** В.3 отсутствует. Ошибка от оригинала.

В.6 Общие результаты межлабораторных испытаний по переданной энергии приведены в таблице В.2. Применялся статистический анализ в соответствии с ISO 5725 (все части).

Таблица В.2 — Сводные данные о точности испытаний с использованием манекена, оснащенного приборами

Одежда	Переданная энергия, кДж			
	avg.	S_r	S_R	Количество лабораторий
A	271,2	11,0	69,3	12
B	279,2	29,7	98,9	12
C	291,5	8,4	70,6	12
D	236,4	7,8	50,1	12

avg. — среднее значение средней полной переданной энергии, запротоколированное каждой лабораторией на основе площади, покрытой датчиками.

S_r — стандартное отклонение повторяемости (для точности внутри лаборатории).

S_R — стандартное отклонение воспроизводимости (для точности между лабораториями).

Примечание — Стандартные отклонения усугубляются из-за ошибок смещения в данных и из-за некоторых лабораторий, имевших длительность воздействия, превысивших требуемое воздействие на 0,2—0,4 с.

В.7 Подробный отчет находится в секретариате ISO/TC 94/SC 13/WG 2 [N108 окончательный проект ISO 13506-1 Non Confidential (16.02.2016)]. Отчет включает в себя подробный протокол испытания, а также более подробную информацию об одежде и о том, где она была заказана. Межлабораторные сравнительные испытания также включали дополнительные оценки, касающиеся калибровки датчиков, реакции датчиков и воздействия на обнаженный манекен, которые могут помочь настроить испытательную систему в соответствии с настоящим стандартом и ISO 13506-2.

Приложение С
(обязательное)

Процедура калибровки

С.1 Принципы калибровки

Из-за сложности системы «манекен» калибровка имеет решающее значение для достижения повторяемых и воспроизводимых результатов в различных лабораториях мира. Калибровка делится на четыре части, которые должны быть выполнены в следующем порядке для достижения оптимальных результатов: калибровка датчика, выравнивание расстановки стоек горелок для охвата пламенем, калибровка воздействия на манекен и, наконец, проверка выходного сигнала системы, когда датчик подвергают воздействию известного входного сигнала.

Датчики манекена используют для измерения интенсивности воздействия открытого пламени и тепловой энергии, переданной манекену за время воздействия.

С.2 Калибровка датчика

С.2.1 Датчики манекена используют для установки интенсивности воздействия открытого пламени и предоставления данных для расчета энергии, переданной манекену за время и после воздействия. Калибровку датчиков манекена производят с использованием однорежимных источников, таких как газовая панель теплового излучения, откалиброванная лампа накаливания или излучающее черное тело, которые должны быть откалиброваны с помощью откалиброванного датчика теплового потока Шмидта-Белтера или Гардона.

Примечание — Хотя это и не рекомендуется, может использоваться тепловая пушка или горелка Мекера (со значительной конвективной теплотой), но потребуется дополнительная калибровка. Определение температуры воздуха на выходе из пушки или температуры пламени как функции времени, температуры поверхности калибруемого датчика как функции времени и коэффициента конвективной теплоотдачи датчика как функции времени требуется наряду с соответствующей фиксацией расчетного режима, необходимой для измерения конвективной теплопередачи. Многие конструкции датчиков манекена теплового потока имеют зависящие от температуры коэффициенты конвективной теплопередачи, которые требуют дополнительной информации по температурам для выполнения калибровки.

С.2.2 Диапазон требуемых значений теплового потока должен соответствовать условиям воздействия, испытываемым в ходе настройки испытания и испытании образцов. Как минимум, калибровочное устройство должно обеспечивать значения теплового потока для обеспечения калибровки в диапазоне от 8 кВт/м^2 до 30 кВт/м^2 под одеждой и от 80 кВт/м^2 до 100 кВт/м^2 для воздействия на обнаженный манекен. Калибровка датчиков должна быть завершена примерно при 8 кВт/м^2, 15 кВт/м^2 и 30 кВт/м^2, чтобы показать, что он воспроизводит тепловую кривую эталонного датчика (см. рисунок С.1), и проверяют линейность, а также что он надлежащим образом реагирует на источник тепла в соответствии с ISO 6942, систему кварцевых ламп или газовые нагревательные панели.

При значениях ниже 8 кВт/м^2 должны быть сделаны поправки на конвективные тепловые потери, обусловленные геометрией свободного пространства (непокрытый датчик в вертикальной ориентации, подвергающийся воздействию источника теплового излучения), главным образом в процентах от полной потребляемой энергии, теряемой на поверхности датчика. Несмотря на то, что это происходит в ожидаемом режиме теплового потока при испытании на манекене, датчик находится в совершенно другой геометрии (без материала на поверхности) с другим разделением режимов теплопередачи. Данную коррекцию не выполняют на манекене под испытуемыми образцами, поэтому любая сгенерированная «калибровочная кривая», сделанная подобным образом с непокрытыми датчиками, не будет отражать эксплуатационные характеристики ткани.

При значениях выше 40 кВт/м^2 не существует подходящего калориметра с прослеживаемой реакцией; поэтому калибровка подобным образом является проблематичной для контрольного эталона. Как минимум, датчики должны быть откалиброваны с использованием только источника теплового излучения в трех точках ожидаемого диапазона воздействия на манекен (от 8 кВт/м^2 до 30 кВт/м^2). При низких уровнях воздействия следует внести поправку на конвективные потери. Датчики должны иметь точность при испытаниях ±5 % относительно эталонного датчика. Датчик манекена, калиброванный с помощью NIST или эквивалентного эталонного датчика, должен находиться в пределах 0,2 с от времени реакции эталонного датчика и должен достигать минимального теплового потока 80 кВт/м^2 при воздействии чистого излучения 84 кВт/м^2 в течение 1 с.

