

ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Научная статья

УДК 614.847.79; DOI: 10.61260/2218-13X-2025-1-149-159

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СПАСАТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ СЕКЦИОННОГО ТИПА

✉ Капустин Александр Андреевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ alexkapustin96@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен вопрос определения скорости и оптимального угла движения человека в запатентованном спасательном устройстве секционного типа при пожарах на объектах с массовым пребыванием граждан, с использованием основного закона классической механики. Установлена физическая зависимость скорости движения спасаемого человека от угла наклона секции и коэффициента трения между материалом спасательного устройства и одеждой спасаемого. Вместе с этим выявлено, что при оценке соответствия средств спасения людей при пожаре с высотных уровней требованиями технических регламентов и документами по стандартизации не учитывается вопрос определения оптимального угла движения людей в спасательном устройстве и безопасной скорости спуска, что может привести к недопустимому риску, связанному с причинением вреда жизни и здоровья граждан.

Ключевые слова: спасательное устройство, методы испытаний, второй закон Ньютона, сила трения, спасение

Для цитирования: Капустин А.А. Определение скорости движения человека в спасательном устройстве секционного типа // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2025. № 1. С. 149–159. DOI: 10.61260/2218-13X-2025-1-149-159.

Scientific article

DETERMINATION OF THE SPEED OF HUMAN MOVEMENT IN A SECTIONAL TYPE RESCUE DEVICE

✉ Kapustin Alexander A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ alexkapustin96@mail.ru

Abstract. The article considers the issue of determining the speed and optimal angle of human movement in a patented sectional type rescue device in case of fires at facilities with a mass presence of citizens, using the basic law of classical mechanics. The physical dependence of the speed of movement of the rescued person on the angle of inclination of the section and the coefficient of friction between the material of the rescue device and the clothing of the rescued person has been established. At the same time, it was revealed that when assessing the compliance of fire rescue equipment from high-altitude levels with the requirements of technical regulations and standardization documents, the issue of determining the optimal angle of movement of people in the rescue device and the safe descent speed is not taken into account, which can lead to unacceptable risks associated with harm to the life and health of citizens.

Keywords: rescue device, test methods, Newton's second law, friction force, rescue

For citation: Kapustin A.A. Determination of the speed of human movement in a sectional type rescue device // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2025. № 1. P. 149–159. DOI: 10.61260/2218-13X-2025-1-149-159.

Введение

При возникновении в здании или сооружении неконтролируемого горения, которое может причинить вред жизни и здоровью граждан, главной задачей для людей является организованное самостоятельное движение непосредственно наружу или в пожаробезопасную зону до наступления времени блокирования эвакуационных путей в результате распространения опасных факторов пожара, имеющих предельно допустимые для людей значения. Однако в соответствии с показателями единой государственной системы статистического учета пожаров и их последствий [1, 2] на территории Российской Федерации регистрируются ситуации, при которых собственниками или арендаторами объектов защиты допускаются нарушения специальных условий социального или технического характера, установленные законодательством Российской Федерации в области пожарной безопасности. Данные нарушения требований пожарной безопасности проявляются в неисправности или неработоспособности технических средств, обеспечивающих безопасность при пожаре и функционирующих в составе систем пожарной автоматики (например, пожарный извещатель (дымовой, тепловой, ручной и т.д.), пожарный оповещатель (звуковой, речевой и световой), источники бесперебойного электропитания, вытяжные вентиляторы и др.) или в невыполнении (ненадлежащем выполнении) людьми установленных правил противопожарного режима в Российской Федерации. В результате данных действий (бездействий) по обеспечению пожарной безопасности, системы пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре не обеспечивают автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для организации безопасной эвакуации людей из здания или сооружения, подвергшегося возникновению пожара. В результате чего гражданам, являющимся заложниками распространяющихся опасных факторов пожара по всему объему здания (пожарного отсека), необходимо ждать помощи подразделений пожарной охраны у аварийных выходов (окна, балконы, лоджии) для принудительного перемещения из мест, в которых присутствует воздействие на них опасных факторов пожара, с помощью средств спасения людей при пожаре с высотных уровней. При этом средства спасения с высотных уровней должны обладать требуемой надежностью и безопасностью при применении их людьми, не имеющими специальной подготовки. К безопасному применению, в том числе, относится скорость движения людей при применении средств спасения при пожаре с высотных уровней, в прямой зависимости от угла движения спасаемых людей в спасательном устройстве.

