

УДК 614.84

doi: 10.37657/vniipo.avpb.2023.18.25.003

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПРЕДЕЛЫ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ СПАСАТЕЛЬНЫХ ПРЫЖКОВЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ НА ПОЖАРЕ

Максим Вадимович Вищекин, Сергей Михайлович Дымов, Дмитрий Юрьевич Русанов, Александр Михайлович Александров

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье рассмотрены аспекты применения устройств спасательных прыжковых пожарных. По совокупности технических характеристик, эксплуатационных параметров и статистических данных о выездах специальных пожарных автомобилей определены оптимальные пределы применения пневматических матов.

Ключевые слова: средства спасения с высоты, устройства спасательные прыжковые, перегрузка, высота спасения, пневматический спасательный мат, спасение на пожаре, оптимальный выбор пожарного устройства

Для цитирования: Вищекин М.В., Дымов С.М., Русанов Д.Ю., Александров А.М. Оптимальные пределы применения устройств спасательных прыжковых пневматических на пожаре // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2023. № 3 (17). С. 24–32. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.18.25.003>.

OPTIMAL LIMITS OF APPLICATION OF PNEUMATIC JUMP RESCUE DEVICES ON FIRE

Maxim V. Vishchekin, Sergey M. Dymov, Dmitry Yu. Rusanov, Aleksandr M. Aleksandrov

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article discusses the aspects of application of jump rescue devices. The optimal limits of application of pneumatic mats are determined according to the totality of technical characteristics, operational parameters and statistical data on the responses of special fire trucks.

Keywords: equipment for rescue from height, jump rescue devices, overload, escape height, pneumatic rescue mat, rescue from fire, optimal selection of fire device

For citation: Vishchekin M.V., Dymov S.M., Rusanov D.Yu., Aleksandrov A.M. Optimal limits of application of pneumatic jump rescue devices on fire. Aktual'nye Voprosy Pozharnoi Bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2023, no. 3, pp. 24-32. (In Russ.). <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.18.25.003>.

В линейке пожарно-спасательных средств особое место занимают устройства спасательные прыжковые по ГОСТ Р 53273 [1]. Таких устройств два: натяжное спасательное полотно и устройство спасательное прыжковое пневматиче-

ское (далее – пневматический мат). И если применение натяжного спасательного полотна крайне ограничено, то использование пневматических матов позиционируется как последняя, но реальная возможность спасения в критической ситуации. Опустим психологические проблемы данного способа спасения и рассмотрим технические аспекты применения матов.

В настоящее время наиболее оптимальными конструкциями являются каркасные и бескаркасные маты. Внешне такие конструкции похожи друг на друга и представляют собой объемную оболочку иногда с ограничительными валиками по верхней поверхности, изготовленную из высокопрочных синтетических материалов. В рабочем состоянии внутри бескаркасных матов при помощи вентиляторов постоянно поддерживается повышенное давление воздуха, избыток которого автоматически сбрасывается системой клапанов, в каркасных матах также в опорные трубы нагнетается вентиляторами воздух, но есть конструкции с герметически замкнутыми внутренними каркасами, наполняемые от баллона высокого давления дыхательного аппарата на сжатом воздухе один раз при разворачивании. Бескаркасные маты имеют закрытые клапаны для сброса воздуха и внутренний скелет из веревочных растяжек и эластичных стяжек (рис. 1). Каркасные маты имеют постоянно открытые отверстия для сброса воздуха и выделенный конструктивно внутренний каркас для создания и поддержания формы (рис. 2).