Примечание 1 — Динамическая реакция датчика теплового потока, используемого для испытания на термоманекене, зависит от многих элементов, включая конструкцию чувствительного элемента и его тепловую инерцию. Для датчиков на основе термопар желательны конструкции, которые минимизируют тепловую инерцию в компоненте термопары. Они включают в себя встроенные конструкции (соединение основано на площади поверхностного контакта каждого провода, независимо подключенного через промежуточный теплопроводящий материал — для достижения миллисекундной временной шкалы с большими диаметрами проводов, например 0,3 мм и менее, конструкция с самой быстрой реакцией), соединение провода сваркой встык (переходная реакция, связан-

ная с диаметром провода 0,18 мм и менее, приводят к времени реакции ~150 мс или лучше) и соединение провода сваркой с образованием (наплавленного) валика (размер валика 0,12 мм и меньше, приводят к времени реакции ~150 мс или лучше).

Примечание 2 — Различные датчики по-разному реагируют на падающую энергию (приблизительно 60 % конвективной энергии при падающем воздействии на обнаженный манекен). Принимают меры, чтобы не проводить поправку поглощенной энергии под испытуемым образцом одежды, так как ей не хватает большого конвективного компонента при воздействии на обнаженный манекен.

Примечание 3 — В зависимости от способа расчета теплового потока для каждого конкретного датчика могут потребоваться соответствующие поправки для учета различных режимов теплопередачи или поправки на смещение (см. приложение D).

Пример кривых теплового потока при 15 кВт/м^2 [ось x, слева: тепловой поток (кВт/м^2), справа: температура (°C), ось y: время (с)]

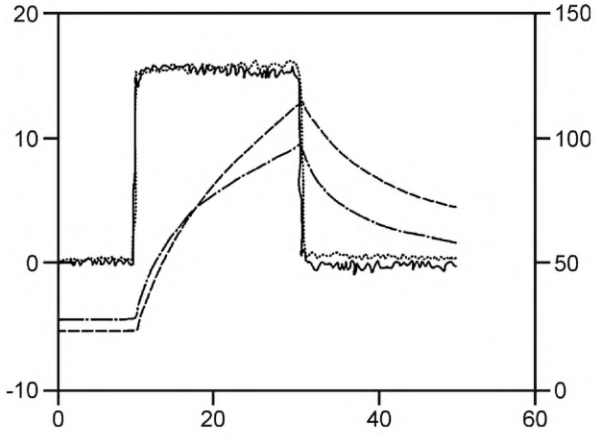


Рисунок С.1 — Хорошая реакция датчика

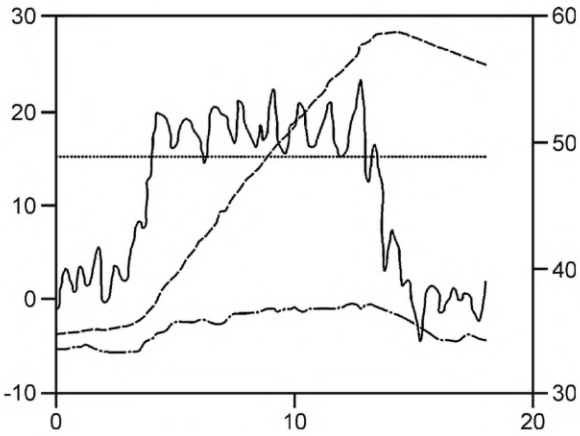


Рисунок С.2 — Плохая реакция датчика

Эталонный датчик и датчик манекена должны быть измерены либо:

a) параллельно, чтобы обеспечить лучшую оценку базовой линии, реакции датчика и измеренного теплового потока (если испытания проводят с датчиками параллельно, то должно быть проведено отдельное исследование, показывающее, что измерения теплового потока в каждом месте, где датчики установлены, находятся в пределах ± 2,5 % относительно друг друга), либо

b) последовательно (если испытания проводят последовательно, то отдельным исследованием должно быть показано, что последовательные измерения теплового потока находятся в пределах 2,5 % относительно друг друга, и что в конце калибровочной серии тепловой поток остается таким же, как и в начале).

Измерения эталонного датчика и датчика манекена должны показывать сопоставимость в зоне прямоугольной формы (на графике).

Как базовая линия, так и кривые датчика не должны показывать чрезмерный шум (см. рисунок С.2).

После того, как данная хорошая повторяемость была показана, один тепловой поток может быть выбран для калибровки всех датчиков с использованием вышеуказанной системы. Для одного и того же датчика хорошая повторяемость должна находиться в пределах от 5 % до 10 % вариации полученного калибровочного значения.

Должна проводиться запись калибровок датчиков манекена в течение всего срока их эксплуатации, при этом только самые последние калибровки используют при воздействии на обнаженный манекен для установления условий воздействия и испытания образцов.

Примечание 4 — Некоторые конструкции датчиков манекена демонстрируют различную чувствительность и реакции на ожидаемые режимы теплопередачи, испытываемые в настоящем методе испытания (проводимость, конвекция и излучение). Для правильной оценки и выполнения калибровок необходимо всестороннее понимание используемой технологии датчика манекена, поскольку тепловой поток на поверхности манекена состоит из сложных режимов теплопередачи, соотношения каждого из которых меняются во времени.

Примечание 5 — Под прослеживаемостью подразумевается, что коммерческое устройство измерения теплового потока имеет свою калибровку, которая прослеживается до национальных лабораторий, которые устанавливают стандарты для измерения температуры и теплового потока, например NIST, BSI, DIN и т.д.

Примечание 6 — Калибровку датчика манекена в соответствии с С.2.1 выполняют в один этап с постоянным тепловым потоком. Поведение датчика в динамических ситуациях может отличаться от поведения при воздействии на обнаженный манекен.

Примечание 7 — Было обнаружено, что излучающие черные тела с рабочими температурами до 900 °С охватывают этот диапазон.