В отрасли обеспечения спасательными устройствами можно выделить труды авторов: Ю.Ю. Юскаев, Н.Н. Черемных, М.Н. Хлопотова – устройство для спасения людей из здания в аварийных ситуациях (патент № RU 191 635 U1 от 2 декабря 2019 г.); В.И. Булгаков, М.В. Гомонай, А.Р. Межов – устройство спасательное для эвакуации людей из зданий (патент № RU 2 618 466 C2 от 3 мая 2017 г.); В.М. Фоминов – устройство для спуска (патент № RU 84 228 U1 от 10 июля 2009 г.); В.М. Радомский, М.М. Бородин – устройство для замедления падения тел (патент № RU 98 929 U1 от 10 ноября 2010 г.); Н.А. Перминов, В.Ю. Левченко – надувной спасательный рукав с нагревом (патент № RU 2 513 769 C1 от 20 апреля 2013 г.); В.И. Булгаков, М.В. Гомонай, А.Р. Межов – устройство спасательное для эвакуации людей из зданий (патент № RU 2014 143 902 A от 27 мая 2016 г.); П.В. Малина – устройство для эвакуации людей (патент № RU 2 284 201 C2 от 27 октября 2004 г.); М.П. Дальков, Р.Н. Шавалеев, М.Р. Шавалеев, Н.М. Барбин – секционное устройство для эвакуации (патент № RU 170 374 U1 от 24 апреля 2017 г.) и др.

В соответствии с техническим регламентом Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017), принятым решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 г. № 40 (ТР ЕАЭС 043/2017), средства спасения людей с высотных уровней при наличии угрозы причинения вреда жизни и здоровью граждан в результате воздействия

опасных факторов пожара (например, пламя, искра, дым и т.д.)¹ должны обладать требуемой надежностью (при статической и динамической нагрузках в пределах рабочих значений температур), простотой и безопасностью их применения людьми, не имеющими специальной подготовки.

К безопасному применению гражданами спасательных средств с высотных уровней при возникновении пожара необходимо отнести развивающую скорость передвижения людей в спасательных устройствах при вынужденном перемещении наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия².

В настоящее время боевые действия по спасению людей, проводимые на месте пожара, осуществляются подразделениями пожарной охраны посредством спуска спасаемых по стационарным и ручным пожарным лестницам (например, выдвижные и штурмовые лестницы (ВПЛ), автолестницам (АЛ) и автоподъемникам (например, коленчатые подъемники (АПК), при помощи технических спасательных устройств (индивидуальные спасательные устройства, спасательные рукава (например, эластичный спасательный рукав (ЭСР), спасательные веревки, пневматические прыжковые спасательные устройства (УСПП), натяжные спасательные полотна (ПСН), когда эвакуационные пути зданий и сооружений отрезаны опасными факторами пожара (огнем, дымом и др.), когда другие способы спасения невозможны.

Основными недостатками вышеуказанных средств спасения по параметру скорости движения человека при спасении являются:

- для АЛ, АПК и ВПЛ – низкая скорость перемещения человека в единицу времени, ввиду конструкции спасательного средства (лестничный марш, люлька), а также ограничения количества нахождения спасаемых людей на колене лестницы либо в люльке;
- для ЭСР – возможность развития большой скорости при спуске необученных и нетренированных людей, в связи с отсутствием расчета (проверки) оптимального угла движения спасаемых в спасательном устройстве;
- для УСПП и ПСН – при незнании правил спуска скорость свободного падения (для УСПП с 20-метровой высоты – порядка 19,8 м/с, для ПСН с 8-метровой высоты – порядка 12,5 м/с) может превысить безопасную скорость, из-за этого в большинстве случаев у спасаемых людей возникает чувство страха высоты.

В соответствии с вышеизложенным, проблема высокой (для АЛ, АПК и ВПЛ – низкой) неконтролируемой скорости при движении людей в спасательных устройствах является актуальной и подлежит разрешению путем создания специального технического средства, функционирующего по принципу плавного снижения энергии скольжения с высоты и использования основного закона классической динамики для определения оптимального угла движения спасаемых в спасательном устройстве.