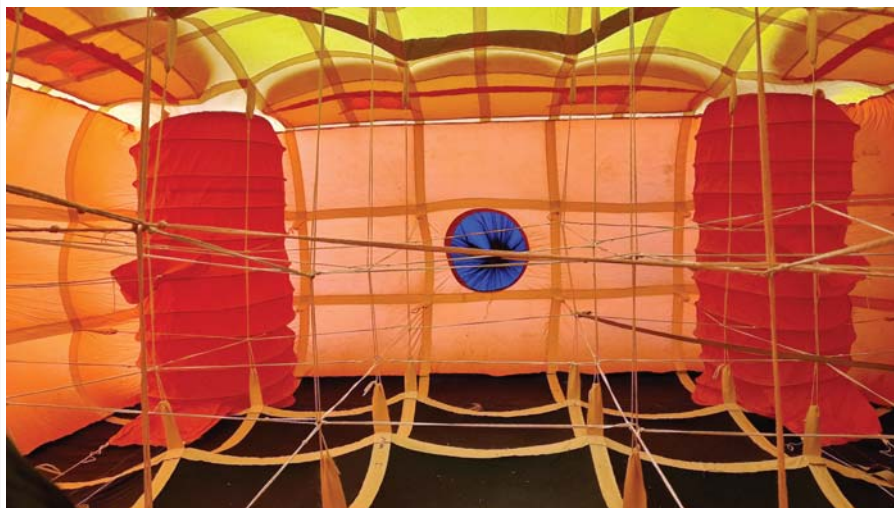


Рис. 1.
Внутреннее устройство бескаркасного мата;
синий круг по центру – сбросной клапан



Рис. 2.
Внутреннее устройство каркасного мата;
открытое отверстие по центру – сбросной клапан

Существуют и другие конструкции, но они не могут конкурировать по безопасным условиям торможения падающего с высоты тела с указанными выше моделями. В идеальном случае мат не допускает касания тела человека при падении с опорной поверхностью и обеспечивает разумное значение перегрузки при торможении. Так как организм человека по-разному переносит перегрузки, приложенные в разных направлениях, оптимальным является направление спина – грудь, то есть при горизонтальном падении на спину с немного согнутыми ногами [2]. При стандартных расчетах принимают именно это направление перегрузки, человека условно принимают за математическую точку или шар, а торможение рассматривают при значении постоянного ускорения. Тогда, зная физиологические значения переносимости, можно оценить перегрузку, возникающую при торможении,

$$n = \frac{H}{h}, \quad (1)$$

где n – перегрузка; H – высота падения; h – путь торможения, за время торможения

$$t = \frac{h\sqrt{2}}{\sqrt{gH}}, \quad (2)$$

где t – время воздействия перегрузки; H – высота падения; h – путь торможения; g – ускорение свободного падения.

При падении на мат перегрузки действуют менее 1 с (кратковременные). Тренированные летчики переносят перегрузку в 7–8 единиц, действующую в течение 0,2 с, а проведенные эксперименты на взрослых шимпанзе показали, что они переносят перегрузку в 100 за то же время. Например, при падении с высоты 15 м и тормозном пути 0,2 м допустимая перегрузка для человека будет превышена почти в два раза. При тормозном пути 0,7 м перегрузка станет допустимой. При нормативно установленной высоте спасения для пневматических матов 20 м [1], тормозной путь должен быть не менее 1,2 м. На практике этот параметр должен быть увеличен как минимум в два раза. Так, высота мата «Каскад-5» равна 2,5 м, а «ППСУ-20» 1,8 м. При дальнейшем увеличении высоты спасения увеличивается и высота мата. Собственная высота мата «Каскад-16» составляет не менее 5 м, что позволяет спасать людей с высоты 80 м (рис. 3).



Рис. 3.
Пневматический мат «Каскад-16»

Высота мата пропорционально связана с его размерами на плоскости. «Каскад-5» имеет размеры квадрата, каждая сторона которого 5 м, «ППСУ-20» – неправильного восьмиугольника шириной 4,25 м, а «Каскад-16» – в форме квадрата 16 × 16 м. Размеры в плоскости не менее важны чем высота, попасть точно в центр мата в экстремальной обстановке могут не все. При этом маты обеспечивают бестравматичное приземление человека только в положении «спиной вниз» при попадании в центр устройства с высоты до 20 м (рис. 4), бестравматичное приземление человека в положении «ногами вниз» при попадании в центр устройства с высоты до 10 м и сохранение жизни в любом положении, за исключением падения в положении «головой вниз», при условии попадания не ближе 0,75–1,0 м от края с высоты до 20 м (рис. 5).