С.2.3 Испытывают тип датчика манекена, используемого в манекене, чтобы убедиться, что реакция теплового потока откалибрована для использования в пределах диапазона падающих при воздействии на обнаженный манекен и поглощенных тепловых потоков, образующихся также под испытуемом образцом (см. С.2.1 и С.2.2). Если реакция линейна, но не находится в пределах 2,5 % от известной калибровочной энергии воздействия, включают поправочный коэффициент для конкретного режима энергии, к которому применяют расчеты теплового потока (падающий при воздействии на обнаженный манекен или поглощенный тепловой поток, ожидаемый под испытуемым образцом). Если реакция не линейна и не находится в пределах 5 % от известной калибровочной энергии воздействия, определяют кривую поправочного коэффициента для каждого датчика манекена для использования в расчетах теплового потока.

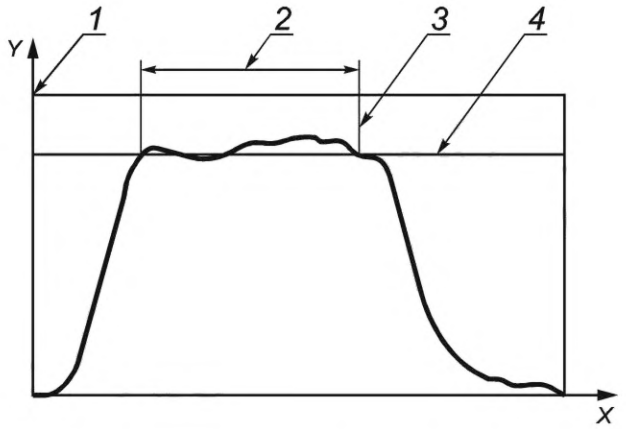
Примечание 1 — В настоящее время существуют известные эксплуатационные ограничения на эталонные устройства национальной лаборатории калибровки и сертификации, которые исключают охват всего диапазона теплового потока, возможного в настоящем методе испытания (~30 кВт/м^2 для контрольных эталонов конвективного тепла/теплового излучения). Экстраполяция, выполненная коммерческими изготовителями измерительных приборов теплового потока за пределами национальной лаборатории, приемлема для использования при калибровке датчиков манекена в ожидаемом диапазоне интенсивности.

Примечание 2 — В соответствии с межлабораторными сравнительными испытаниями, проведенными NIST, вариабельность реакции между лабораториями при измерении потока теплового излучения до 126 кВт/м^2 составляет от 2,2 % до 17 %. (Публикация специального отчета NIST N1031 [17]). Допустимые отклонения ±5 % в настоящем методе испытаний необходимо рассматривать относительно калибровки применяемых датчиков манекена.

С.2.4 Калибровку выполняют для каждого датчика манекена перед использованием нового манекена, каждый раз, когда датчик манекена ремонтируют или заменяют, и каждый раз, когда результаты, если предполагается, сместились или отличаются от ожидаемых значений.

Примечание — Калибровка датчиков манекена по одной точке подходит, если поведение датчика в диапазоне тепловых потоков, описанном в С.2.2, было определено в соответствии с С.2.3.

Средний падающий тепловой поток рассчитывают по поглощенной энергии реакции каждого датчика теплового потока в течение установившегося периода, как показано на рисунке С.3. Допускаются оба метода простого усреднения и подгонки формы.



X — время; *Y* — средний тепловой поток;
1 — начало воздействия; *2* — установившаяся область; *3* — конец воздействия; *4* — требуемая настройка

Рисунок С.3 — Определение падающего теплового потока для калибровки датчика

С.2.5 Необходимо убедиться, что значения падающего теплового потока, создаваемые калибровочным устройством, находятся в пределах ± 5 % от требуемых уровней воздействия во время калибровки, когда испытания проводят последовательно (см. С.2.2, эталонные датчики).

С.2.6 Если отдельные датчики манекена были откалиброваны вне манекена и затем установлены в манекен, то необходимо выполнить измерение теплового потока на манекене с помощью, как минимум, трех случайно выбранных датчиков манекена. В данном случае проверяют датчик манекена в соответствии с С.5. Тепловой поток, рассчитанный для каждого из случайно выбранных датчиков манекена, должен находиться в пределах ± 5 % от ожидаемого результата. На выбранные датчики манекена системы «манекен» воздействуют известным постоянным тепловым потоком с длительностью, соответствующей условиям испытания при воздействии на обнаженный манекен или при надетом испытуемом образце, и рассчитывают тепловой поток, используя установившийся период воздействия, как показано на рисунке 3.

С.2.7 Воздействующий тепловой поток должен рассчитываться с помощью одного из двух методов:

a) как среднее значение теплового потока за установившийся период воздействия, как показано на рисунке С.3. Псевдоустановившийся период измеряемого теплового потока определяют как период времени, начинающийся примерно через 1 с после начала воздействия и заканчивающийся после окончания воздействия;

b) использование эмпирической функции с отдельными датчиками, имеющими зависящие от температуры теплофизические свойства (см. ниже).

Тепловой поток допускается рассчитывать с использованием установившегося периода воздействия, как показано на рисунке 3. Установившийся период измеренного теплового потока может быть оценен путем применения соответствующей численной эмпирической функции, которая моделирует типичную экспоненциальную зависимость измеренного теплового потока на поверхности манекена с течением времени. Этот подход позволяет автоматизировать оценку и может быть использован для обнаружения нарушений или неисправных датчиков манекена в случае, если результат не будет сходиться. Эмпирическая функция может быть адаптирована к типу используемого датчика манекена.

Возможные эмпирические функции представлены ниже:

Экспоненциальный рост до наступления установившегося периода (моделирование данных по тепловому потоку от момента включения эталонного теплового потока до выключения) может быть рассчитан по формуле (С.1):

$$HF_{fit1}(t) = a \cdot \left\{1 - \exp^{\left[(t-b)/c\right]}\right\}, \quad \text{(С.1)}$$

где $HF_{fit1}(t)$ — значение эмпирической функции в момент времени t;

a, b, c — параметры, подлежащие оптимизации.

Данные эмпирические функции будут применяться от точки роста теплового потока (рисунок С.3: примерно при значении 1,8 с) до окончания воздействия пламени (начало спада теплового потока; рисунок С.3 примерно при значении 6 с).