Модели и методы исследования

При проведении исследования используются следующие теоретические методы: классификация, анализ и синтез, моделирование, корреляционный анализ.

Специальное техническое средство, функционирующее на принципе плавного снижения энергии скольжения с высоты – спасательное устройство секционного типа (СУС) [3], которое позволяет осуществлять процесс спасения большого количества людей за небольшие временные рамки за счет одновременно повышенной скорости спасения одного человека, являющейся безопасной.

¹ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «КонсультантПлюс»

² СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (в ред. от 21 нояб. 2023 г.; утв. и введен в действие приказом МЧС России от 19 марта 2020 г. № 194; введен 19 сент. 2020 г.). М.: ФГБУ «РСТ», 2024. 65 с.

СУС включает в себя последовательный набор секций: приемная секция, промежуточные секции и секция, направляющая спасаемых в безопасную зону от опасных факторов пожара (рис. 1).

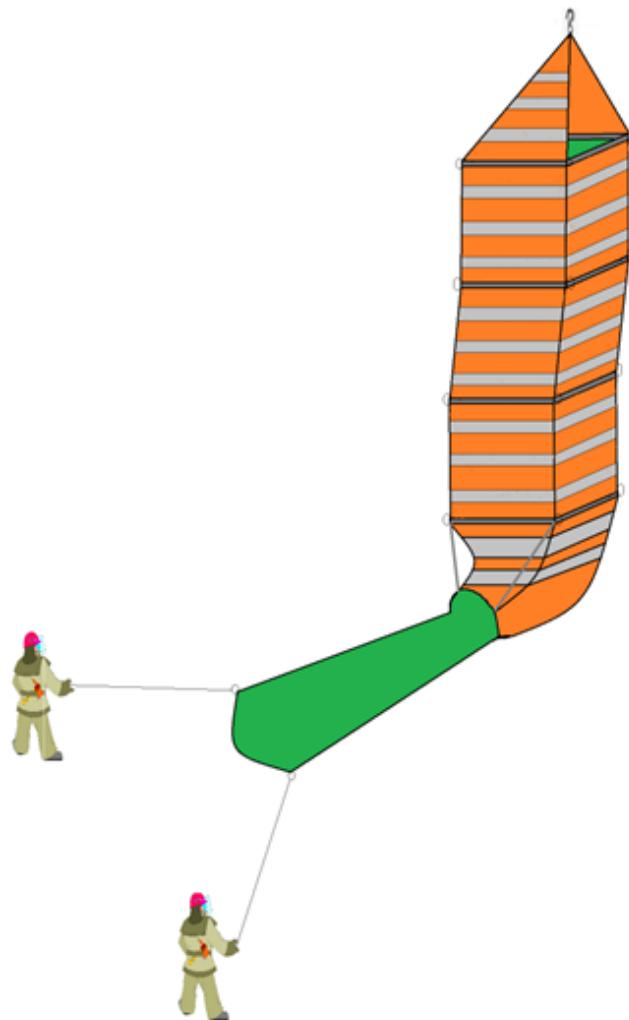


Рис. 1. Перспективный облик СУС, приведенного в работоспособное состояние [3]

Движение человека в СУС условно примем как движение физического тела по наклонной плоскости [4].

Для определения скорости движения тела по наклонной плоскости необходимо для начала найти оптимальный угол, под которым будет осуществляться прямолинейное равноускоренное движение спасаемого в СУС. Для этого нужно расположить тело на наклонной плоскости и указать направление действия сил, которые возникают при нахождении тела на наклонной плоскости.

Запишем стандартное уравнение движения тела по наклонной плоскости (второй закон Ньютона), при котором векторная сумма трех сил будет равна произведению массы на ускорение:

$$\vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a},$$

где $\vec{F}_{\text{тр}}$ – сила трения, Н; $m\vec{g}$ – сила тяжести, Н (m – масса, кг; \vec{g} – ускорение свободного падения, м/с^2); \vec{N} – сила реакции опоры, Н.