Рис. 4.
Результат
падения
грузомкета
массой 100 кг
с высоты 20 м
в центр мата



Рис. 5.
Результат
падения
грузомкета
массой 100 кг
с высоты 20 м
на расстоянии
1 метра
от края мата

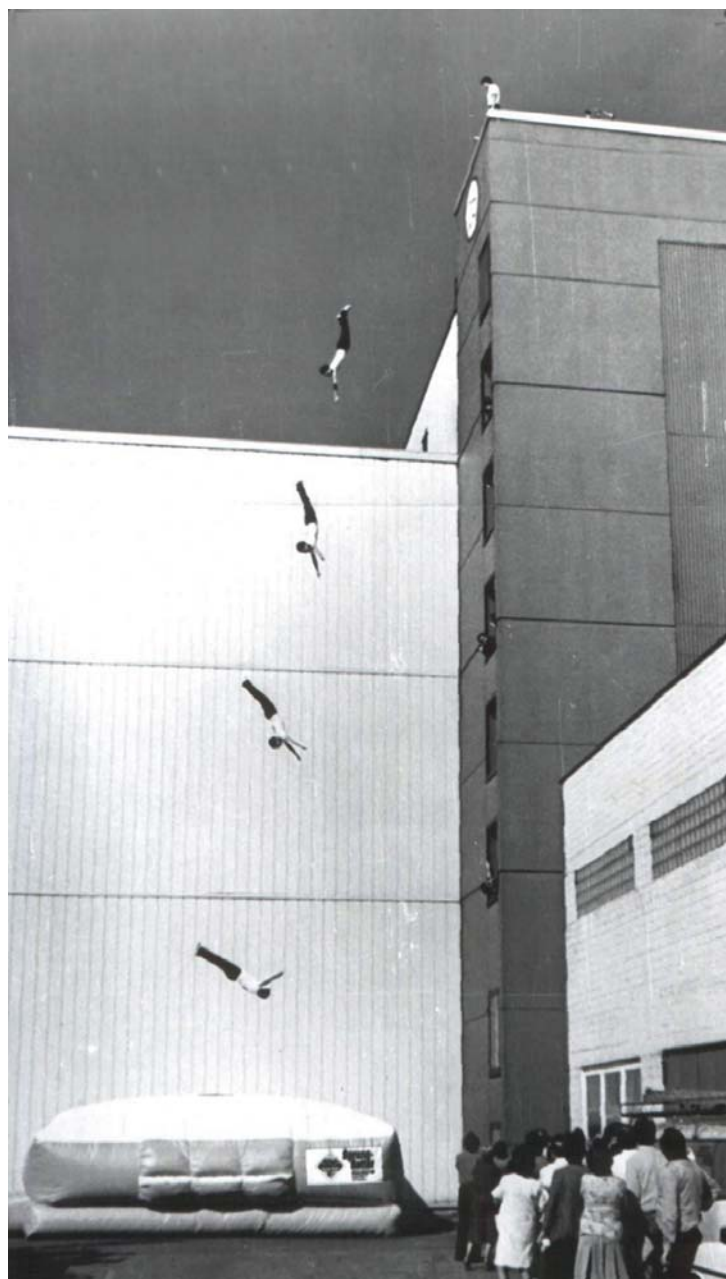
С учетом того, что обычный человек прыгает на мат так же, как он бы прыгал в воду (рис. 6), его неизбежно отбрасывает на край устройства.



Рис. 6.
Пример прыжка
на мат обычного
человека

Поэтому при проведении спасения с помощью прыжковых средств всегда существует элемент риска и вероятность травмирования. Это связано с наличием у человека навыков преодоления психологического барьера (страха высоты), необходимых знаний определенных приемов прыжков с высоты на точность попадания, умения группироваться в свободном полете (рис. 7) и при приземлении, также оказывают влияние перегрузки, обусловленные быстрым торможением. Существует также несколько факторов, не поддающихся контролю со стороны пожарных и спасателей, – это сила и направление прыжка, расположение человека относительно мата перед прыжком, скорость ветра в зоне проведения операции [3–7], а также рельеф местности: горизонтальный уклон, выступы (бордюры, кочки), ямы и другие неровности. Именно поэтому уменьшать размеры мата недопустимо.

Рис. 7. Образцовое
выполнение прыжка на мат
каскадером – пример
из рекламного проспекта



Пневматические маты в состоянии спасти прыгающего человека с высоты до 100 м, однако на практике также принято ограничение в 20 м. Для этого существует ряд объективных причин.