Гиперболический тангенс (моделирование роста измеряемого теплового потока до установившегося периода) может быть рассчитан по формуле (С.2):

$$HF_{fit2}(t) = a \cdot \tanh(b \cdot t - c) - d, \quad \text{(C.2)}$$

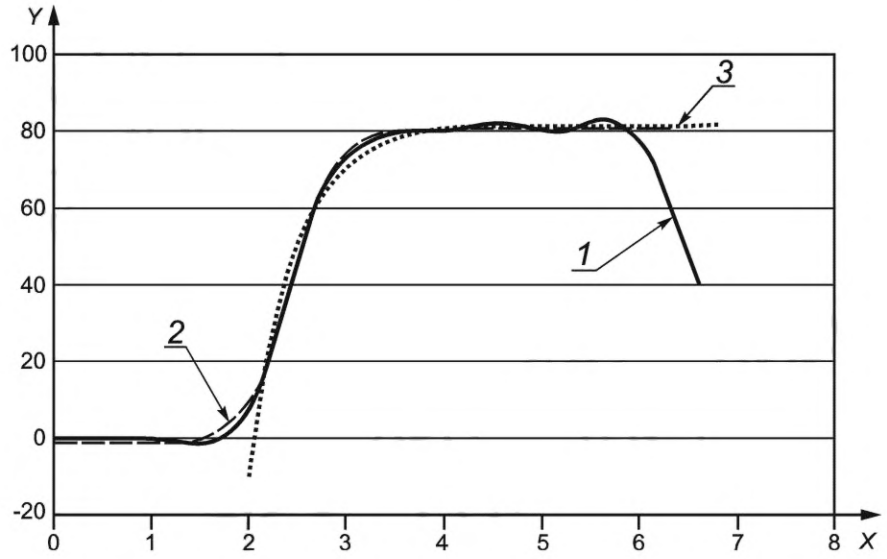
где $HF_{fit2}(t)$ — значение эмпирической функции в момент времени t;

a, b, c, d — параметры, подлежащие оптимизации.

Данная функция может применяться от начала измерения до окончания воздействия пламени (начало спада теплового потока; рисунок С.4; значение 6 с).

В обоих подходах недостающие параметры будут вычисляться с помощью соответствующих математических алгоритмов (обычно это минимизация суммы квадратов разности между измеренными и моделируемыми значениями). При правильном использовании обе функции приводят к постоянному значению в конце периода оценки.

Значение теплового потока оптимизированной эмпирической функции в момент непосредственно перед началом спада теплового потока (рисунок 3: приблизительно 6 с) равно тепловому потоку в установившемся периоде.



X — время (с);	Начало роста температуры	приблиз. 1,8 с;
Y — тепловой поток (кВт/м^2);	конец воздействия пламени	приблиз. 6,0 с;
1 — датчик;	HF_fit1 (6 с): 81,5 кВт/м^2;	
2 — датчик fit2;	HF_fit2 (6 с): 80,4 кВт/м^2;	
3 — датчик fit1	Avg. HF (от 3 до 6 с)	79,6 кВт/м^2;
	Avg. HF (от 3,5 до 5,5 с)	80,5 кВт/м^2

Примечание — Форма кривой теплового потока может зависеть от типа датчика манекена и положения датчика манекена на корпусе.

Рисунок С.4 — Пример применения эмпирической функции к набору данных

С.3 Расстановка стоек для горелок для охвата пламенем

С.3.1 Общие требования

Цель процесса калибровки расстановки стоек для горелок состоит в том, чтобы добиться равномерного поглощения пламенем всех частей манекена для достижения требований, изложенных в 5.7.4.4. Этот процесс основан как на визуальном, так и на тепловом потоке. Это также может потребовать повторения нескольких этапов более одного раза.

Примечание — В качестве примера: потребовалось 24 воздействия на обнаженный манекен для достижения приемлемого охвата пламенем манекена, как показано в таблице С.1. Различные этапы, отличные от воздействия на обнаженный манекен, разъясняются ниже:

a) позиционирование стоек горелок и положения горелок;

b) визуальный анализ охвата пламенем манекена;

c) поочередное воздействие горелок с каждой стойки на обнаженный манекен;

d) окончательная более точная настройка с использованием трех- или четырехсекундного воздействия на обнаженный манекен.

Цель состоит в том, чтобы обеспечить средний падающий тепловой поток для каждой области тела (голова, левая рука, правая рука, левая нога, правая нога, грудь и живот, а также спина) как можно ближе к значению 84 кВт/м^2. Понятно, что голова, вероятно, будет выше остальных частей тела и не будет находиться в пределах требуемых 15 % от общего среднего теплового потока. Не все датчики обеспечивают точное показание 84 кВт/м^2, так как некоторые из них скрыты или находятся в тени от руки или ноги. Поэтому недопустимо ориентироваться только на средние значения, необходимо также учитывать минимальные и максимальные тепловые потоки, стандартное отклонение, при этом не только для всей совокупности, но и для каждой части тела. Только лишь выполнение требований, изложенных в 5.7.4.4, не обязательно означает достаточный охват пламенем.

В таблице С.1 приведен пример достаточного охвата пламенем на основе четырехсекундного воздействия на обнаженный манекен. Оно также отвечает требованиям, изложенным в 5.7.4.4.

Таблица С.1 — Пример подходящего распределения теплового потока при охвате пламенем обнаженного манекена в течение 4 с

Группа расположения	Среднее значение теплового потока	Минимальное значение теплового потока	Максимальное значение теплового потока	Стандартное отклонение, с	Количество датчиков	Общий тепловой поток области
Голова	93,0	78,5	114,8	11,2	8	744,3
Левая рука	85,6	57,3	109,8	17,8	10	856,2
Правая рука	83,3	49,3	100,0	14,5	10	833,4
Левая нога	82,8	66,3	96,6	8,9	22	1822,0
Правая нога	81,7	71,2	106,9	9,8	22	1798,2
Грудь и живот	82,6	65,1	97,7	8,6	28	2313,7
Спина	85,1	77,3	96,1	5,7	22	1871,6
Средний тепловой поток всего манекена					122	83,9

Этому может способствовать программное обеспечение, способное преобразовывать измеренные данные в переменные поверхностные тепловые потоки на основе каждой стойки для горелки или всех горелок вместе взятых.