Координатная ось X будет направлена в сторону ускорения вдоль наклонной плоскости – вниз, а ось Y будет перпендикулярна оси X соответственно и совпадать по направлению с силой реакции опоры (\vec{N}) (рис. 2).

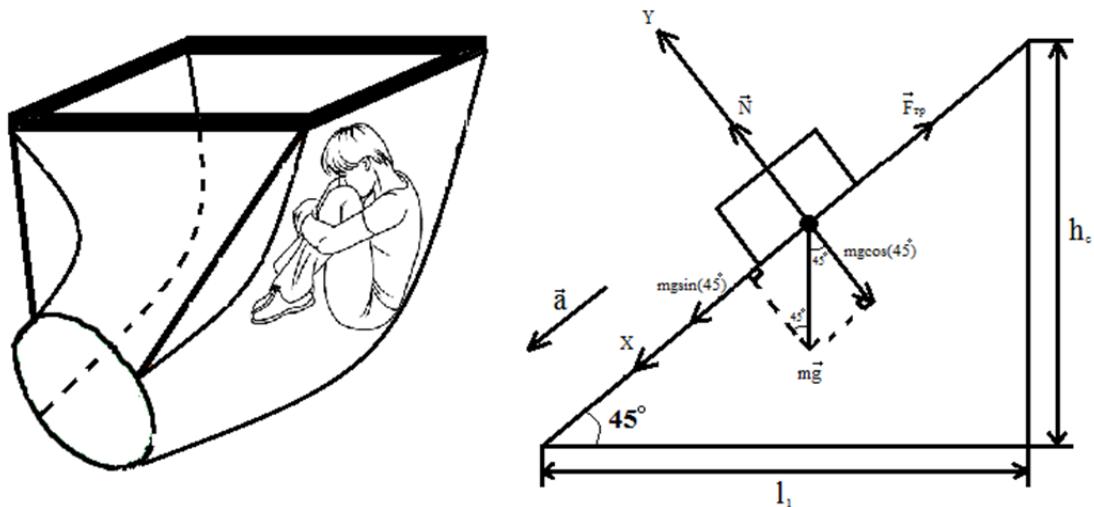


Рис. 2. Силы, действующие на тело при движении по наклонной плоскости (h_c – высота секции, м; l_1 – диаметр основания секции, м)

Спроецируем действующие на тело силы на ось X и ось Y:

- по оси ох: $mgsin\alpha - F_{tp} = ma$;
- по оси oy: $-mgcos\alpha + N = 0$,

где $sin\alpha$ – синус угла α ; $cos\alpha$ – косинус угла α ; α – угол движения спасаемого, град.

Если тело покоятся на наклонной плоскости, то $\vec{a}=0$, а $F_{tp}=mgsin\alpha$, при этом $N=mgcos\alpha$.

Условием силы трения покоя является выражение:

$$F_{tp} \leq \mu N, \quad (1)$$

где F_{tp} – сила трения, N ; μ – коэффициент трения; N – сила реакции опоры, N .

Исходя из формулы (1) подставляем спроецированные силы на соответствующие оси и получаем:

$$mgsin\alpha \leq \mu mgcos\alpha.$$

Разделим обе части на $mgcos\alpha$ и получим выражение:

$$tg\alpha \leq \mu. \quad (2)$$

Выражение (2) показывает, что если $tg\alpha$ меньше или равен μ , то тело будет покойться на наклонной поверхности.

Соответственно, чтобы тело скользило по наклонной поверхности, необходимо выполнение следующего выражения:

$$tg\alpha > \mu. \quad (3)$$

Коэффициент трения μ примем от 0,6 до 0,7 [5], так как невозможно предсказать в какой одежде (с каким коэффициентом трения) будут осуществлять спасение люди с помощью СУС.

Исходя из этого, используя таблицу значений синуса ($\sin\alpha$), косинуса ($\cos\alpha$), тангенса ($\tan\alpha$) и котангенса ($\cot\alpha$) основных углов (табл. 2) [6], приходим к выводу, что оптимальным углом движения спасаемых в СУС будет угол в 45° ($\tan(45^\circ) = 1$), что будет соответствовать выражению (3).