Габариты в развернутом состоянии

Плотность современной городской застройки, особенностью которой является использование соприкасающихся со зданием площадей под эксплуатационные и социальные нужды, зачастую не оставляет свободной зоны даже для установки спасательных устройств небольших размеров. Кроме того, требование п. 8.8 СП 4.13130.2013 [8] предписывает обеспечивать свободное расстояние от внутреннего края подъезда до наружных стен или других ограждающих конструкций зданий: для зданий высотой до 28 м включительно – 5–8 м и для зданий высотой более 28 м – 8–10 м. Пневматический мат с размерами по площади 5 × 5 м еще можно установить по месту применения, а найти свободную площадь для мата «Каскад-16» с размерами 16 м на 16 м будет практически невозможно, при этом необходимо избежать перекрывания им проезжей части.

Масса изделия

Масса мата «Каскад-5» без вентилятора составляет 55 кг, «ППСУ-20» без баллона со сжатым воздухом и ножным подкачивающим насосом весит не более 60 кг, масса «Каскад-16» – 300 кг. Маневренно и на руках перемещать оборудование в режиме острого дефицита времени возможно до тех пор, пока его масса не превышает 100 кг, свыше этого значения необходимо применять средства механизации.

Количество сотрудников для разворачивания

Для обслуживания мата «Каскад-5» необходимо 2–3 оператора, для «ППСУ-20» – 4. Данных по «Каскад-16» нет, но для переноски мата из расчета 25 кг на человека потребуется 12 персон. На пожаре свободных сотрудников не бывает, даже в случае необходимости выделить 3–4 человека весьма проблематично.

Доставка к месту применения

Специальных машин для транспортировки матов не существует. Согласно нормам табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей [9], матами укомплектовываются автолестницы, автоподъемники, автолестницы с цистерной и автоподъемники с цистерной. Специальные пожарные машины до предела заполнены оборудованием и инструментом, а мат в упакованном состоянии требует значительного места – размеры укладочной сумки не менее 1,2 × 0,8 × 0,8 м. В зимних условиях из-за уменьшения эластичности материалов внешние размеры упакованного в сумку мата увеличиваются. Поэтому упакованные пневматические маты вывозят на открытых платформах автолестниц и автоподъемников.

Время приведения в работоспособное состояние

Этот показатель складывается из времени снятия с машины, перемещения к месту применения, разворачивания и наполнения воздухом. При одинаковом времени наполнения для всех матов – не более 3 мин – общее время готовности составит от 5 до 8 мин в зависимости от условий применения. При необходимости перемещения мата в другое место для «ППСУ-20» понадобятся 2 человека, «Каскад-5» перенесут 3 человека, а «Каскад-16» – не менее 12 человек.

Частота возникновения пожаров в зависимости от этажности зданий

Рассмотрим, какая пожарная статистика (табл. 1) по этажности зданий и количеству погибших людей [10].

Таблица 1

Основные показатели обстановки с пожарами за 2017–2021 гг., произошедшими в зданиях различной этажности

Этажность здания	Количество пожаров, ед. / Погибло, чел.				
	2017	2018	2019	2020	2021
1 этаж	80 027 / 5812	80 661 / 5852	109 883 / 5966	109 040 / 5599	107 139 / 5627
2 этажа	10 786 / 647	10 936 / 706	13 819 / 744	13 810 / 791	14 085 / 836
3–5 этажей	10 871 / 760	10 691 / 786	14 672 / 980	14 113 / 976	14 586 / 1087
6–9 этажей	5087 / 266	4868 / 260	9766 / 329	8551 / 379	7914 / 372
10–16 этажей	2389 / 88	2398 / 92	4169 / 125	3850 / 138	3870 / 166
17–25 этажей	670 / 13	694 / 21	1388 / 32	1242 / 24	1314 / 44
Более 25 этажей	24 / 0	43 / 0	60 / 4	84 / 1	67 / 0

Хорошо видно, что максимальное количество пожаров и погибших приходится на здания до 5 этажей, это 15 м по наибольшей высоте спасения. На здания 6–9 этажей приходится почти в два раза меньше пожаров и погибших, это высота до 30 м. Чем выше этажность, тем меньше число пожаров и погибших. Если теоретически принять, что пневматические маты сохраняют жизнь падающего человека с высоты до 30 м (9 этажей), то существующие маты можно применить в подавляющем большинстве случаев.