С.3.2 Позиционирование стоек для горелок и горелок

Начальная установка и позиционирование горелок и стоек на системах с ручными, индивидуально доступными запорными клапанами главной горелки допускается с помощью последовательного, визуального процесса регулировки стойки для горелки. Это начинается с размещения стоек для горелок на равных расстояниях от корпуса манекена под соответствующими углами (шесть стоек с двумя горелками каждая/360°) от заданного лабораторного эталона (обычно 0° в плоскости x-y принимают за положение, обращенное к передней части корпуса манекена).

В этот момент манекен готов к первоначальному охвату пламенем, чтобы убедиться, является ли этот охват симметричным и, что пламя окружает все части тела одинаково. Это визуальный процесс, которому могут содействовать запись видео и анализ измерений теплового потока.

Если одна из сторон или частей тела недостаточно подвергается воздействию по сравнению с другими, то:

- перемещают стойки для горелок ближе или дальше, или
- перемещают направление горелки (с помощью лазерной указки или без нее), или
- увеличивают или уменьшают расход газа либо одной горелки, либо горелок на одной стойке или противоположных горелок (при увеличении расхода газа пламя выбрасывается из горелки).

После каждого изменения для подтверждения требуется воздействие на обнаженный манекен.

С.3.3 Воздействия с каждой стойки поочередно

Допустимым вариантом является дальнейшее уточнение охвата пламенем и анализ влияния каждой стойки горелки, воздействующей на манекен. Далее выбирают каждую стойку (все остальные клапаны закрыты) и проводят кратковременное воздействие пламени (обычно 3 с с двумя горелками на стойке). Соответствующие регулировки положения и формы пламени выполняют после каждого воздействия путем регулировки угла наклона каждой головки горелки и регулировки отдельных клапанов контроля расхода газа таким образом, чтобы благодаря положению и форме пламя от каждой стойки контактировало с манекеном равномерно и визуально охватывало соответствующие поверхности манекена, подвергающиеся воздействию.

Примечание — Цветное графическое изображение результирующих реакций датчика манекена для каждой стойки, позиционирование которой, как было установлено, помогает в выполнении этих поправок.

Когда стойки и направление горелок в основном определены, необходима более точная настройка с использованием всех горелок и стоек. Как только достигается визуальный баланс, выбирают все горелки и проводят кратковременное воздействие пламени (обычно 4 с).

С.3.4 Точная настройка с использованием четырехсекундного воздействия на обнаженный манекен

Исходя из полученной информации о тепловом потоке, допускаются незначительные изменения расстояний стойки и углов отдельных горелок, что позволяет достичь начального общего баланса интенсивности теплового потока. Дополнительные последовательные индивидуальные проходы расстановки стоек горелки допускается выполнять последовательно (открывая соответствующие запорные клапаны горелки и выполняя кратковременное воздействие) до тех пор, пока удовлетворительная геометрия и баланс не будут достигнуты, чтобы можно было проводить калибровку всей системы (см. С.4.2).

Как только будет получен равномерный визуальный охват, проверяют, выполняется ли для каждой части тела требование в отношении теплового потока.

Примечание — См. таблицу С.2 и таблицу С.3, два примера для частей тела, которые не имеют достаточного охвата. Если сравнивать минимальное и максимальное значения теплового потока применительно к каждой части тела, то между ними имеется существенная разница. Средние тепловые потоки также имеют довольно низкие значения, если сравнивать их с таблицей С.1.

Таблица С.2 — Пример: правая рука, грудь и живот не получают достаточного воздействия

Группа расположения	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Правая рука	79,11	50,65	92,99
Грудь и живот	79,93	34,54	93,88

Таблица С.3 — Пример: грудь и живот не получают достаточного воздействия

Группа расположения	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Грудь и живот	78,40	36,87	90,70

Если относительно одной из сторон или частей корпуса требования по тепловому потоку не выполняются, то требуется увеличение или уменьшение расхода газа либо к одной горелке, либо к горелкам на одной стойке, либо к противоположным горелкам (при увеличении расхода газа пламя выбрасывается из горелки). После каждого изменения требуется воздействие на обнаженный манекен, чтобы подтвердить результирующую характеристику теплового потока. Кроме того, коррекция, например, воздействия на правую руку и правую ногу может оказать влияние на другую часть тела, такую как грудь/живот.

Допускается использование других методов, удовлетворяющих условиям, предусмотренным в 5.7.3, 5.7.4.4 и С.4.2, они включают, но не ограничиваются, методики моделирования систем и простое определение расположения методом проб и ошибок.

С.4 Калибровка воздействия на манекен

С.4.1 Интенсивность и равномерность теплового потока измеряют, подвергая обнаженный манекен воздействию пламени в течение 4 с. Данные со всех датчиков теплового потока собирают в течение не менее 20 с. Требуется программное обеспечение, способное преобразовывать измеренные данные в переменные значения поглощенных тепловых потоков по каждому датчику манекена. Используя соответствующую методику для применяемого датчика, берут значения поглощенного теплового потока для расчета среднего падающего теплового потока за время воздействия для каждого датчика манекена в течение установившегося периода. Упрощенный пример этого показан на рисунке С.3. Геометрия и влияние режимов теплопередачи датчиков на манекен потенциально могут повлиять на кривую теплового потока (например, датчик в нижних частях ног) и сделать ее менее однородной, чем та, что показана на рисунке С.3. Рассчитывают для области тела средневзвешенное значение этих значений и стандартное отклонение этих значений. Средневзвешенное значение — это средний уровень падающего теплового потока для условий испытания, а стандартное отклонение — это степень однородности воздействия (см. 5.4.3). Кроме того, необходимо убедиться, что все требования 5.7.4.4 выполнены (см. также таблицу С.1).