Таблица 2

Таблица тригонометрических функций [7]

α (радианы)	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	π	$2\pi/3$	2π
α (градусы)	0°	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
$\sin\alpha$	0	$1/2$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{3}/2$	1	0	-1	0
$\cos\alpha$	1	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{2}/2$	$1/2$	0	-1	0	1
$\tan\alpha$	0	$1/\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	—	0	—	0
$\cot\alpha$	—	$\sqrt{3}$	1	$1/\sqrt{3}$	0	—	0	—

При скольжении тела на наклонной плоскости $\vec{a} \neq 0$, а $F_{tp} = \mu N$.

Условием силы трения скольжения является выражение:

$$F_{tp} = \mu N.$$

Спроектируем действующие на тело силы на ось X и ось Y (с учетом того, что $\vec{a} \neq 0$) (рис. 2):

- по оси ох: $mg\sin\alpha - F_{tp} = ma$;
- по оси oy: $-mg\cos\alpha + N = 0$.

Из этого следует, что $N = mg\cos\alpha$, а так как $F_{tp} = \mu N$, то приходим к следующему уравнению:

$$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma.$$

Сократив обе части на массу (m), приходим к выводу, что ускорение a (м/с^2), с которым будут двигаться люди в СУС, будет иметь вид:

$$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha).$$

Чтобы определить скорость движения человека в СУС необходимо воспользоваться законом сохранения энергии в механике.

Изначально у стального основания секции (положение 1 на рис. 3), потенциальная энергия спасаемого максимальная ($E_{\text{п1}} = \text{max}$), а кинетическая энергия равна нулю ($E_{\text{к1}} = 0$), далее, при приближении спасаемого к нижнему растягивающему основанию (положение 2 на рис. 3) потенциальная энергия становится равной нулю ($E_{\text{п2}} = 0$), а кинетическая энергия становится максимальной в данной точке ($E_{\text{к2}} = \text{max}$). Данное явление продолжается при движении человека от секции к секции до тех пор, пока спасаемый не окажется в безопасной зоне [4].

Запишем выражение, показывающее, какую работу совершил изменение энергии, полученной на совершение данной работы:

$$A = \Delta E, \quad (4)$$

где A – работа, Дж; ΔE – энергия, Дж.

Преобразуем выражение (4) в следующий вид:

$$A = (E_{\text{п2}} + E_{\text{к2}}) - (E_{\text{п1}} + E_{\text{к1}}), \quad (5)$$

где $E_{\text{п2}}$ – потенциальная энергия тела во 2 положении (рис. 3), Дж; $E_{\text{к2}}$ – кинетическая энергия тела во 2 положении (рис. 3), Дж; $E_{\text{п1}}$ – потенциальная энергия тела в 1 положении (рис. 3), Дж; $E_{\text{к1}}$ – кинетическая энергия тела в 1 положении (рис. 3), Дж.

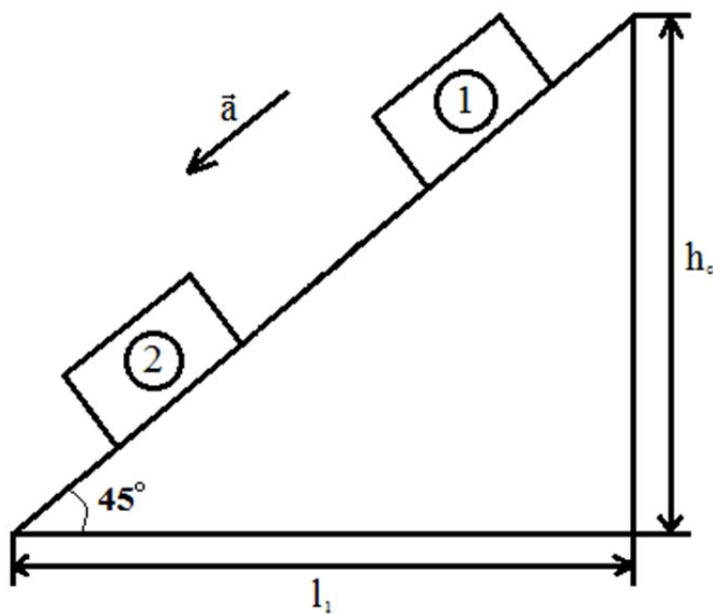


Рис. 3. Закон сохранения энергии в механике при движении тела по наклонной плоскости
(h_c – высота секции, м; l_1 – диаметр основания секции, м)