Финансовая политика

Очевидно, что при увеличении размеров мата растет и его стоимость. Косвенное увеличение затрат произойдет также при увеличении количества обслуживающих операторов, расходов на энергоносители для наполнения мата, периодическом освидетельствовании и ремонте. Создать и оснастить пожарную охрану прыжковыми устройствами для спасения людей с высоты до 100 м возможно прямо сейчас, но будет ли это обосновано практически? В табл. 2 [10] приведена выборочная статистка выездов пожарных автомобилей.

Таблица 2

Распределение пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2019–2021 гг., по видам пожарной техники, прибывшей к месту пожара

Вид пожарной техники	Количество пожаров, ед.		
	2019	2020	2021
Пожарная автоцистерна (АЦ)	453 483	417 764	370 352
Пожарная автоцистерна с лестницей (АЦЛ)	970	930	1012
Пожарная автоцистерна с коленчатым подъемником (АЦПК)	35	36	60
Пожарная автолестница (АЛ)	15 884	16 225	17 306
Пожарный коленчатый автоподъемник (АПК)	1528	1451	1712
Пожарная автолестница с цистерной (АЛЦ)	14	33	33
Пожарный коленчатый автоподъемник с цистерной (АПКЦ)	1	2	1
Спасательные устройства	12	12	22

На подавляющее большинство мест пожара выезжают АЦ, меньше – на АЛ и АКП. Даже принимая во внимание, что количество выездов зависит от количества стоящих на вооружении автомобилей, число выездов АЦ за 2021 год в 16 834 раза больше чем применение спасательных устройств.

Суммируя рассмотренные выше характеристики матов и условия их использования, можно уверенно определить оптимальные пределы применения устройств спасательных прыжковых пневматических на пожаре. По совокупности рассмотренных параметров существующие в настоящее время устройства с высотой применения 20 м однозначно следует считать наиболее подходящими для массового применения. Однако при необходимости нет препятствий для оснащения объекта устройством, рассчитанным на конкретную высоту спасения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53273-2009. Техника пожарная. Устройства спасательные прыжковые пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. Уманский С.П. Барьер выносливости летчика. М.: Машиностроение, 1964. 171 с.
3. Слуев В.И., Кузьмин В.В. О спасении людей при падении с высоты на объектах энергетики // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 1. С. 64–66.
4. Слуев В.И., Холостов А.Л. Использование прыжковых устройств для спасения людей на объектах энергетики // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 3. С. 71–73.
5. Слуев В.И., Кузьмин В.В. Экспресс-оценка риска гибели людей при падении с высоты на объектах энергетики // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 4. С. 45, 46.
6. Кузьмин В.В., Клыгин А.В., Слуев В.И. О возможности спасения людей в чрезвычайных ситуациях с помощью пневматического спасательного прыжкового устройства с высот более 20 м // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. 2006. № 6. С. 61–64.
7. Слуев В.И. Оценка риска гибели человека из-за разрушения пожарного спасательного прыжкового устройства // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. 2006. № 5. С. 166–170.
8. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
9. О внесении изменения в приказ МЧС России от 25.07.2006 г. № 425 «Об утверждении Норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года» [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 28 марта 2014 г. № 142 с изм., внесенным приказом МЧС России от 30.01.2013 г. № 56. Доступ из информ.-правовой портал «Гарант.ру».
10. Пожары и пожарная безопасность 2021. Статистика пожаров и их последствий: статистический сборник [Электронный ресурс]: URL: <http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2021-pogary.pdf/>.

**Статья поступила в редакцию 09.02.2023;
одобрена после рецензирования 15.06.2023;
принята к публикации 29.06.2023.**

Вищекин Максим Вадимович – заместитель начальника отдела – начальник сектора; **Дымов Сергей Михайлович** – старший научный сотрудник; **Русанов Дмитрий Юрьевич** – старший научный сотрудник; **Александров Александр Михайлович** – научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Maxim V. Vishchekin – Deputy Head of Department – Chief of Sector; **Sergey M. Dymov** – Senior Researcher; **Dmitry Yu. Rusanov** – Senior Researcher; **Aleksandr M. Aleksandrov** – Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.