С.4.2 Для данных калибровок используют четырехсекундное воздействие открытого пламени (или длительность испытания, если она меньше 4 с) и контролируют давление топлива и расход газа в питающей магистрали, ближайшей к коллектору подачи топлива горелки, или контролируют массовый расход топлива, если он дозирован. Длительность воздействия открытого пламени контролируют по внутренним часам системы сбора данных. Измеренная длительность расхода газа должна составлять заданное значение ± 5 % или 0,1 с в зависимости от того, что меньше. Оставшийся газ между последним клапаном и горелкой не должен превышать 200 $см^3$, а оставшийся избыточный газ в трубе не должен продолжать гореть более 0,1 с независимо от расположения сопла. См. также 5.5, 5.7.3 и 5.7.4.4.

С.4.3 Если не соблюдены все требования к распределению теплового потока, предусмотренные в С.3.1, то допускается регулировать расход топлива путем изменения давления газа на головках горелок или сопловых клапанах. Калибровку повторяют до тех пор, пока не будет получено заданное значение. Повторные калибровки на обнаженном манекене следует проводить только в том случае, если все датчики манекена соответствуют температурным требованиям (см. 8.1.5). Это минимизирует потенциальную погрешность из-за повышенных внутренних температур или температурных перепадов в корпусе манекена.

Примечание — Погрешность также может повлиять на последующее испытание одежды.

С.4.4 Средний тепловой поток при воздействии открытого пламени на обнаженный манекен калибруют в качестве первого и последнего испытания каждый день испытаний. Результаты этого воздействия протоколируют в виде среднего воздействующего падающего теплового потока в кВт/м^2 и продолжительности воздействия в секундах. В дополнение, протоколируют стандартное отклонение датчиков манекена. Результаты для каждого испытания сравнивают с предыдущими результатами для тех же условий воздействия. Необходимо исследовать изменения, превышающие 5 % от среднего воздействующего теплового потока, и определять их причину. Допускается повторять воздействия на обнаженный манекен для определения причины.

Примечание — Потенциальные проблемы включают отложения на датчиках, засорение грязью проточных отверстий, регуляторы давления, не удерживающие заданные значения, и электромагнитные клапаны, не реагирующие должным образом.

С.5 Подтверждение полной энергии для системы

Проверяют тепловой поток (и тепловую энергию) по всей системе «манекен» (датчик манекена/проводка манекена/сбор данных) и расчет полной энергии как единицы измерения. Источник излучения калибруют до уровня теплового потока, который является репрезентативным для однослойной и многослойной одежды (диапазон от 4 до 30 кВт/м^2 источника излучения) с помощью отслеживаемого датчика теплового потока. Необходимо обращать внимание, калибруется ли отслеживаемый датчик теплового потока по поглощенной или падающей энергии, и при необходимости обеспечивать соответствующую коррекцию для системы. Случайно выбранный датчик, установленный на манекене, подвергают воздействию этого известного постоянного теплового потока в течение определенного времени (не менее 10 с). Если нет возможности воздействовать на датчик на самом манекене с помощью ручного источника теплового излучения, то для расширения проводки от манекена к настольному источнику теплового излучения можно использовать соответствующий удлинительный провод. Рассчитывают полную энергию и сравнивают ее с теоретической полной энергией. Если результаты не находятся в пределах 10 %, определяют причину и исправляют ее.

Приложение D
(справочное)

Расчет переданной энергии и коэффициента передачи энергии

D.1 Общие требования

Настоящий метод испытания характеризует тепловую защиту, обеспечиваемую одеждой, основанный на измерении теплопередачи к манекену размера взрослого человека, подвергнутому лабораторному моделированию открытого пламени с контролируемым тепловым потоком, длительностью и распределением пламени. Данные о теплопередаче суммируются в течение заданного времени, чтобы дать полную переданную энергию.

На основе измерений, выполненных для испытуемого образца, рассчитывают два значения. Они представляют собой полную энергию, переданную в течение расчетного периода, и коэффициент передачи энергии.

D.2 Переданная энергия и полная переданная энергия

D.2.1 Переданная энергия

Переданная энергия является интегралом поглощенного теплового потока для каждого датчика манекена за расчетный период, принимая во внимание, что каждый датчик манекена представляет собой конечную площадь поверхности манекена. Переданная энергия может быть рассчитана с использованием формулы (D.1):

$$Q_i = A_i \int_0^T \dot{q}_i(t) \cdot dt, \tag{D.1}$$

где T — общее время сбора данных T, с;

Q_i — переданная энергия датчика манекена i, Дж;

$\dot{q}_i(t)$ — тепловой поток датчика манекена i за время t, Вт/м^2;

A_i — площадь зоны манекена, связанной с датчиком i, м^2.

Для дискретного набора данных переданная энергия для датчика манекена i за период времени T (с временными интервалами Δt) может быть рассчитана с использованием формулы (D.2):

$$Q_i = 0 \text{ при } t = 0$$

$$Q_i = A_i \sum_{j=1}^{N} \left[\frac{1}{2} \left(\dot{q}_j + \dot{q}_{j-1} \right) \left(t_j - t_{j-1} \right) \right] \text{при } t > 0. \tag{D.2}$$

D.2.2 Полная переданная энергия

Полная переданная энергия является суммой переданных энергий всех датчиков манекена и может быть рассчитана с использованием формулы (D.3):

$$Q_{tot} = \sum_{i=1}^{n} Q_i, \tag{D.3}$$

где Q_{tot} — полная переданная энергия, Дж;

n — количество датчиков манекена.

D.3 Коэффициент передачи энергии и общий коэффициент передачи энергии

D.3.1 Коэффициент передачи энергии

Коэффициент передачи энергии — это отношение переданной энергии через специальную одежду к переданной энергии к испытуемому образцу за время воздействия на обнаженный манекен, как отражено в формуле (D.4):

$$E_i = \frac{Q_m}{Q_c}, \tag{D.4}$$

где E_i — коэффициент передачи энергии для датчика манекена i;

Q_m — переданная энергия датчику манекена i за время испытательного воздействия;

Q_c — переданная энергия датчику манекена i за время воздействия на обнаженный манекен.