Согласно рис. 3, можно сделать вывод, что $E_{\text{п2}} = 0$ и $E_{\text{к1}} = 0$.
Тогда выражение (5) примет следующий вид:

$$A = E_{\text{к2}} - E_{\text{п1}},$$

где $E_{\text{к2}} = \frac{mV^2}{2}$, m – масса тела, кг; V – скорость движения тела на наклонной плоскости, м/с; $E_{\text{п1}} = mgh_c$, h_c – высота секции СУС, м.

$$A = \frac{mV^2}{2} - mgh_c.$$

Так как работа силы трения при движении тела по наклонной плоскости равна:

$$A = -\mu mgS \cos \alpha, \quad (6)$$

где S – путь, пройденный телом, м.

Соответственно, выражение (6) принимает следующий вид:

$$-\mu mgS \cos \alpha = \frac{mV^2}{2} - mgh_c. \quad (7)$$

Выразим из выражения (7) конечную скорость движения человека в СУС:

$$V = \sqrt{2g(h_c - \mu S \cos \alpha)}. \quad (8)$$

Подставляя значения из работы [3] в уравнение (8), находим, что конечная скорость движения человека в СУС составляет $V = 1,9$ м/с (так как в данном выражении фигурирует коэффициент трения μ , который варьируется от 0,6 до 0,7, то скорость движения человека в устройстве будем принимать в диапазоне от 1,5 до 2 м/с).

Человек, попав в устройство (рис. 4), осуществляет движение с постоянно изменяющейся траекторией (движение напоминает график тригонометрической функции косинуса ($y=\cos(x)$)).

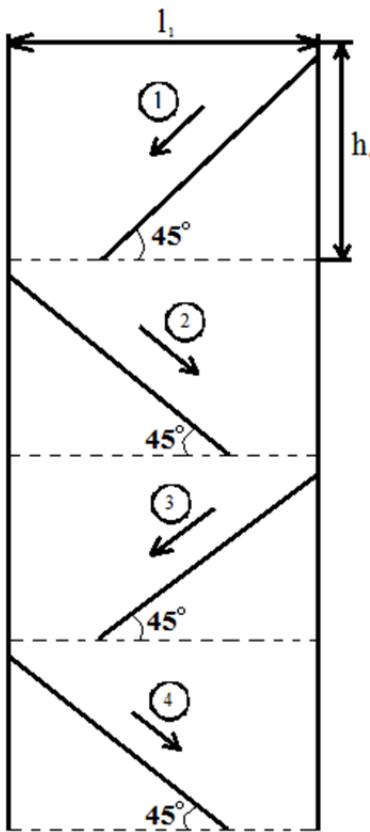


Рис. 4. Траектория движения человека в СУС

Результаты исследования и их обсуждение

Вместе с этим на основании п. 93 ТР ЕАЭС 043/2017 средства спасения людей при пожаре с высотных уровнях перед выпуском в обращение на рынок потребителей подлежат оценке соответствия требованиям технических регламентов и документов по стандартизации [7].

Данное документальное удостоверение соответствия средств спасения установленным требованиям необходимо для того, чтобы оценить состояние производимой продукции, при котором будет отсутствовать недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью граждан при осуществлении процесса спасения в спасательных устройствах³.

На основании ТР ЕАЭС 043/2017 оценка соответствия средств спасения людей при пожаре с высотных уровнях осуществляется в форме сертификации (схемы 1с, 3с и 4с) или декларирования соответствия (схемы 3д, 4д и 6д).

В соответствии с п. 80 Приложения к ТР ЕАЭС 043/2017, рукава спасательные пожарные (СУС относится к таковым⁴), проходят оценку соответствия в форме декларирования соответствия по схемам подтверждения соответствия 3д, 4д и 6д.

³ О техническом регулировании: Федер. закон Рос. Федерации от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

⁴ ГОСТ Р 53271–2009. Техника пожарная. Рукава спасательные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний: национальный стандарт Рос. Федерации (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февр. 2009 г. № 42-ст). М.: Стандартинформ, 2009. 14 с.