D.3.2 Общий коэффициент передачи энергии

Общий коэффициент передачи для всех датчиков манекена, покрытых оцениваемой одеждой, может быть рассчитан с использованием формулы (D.5):

$$E_{tot} = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}, \quad \text{(D.5)}$$

где E_{tot} — общий коэффициент передачи;

E_i — коэффициент передачи энергии для датчика манекена i;

n — количество датчиков манекена.

D.3.3 Обработка данных о тепловом потоке

Перед определением значений, указанных в D.1 и D.2, данные о тепловом потоке от каждого датчика должны быть обработаны таким образом, чтобы в результатах были представлены только релевантные данные испытания. Для устранения последствий чрезмерного охлаждения датчика и остаточных измерений, возникающих в результате применения методов определения теплового потока, должны быть приняты следующие меры.

D.3.4 Минимальный порог теплового потока

Измерения теплового потока должны быть скорректированы для смещений малых величин, продолжающихся до конца периода сбора данных, путем определения первой точки, если таковая имеется, после которой в течение 5 с среднее значение теплового потока не превышает 1000 Вт/м^2. Если такая точка существует применительно к измерениям конкретного датчика, то измеренному тепловому потоку в каждой последующей точке для данного датчика присваивают значение 0 Вт/м^2.

D.3.5 Минимальные единичные измерения теплового потока

Любому единичному измерению теплового потока со значением менее 0 Вт/м^2 присваивают значение 0 Вт/м^2.

Примечание 1 — Некоторые технологии датчиков манекенов могут создавать отрицательный поверхностный тепловой поток (основанный на поверхностных тепловых потерях и т.д.). Для датчиков манекена, расположенных под испытуемой одеждой, предполагают, что поверхность датчика манекена идеально изолирована во время периодов охлаждения для всех расчетов поглощенной энергии. Цель состоит в том, чтобы измерить максимальную энергию, поглощенную во время воздействия, а не вычитать никаких потерь.

Примечание 2 — Измерения теплового потока проверяют на соответствие минимальному пороговому значению теплового потока, указанному в D.3.4, прежде чем изменить отдельные значения, как описано в D.3.5. Средние значения теплового потока, рассчитанные для минимального порога теплового потока, будут увеличены по измерениям, выявленным как шум, после их поправки на минимальное единичное измерение теплового потока.

D.3.6 Минимальная скорость изменения теплового потока

В дополнение к обработкам, указанным в D.3.4 и D.3.5, измерения теплового потока корректируют для смещений большей величины, продолжающихся до конца периода сбора данных, путем определения точки, если таковая имеется, после которой в течение 5 с скорость изменения измеренного теплового потока не превышает 50 Вт/м^2 в секунду, сбора данных, как это определено при выполнении подбора методом наименьших квадратов за данный период. Если такая точка существует применительно к измерениям конкретного датчика, то измеренному тепловому потоку в каждой последующей точке для данного датчика присваивают значение 0 Вт/м^2.

Приложение Е
(справочное)

Элементы компьютерного программного обеспечения

Е.1 Общие требования

Разделы и элементы компьютерного программного обеспечения могут включать, но не ограничиваться, теми, что перечислены в Е.2—Е.7. В документах [15] и [16] приведены дополнительные сведения об операционной системе и численных методах для выполнения необходимых расчетов.

Е.2 Состояние и контроль испытательного оборудования

- Температура (выходной сигнал) датчиков манекена, если применимо;
- положение топливной питающей магистрали и дренажных клапанов;
- положение датчиков давления подачи топлива;
- датчики дежурного освещения воздействующей горелки;
- датчики потока вентиляции;
- запросы и команды с клавиатуры;
- предохранительные устройства, такие как датчики пропана и переключатели управления дверью камеры.

Е.3 Управление процессами

- Продувка камеры (вентиляторы вентиляции);
- заправка магистрали топливом;
- дежурное зажигание и обнаружение воздействующей горелки;
- управление топливным соленоидом воздействующей горелки;
- сбор данных;
- управление вытяжным вентилятором;
- аварийное отключение.

Е.4 Сбор данных

- Запись выходных данных датчика манекена с минимум 10 измерениями в секунду и создание таблицы зависимости выходных данных от времени для каждого датчика манекена на протяжении всего периода сбора данных;
- запись времени, в течение которого соленоиды воздействующей горелки открыты (длительность воздействия);
- комментарии в поле по идентификации одежды;
- комментарии в поле по условиям воздействия;
- комментарии в поле отметок по воздействию;
- комментарии в поле отметок по реакции одежды;
- время остаточного горения одежды.

Е.5 Расчеты

- Расчет теплового потока на поверхности манекена непосредственно от датчиков манекена или показаний температуры датчика манекена;
- дополнительный расчет падающей энергии в случае воздействия на обнаженный манекен и переданной энергии и коэффициента передачи энергии в случае воздействия на манекен с испытуемым образцом;
- сводка результатов испытания в таблице данных.

Е.6 Подготовка протокола

- Суммирование данных и создание протокола, который включает, но не ограничивается, требованиями к протоколу, изложенными в разделе 9;
- идентификация одежды;
- условия воздействия;
- содержание разделов замечаний;
- тепловой поток, измеряемый на каждом датчике манекена в течение всего времени измерения;
- полная энергия, поглощенная датчиками манекена за период сбора данных;
- диаграмма манекена, показывающая расчетную переданную энергию и/или коэффициент передачи энергии;
- подробные таблицы, включающие тепловой поток, температуру датчика манекена в зависимости от времени (если применимо) и дополнительно: расчетную переданную энергию и коэффициент передачи энергии для каждого датчика манекена.

E.7 Вспомогательные программы

- Калибровка датчика манекена воздействием и сбор данных;
- расчет калибровочного коэффициента датчика манекена;
- ручной режим воздействия на манекен с использованием вспомогательного источника тепла (см. С.2.1);
- схема манекена с зонами, связанными с датчиками.