В отношении СУС будем рассматривать схему подтверждения соответствия 4д (для партии средств обеспечения пожарной безопасности или единичного изделия), так как выбор схемы декларирования соответствия средств обеспечения пожарной безопасности осуществляется заявителем на основании собственных доказательств и доказательств, полученных с участием испытательной лаборатории.

Схема документального подтверждения соответствия спасательного устройства требованиям технических регламентов и документов по стандартизации 4д включает в себя следующие процедуры:

- формирование и анализ технической документации;
- проведение исследований (испытаний) и измерений образцов продукции;
- принятие и регистрация декларации о соответствии;
- маркирование продукции знаком обращения на рынке.

В рамках настоящей статьи рассмотрим процедуру проведения исследований (испытаний) и измерений образца продукции СУС.

При декларировании соответствия СУС требованиям технических регламентов и документов по стандартизации, по схеме подтверждения соответствия 4д, спасательное устройство подвергается следующим испытаниям (измерениям):

- проверка работоспособности рукава;
- проверка производительности рукава;
- проверка линейных размеров рукава;
- проверка массы рукава;
- проверка назначенного ресурса рукава;
- проверка относительного разрывного удлинения материала силового каркаса (рукава);
- проверка коэффициента ослабления инфракрасного излучения;
- проверка материала огнезащитной оболочки на устойчивость к воздействию открытого пламени;
- проверка остаточной деформации эластичного рукава;
- проверка усадки материалов рукава после намокания и высушивания;
- проверка цвета материалов верхнего слоя, комплектности и маркировки рукава⁵.

Как было установлено выше, главной проблемой средств спасения людей при пожаре с высотных уровней является неконтролируемая скорость движения людей в спасательных устройствах.

Вместе с этим при оценке соответствия нормативным документом по стандартизации не предусматривается проведение измерений оптимального угла движения людей в спасательном устройстве для нахождения безопасной скорости спуска, а также, чтобы установить, будет ли человек скользить в спасательном устройстве или же находиться в состоянии покоя, преодолевая силу трения покоя, а в худшем случае, совершая свободное падение.

Заключение

Актуальной проблемой для современного человечества является предупреждение, ликвидация и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Вместе с этим обеспечение требуемого уровня пожарной безопасности представляет собой одну из важнейших составляющих национальной безопасности страны. Среди очевидной проблемы обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности, подлежащей разрешению, остается повышение эффективности действий подразделений пожарной охраны по осуществлению боевых действий, направленных на спасение людей из зоны пожара [8–10].

⁵ Там же.

В рамках данной статьи были рассмотрены вопросы определения безопасной скорости спуска людей в средствах спасения с высотных уровней при пожаре, путем использования основного закона классической динамики для определения оптимального угла движения спасаемых в спасательном устройстве, а также рассмотрено специальное техническое средство, функционирующее на принципе плавного снижения энергии скольжения с высоты – спасательное устройство секционного типа и процедура его подтверждения соответствия требованиям технических регламентов и документов по стандартизации.

Установлено, что при проведении исследований (испытаний) и измерений образцов продукции спасательных средств, в соответствии с нормативным документом по стандартизации, не учитывается вопрос определения оптимального угла движения людей в спасательном устройстве и безопасной скорости спуска, что может привести к недопустимому риску, связанному с причинением вреда жизни и здоровья граждан.

Список источников

1. Козлова А.С., Чуйков Д.А., Сметанкина Г.И. Единая государственная система учета пожаров и их последствий как инструмент пожарной статистики // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2019. № 1 (10). С. 153–155.
2. Майстренко Е.В., Жогаль У.В., Юдичев А.А. Особенности статистического учета пожаров на территории России // Техносферная безопасность. 2021. № 4 (33). С. 19–24.
3. Патент на полезную модель № 227541 У1. Рос. Федерация, МПК A62B 1/20. Спасательное устройство секционного типа № 2024103394. заявл. 12.02.2024; опубл. 24.07.2024 / А.А. Капустин, А.В. Калач, Т.П. Сысоева [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева».
4. Трофимова Т.И. Физика: учеб. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд. центр «Академия», 2013. 352 с.
5. Полюшкин Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки: учеб. пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2013. 192 с.
6. Демидова Н.Е. Математика. Основы тригонометрии: учеб. пособие. Н. Новгород: Нижегородский гос. архитектурно-строительный ун-т, 2011. 92 с.
7. Калач А.В., Капустин А.А., Шавалеев М.Р. Порядок документального подтверждения соответствия средств спасения людей при пожаре требованиям пожарной безопасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2023. № 4. С. 44–52. DOI: 10.25257/FE.2023.4.44-52.
8. Boyce K.E. Safe evacuation for all – Fact or Fantasy? Past experiences, current understanding and future challenges // Fire Safety Journal. 2017. Vol. 91. P. 28–40.
9. McConnell N.C., Boyce K.E. Refuge areas and vertical evacuation of multi-storey buildings: the end users perspectives // Fire Mater. 2015. № 39. Iss. 4. P. 396–406. DOI: 10.1002/fam.2205.
10. Jonsson A., Anderson J., Nilsson D. A risk perception analysis of elevator evacuation in high-rise buildings // Proceedings of the Fifth Human Behaviour in Fire Symposium, Interscience Communication. 2012. P. 398–409.

References

1. Kozlova A.S., Chujkov D.A., Smetankina G.I. Edinaya gosudarstvennaya sistema ucheta pozharov i ih posledstvij kak instrument pozharnoj statistiki // Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoy oborony i likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2019. № 1 (10). S. 153–155.
2. Majstrenko E.V., Zhogal' U.V., Yudichev A.A. Osobennosti statisticheskogo ucheta pozharov na territorii Rossii // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2021. № 4 (33). S. 19–24.

3. Patent na poleznuyu model' № 227541 U1. Ros. Federaciya, MPK A62V 1/20. Spasatel'noe ustrojstvo sekcionnogo tipa № 2024103394. zayavl. 12.02.2024; opubl. 24.07.2024 / A.A. Kapustin, A.V. Kalach, T.P. Sysoeva [i dr.]; zayavitel' FGBOU VO «Sankt-Peterburgskij universitet Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii im. Geroya Rossijskoj Federacii generala armii E.N. Zinicheva».
4. Trofimova T.I. Fizika: ucheb. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Izd. centr «Akademiya», 2013. 352 s.
5. Polyushkin N.G. Osnovy teorii treniya, iznosa i smazki: ucheb. posobie. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t, 2013. 192 s.
6. Demidova N.E. Matematika. Osnovy trigonometrii: ucheb. posobie. N. Novgorod: Nizhegorodskij gos. arhitekturno-stroitel'nyj un-t, 2011. 92 s.
7. Kalach A.V., Kapustin A.A., Shavaleev M.R. Poryadok dokumental'nogo podtverzhdeniya sootvetstviya sredstv spaseniya lyudej pri pozhare trebovaniyam pozharnoj bezopasnosti // Pozhary i chrezvychajnye situacii: preduprezhdenie, likvidaciya. 2023. № 4. S. 44–52. DOI: 10.25257/FE.2023.4.44-52.
8. Boyce K.E. Safe evacuation for all – Fact or Fantasy? Past experiences, current understanding and future challenges // Fire Safety Journal. 2017. Vol. 91. P. 28–40.
9. McConnell N.C., Boyce K.E. Refuge areas and vertical evacuation of multi-storey buildings: the end users perspectives // Fire Mater. 2015. № 39. Iss. 4. P. 396–406. DOI: 10.1002/fam.2205.
10. Jonsson A., Anderson J., Nilsson D. A risk perception analysis of elevator evacuation in high-rise buildings // Proceedings of the Fifth Human Behaviour in Fire Symposium, Interscience Communication. 2012. P. 398–409.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 10.01.2025; одобрена после рецензирования: 03.03.2025; принята к публикации: 05.03.2025

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 10.01.2025; approved after review: 03.03.2025; accepted for publication: 05.03.2025

Информация об авторах:

Капустин Александр Андреевич, соискатель Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: alexkapustin96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2216-5995>

Information about the authors:

Kapustin Alexander A., student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: alexkapustin96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2216-5995>