Приложение ДА
(справочное)

Информация о выявленных несоответствиях в международном стандарте

ДА.1 В примечании 1 к рисунку 2 исправлена опечатка, допущенная в ISO 13506-1, при ссылке на пункт 5.7.2. Проведена замена на пункт 5.7.4, в котором указаны требования к горелкам.

ДА.2 В ISO 13506-1 были выявлены следующие несоответствия, которые были направлены в Технический комитет ISO/TC 94 «Средства индивидуальной защиты. Защитная одежда и оборудование» и будут учтены при пересмотре международного стандарта:

- в таблице 1 для измерения 12 «Длина плечевого ската» указано пояснение: «от основания шеи сзади до точки соединения руки», при этом на рисунке 2 b) начинается измерение с точки основания шеи сбоку. Также согласно рисунку 2 b) значение измерения 11 должно быть равно сумме значений измерений 9 и 12, что не соответствует данным таблицы;
- в D.3.1 настоящего стандарта указано: «Коэффициент передачи энергии — это отношение переданной энергии через специальную одежду к *переданной* энергии к испытуемому образцу за время воздействия на обнаженный манекен», при этом в определении термина 3.6: «это отношение переданной энергии через специальную одежду к *падающей* энергии за период расчета энергии».

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 6942	IDT	ГОСТ ISO 6942—2011 «Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения»
ISO 9162	—	*
ISO/TR 11610	—	*, 1)
ISO/IEC 17025	IDT	ГОСТ ISO/IEC 17025—2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык международного стандарта. Официальный перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 12.4.293—2013 (ISO/TR 11610:2004) «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Словарь».

Библиография

[1] ISO 3175-2 Textiles — Professional care, dry cleaning and wetcleaning of fabrics and garments — Part 2: Procedure for testing performance when cleaning and finishing using tetrachloroethene (Материалы текстильные. Профессиональный уход, сухая и мокрая химическая чистка тканей и одежды. Часть 2. Метод проведения испытаний при чистке и заключительной обработке с использованием тетрахлорэтилена)

[2] ISO 3801 Textiles — Woven fabrics — Determination of mass per unit length and mass per unit area (Текстиль. Ткани. Определение массы на единицу длины и массы на единицу площади)

[3] ISO 5725 (all parts) Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results [Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений]

[4] ISO 6330 Textiles — Domestic washing and drying procedures for textile testing (Материалы текстильные. Процедуры домашней стирки и сушки, применяемые для испытаний текстиля)

[5] ISO 9151 Protective clothing against heat and flame — Determination of heat transmission on exposure to flame (Защитная одежда от тепла и пламени. Определение теплопередачи при воздействии пламени)

[6] ISO 11612:2015 Protective clothing — Clothing for protection against heat and flame — Test methods and performance requirements for heat-protective clothing (Защитная одежда. Одежда для защиты от тепла и пламени. Минимальные требования к эксплуатационным характеристикам)

[7] ISO 11999-3 PPE for firefighters — Test methods and requirements for PPE used by firefighters who are at risk of exposure to high levels of heat and/or flame while fighting fires occurring in structures — Part 3: Clothing (Средства индивидуальной защиты пожарных. Методы испытаний и требования к средствам индивидуальной защиты, используемым пожарными при риске воздействия высокотемпературного тепла и/или пламени при борьбе с пожаром в строительных конструкциях. Часть 3. Одежда)

[8] ISO 13506-2 Protective clothing against heat and flame — Part 2: Skin burn injury prediction — Calculation requirements and test cases (Одежда специальная для защиты от тепла и пламени. Часть 2. Прогнозирование ожоговых травм кожи. Требования к расчетам и примеры)

[9] ISO 15797 Textiles — Industrial washing and finishing procedures for testing of workwear (Материалы и изделия текстильные. Процедуры промышленной стирки и заключительной отделки для испытаний одежды для работников)

[10] ISO 17492 Clothing for protection against heat and flame — Determination of heat transmission on exposure to both flame and radiant heat (Одежда тепло- и огнезащитная. Определение теплопередачи при воздействии пламени и лучистой теплоты)

[11] EN 469 Protective clothing for firefighters — Performance requirements for protective clothing for firefighting (Одежда защитная для пожарных. Технические требования к защитной одежде для противопожарной защиты)

[12] EN 13402-3 Size designation of clothes — Part 3: Body measurements and intervals (Обозначение размеров одежды. Часть 3. Этикетирование размеров на основе измерений тела и интервалов)

[13] NFPA 2112 Standard on Flame-Resistant Garments for Protection of Industrial Personnel Against Flash Fire, 2012 Edition, Available from NFPA, 1 Batterymarch Park, PO Box 9101, MA 02269-9191, USA

[14] Crown E.M., Dale J.D., Bitner E. A Comparative analysis of protocols for measuring heat transmission through flame-resistant materials: capturing the effects of thermal shrinkage. Fire Mater. 2002, 26 pp. 207—213

[15] Crown E.M., Dale J.D. Evaluation of Flash Fire Protective Clothing Using an Instrumented Mannequin, Report prepared for Alberta Occupational Health and Safety Heritage Grant Program, 1992. Available from Protective Clothing and Equipment Research Facility. University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2N1, Canada

[16] Dale J.D., Crown E.M., Ackerman M.Y., Leung E., Rigakis K.B. Instrumented manikin evaluation of thermal protective clothing, Performance of Protective Clothing, Fourth Volume, ASTM STP 1133, J. McBriarity and N.W. Henry, editors, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, pp. 717—733, 1992

[17] NIST Special Report Publication N 1031, Round Robin Study of Total Heart Flux Gauge Calibration at Fire Laboratories. Available at: gost.e-ecolog.ru

УДК 614.895.5:006.354 МКС 13.340.10 IDT

Ключевые слова: одежда специальная, защита от пламени, измерение переданной энергии

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 28.20.2021. Подписано в печать 10.11.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,45.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru