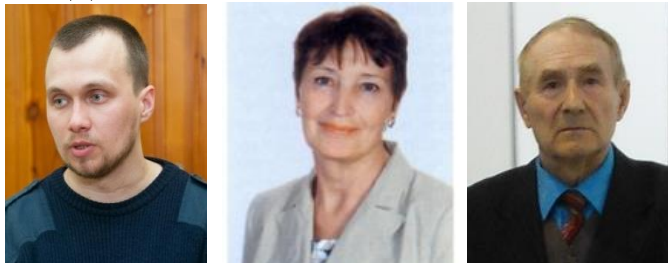


УДК 624.016

Ю.Ю. Юскаев, Л.Т. Раевская, Н.Н. Черемных

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

СПЕЦИФИКА ПОЖАРОВ В НЕБОСКРЕБАХ И ПРОБЛЕМЫ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ



Ключевые слова: *средства спасения людей, пожары в небоскребах, критические факторы при тушении пожаров, пожарная безопасность.*

Предложен обзор критических для жизни людей факторов, возникающих в аварийных ситуациях, в частности, при пожарах. Обсуждается проблема эвакуации людей из высотных зданий и сооружений. Предлагается к рассмотрению запатентованное авторами устройство для спасения людей, представляющее собой спасательный пожарный трап рукавного типа. Его преимущество в том, что он находится не внутри здания, а снаружи и может быть поднят на любую высоту.

Y.Y. Yuskaev, L.T. Raevskaya, N.N. Cheremnykh

SPECIFICS OF FIRES IN THE SKYSCRAPERS AND THE PROBLEMS OF PEOPLE EVACUATION

Key words: *means of saving people, fires in skyscrapers, critical factors in extinguishing fires, fire safety.*

In this paper is offered an overview of the critical factors for people life that arise in emergency situations, particularly in fires. A problem of evacuation of people from high-rise buildings and structures is discussed. It is proposed to consider a device patented by the authors for saving people. The device is a rescue fire trap of a ladder type. One of the important advantages of such a ladder is that it is not inside the building, but outside and can be raised to any height.

Юскаев Юрий Юрьевич - студент Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург); e-mail: senior.yurban88@yandex.ru

Yuriy Yurievich Yuskaev - Student of the Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg); e-mail: senior.yurban88@yandex.ru.

Раевская Лариса Трофимовна - доцент Уральского государственного лесотехнического университета, к.ф.-м.н. (Екатеринбург); тел. 8(343)262-96-13; e-mail: raevskaya@usfeu.ru.

Larisa Trofimovna Raevskaya - PhD of Physical and Mathematical Sciences, Docent of the Ural State Forest Engineering University. Phone: 8(343)262-96-13; e-mail: raevskaya@usfeu.ru.

Черемных Николай Николаевич - профессор Уральского государственного лесотехнического университета, доктор технических наук (Екатеринбург); e-mail: ugltingmh@yandex.ru.

Nikolay Nikolaevich Cheremnykh - Professor of the Ural State Forest Engineering University, Doctor of technical sciences (Yekaterinburg); e-mail: ugltingmh@yandex.ru.

Введение

Пожары представляют огромную угрозу жизни и здоровью людей, а также наносят немалый материальный ущерб. Особенно опасны пожары в высотных зданиях и так называемых «небоскребах» - своеобразных символах «развитого и прогрессивного государства». Началось все еще в конце XIX века. Появление лифтов, возведение каркасных домов, обеспечивающих повышенную прочность несущих стен, внедрение новых строительных технологий привели к появлению первых высотных зданий. Первое высотное здание в мире (The Home Insurance Building), появившееся в Чикаго в 1885 г., было построено по проекту архитектора Уильяма Ле Барона Дженн, имело 10 этажей, высоту 42 м, и было разрушено только в 1931 г. (Таранцев, 2010). С тех пор небоскребы стали стремительно появляться во многих городах Америки, но более всего - в Нью Йорке. Они стали символическим обозначением богатства и мощи отдельных корпораций, буквально соревнуясь в количестве этажей и высоте сооружений: 30-этажное здание Парк Роу Билдинг (119 м, 1899 г.), 52-этажный Метрополитэн Лайф Тауэр (213 м, 1909 г.), 57-этажный Вулворд Билдинг (241 м, 1930 г.), 102-этажный Эмпайр Стейт Билдинг (391 м, 1931 г.), Sears Tower (443 м., 1973 г.) (рис. 1) и т.д.



Рис.1. Небоскреб Sears Tower в Чикаго, высотой 443 м, до 1998 г. - самый высокий в мире.

После войны Европа и Советский Союз вслед за Америкой также начали возводить «высотки». Причиной стала необходимость восстановления разрушенных городов и новые технологические решения в строительстве. За многие десятилетия с тех пор практически во всех странах центры крупных городов украсились высотными домами. В связи с дороговизной земли в центрах крупнейших мегаполисов здания высотой более 100 м будут и дальше появляться, как грибы после дождя. Так, за последние десятилетия в Москве появились следующие «высотки» (<https://moskvadeluxe.ru/neboskreby-vysotnye-zdaniya-moskvy>; <http://mosprogulka.ru/info/samyie-vysokie-zdaniya-moskvy>): ММДЦ "Москва-Сити" - "Башня Федерация" (374 м; 95 этажей); ЖК "Триумф-Палас" (264,1 м; 57 этажей); Офисно-деловой комплекс "ОКО" (354 м - Южная башня, 245 м - Северная башня); "Меркурий Сити Тауэр" (338,8 м); "Евразия" (309 м); башня "Москва" - 301,6 м; "Башня на Набережной": "С" - 268 м, "В" - 135,7 м, "А" - 85 м; "Башня Эволюция" (Evolution Tower) - 255 м; Деловой комплекс "Империya" (в прошлом - Imperia Tower) - 239 м; Главное здание МГУ (240 м, 36 этажей); ЖК "Дом на Мосфильмовской" (213 м; 54 этажа); Гостиница "Украина" (206 м; 34 этажа); ЖК "Триколор" (192 м; 58 этажей); ЖК "Воробьевы горы" (188,2 м; 48 этажей); ЖК "Континенталь" (184 м; 48 этажей); ЖК "Алые паруса" (179 м; 48 этажей); ЖК "Эдельвейс" (176 м; 43 этажа) и др.

Екатеринбург, называя себя третьей столицей, тянется вверх, не отставая от Москвы (Шархун, Сирина, 2015). Примерами могут служить ЖК «Февральская революция» (39,6 м; 42 этажа, 2010 г.), БЦ «Высоцкий» (188,3 м; 54 этажа, 2011 г.), Башня «Исеть» (209 м; 52 этажа, 2015 г.).

Во всем мире идет гонка за высотой строящихся зданий. Возводится небоскреб в Кувейте Burj Mubarak al Kabir высотой 1001 м, 250 этажей, строительство планируют завершить в 2026 г. Итак, будет достигнута километровая высота. Что дальше? 2000 м?

Может быть. Небоскребы стали доминантами пространства и без сомнения шедеврами инженерной мысли и архитектуры. По ним узнают города и страны.

По данным на 2007 год количество небоскрёбов в мире превысило 110000. Вместе с тем, требования по обеспечению пожарной безопасности таких зданий не только в России, но и в мире, разработаны в недостаточном объёме (Кривцов, Пронин, 2009). Авторы рассматривают проблемы, связанные с повышением этажности, и предлагают одно из возможных решений для путей спасения людей в случае возникновения угроз, в частности, пожаров.

Проблемы безопасности в зданиях повышенной этажности

Параллельно со стремлением строительства зданий «все выше и выше» возникает серьезная проблема безопасности. К сожалению, несмотря на колоссальную стоимость строительства высотных зданий, пожары в них не являются редкостью. Согласно данным Центра пожарной статистики Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (ЦПС КТИФ) в 31 стране мира, где проживает более 50 процентов населения Земли, ежегодно регистрируются 3,1-4,5 млн. пожаров, при которых погибали 24-62 тыс. человек. Всего за 20 лет в этих странах жертвами 80 млн. пожаров стал почти 1 млн. человек (<https://fireman.club/statyi-polzovateley/gibel-na-pozharax/>). Пожар в отеле «Вайнкофф» в Атланте (США) в 1946 г. – 119 погибших. Возгорание на 12-м этаже 25-этажного здания «Джоэлма Билдинг» в Сан-Паулу (Бразилия) в 1974 г. – 227 жертв. В Йоханнесбурге (ЮАР) в 2003 г. 6 человек погибли при пожаре в 21-этажной гостинице «Ранд Инн Интернешнл». Пострадавших от пожаров много больше.

Материальный ущерб колоссален. Уничтоженный пожаром в 2005 г. небоскрёб «Виндзор» в Мадриде оценивался в 84,2 млн. евро. В 2012 г. ущерб при пожаре башни «Восток» комплекса «Москва-Сити» составил от 2 до 3 млн. долларов. Метеоусловия на уровне земли и на высоте 250 м - разные, сильный ветер осложнял работу пожарных, высота башни затрудняла подачу воды, насосы не справлялись (<https://ria.ru/moscow/20120405/618948034.html>). И все-таки самая важная задача – эвакуация и спасение людей. Конечно, горят не только высотные здания. Подтверждением тому - пожар в Перми в 2009 г. в ночном клубе «Хромая лошадь» (156 погибших) и торговый центр «Зимняя вишня» в Кемерово в 2018 г. (более 60 жертв).

Спасение людей из высотных зданий является сложнейшей проблемой в связи с повышением потенциальной опасности. Высокая этажность усложняет процесс эвакуации. Очевидно, что в высотных зданиях сосредоточено большое количество людей – тысячи сотрудников многочисленных офисов, посетители, обслуживающий персонал кафе, ресторанов, развлекательных и торговых центров и т.д.

К сожалению, следует признать отсутствие эффективных средств спасения людей из высотных зданий в гарнизонах пожарной охраны МЧС России. Как отмечают С.В. Шархун и Н.Ф. Сирина (2015), подъемные средства пожарной охраны в Екатеринбурге достигают только высоты 68 метров, а высота самого высокого офисного здания «Башня Исеть» составляет 209 метров по уровню крыши. Даже при наличии достаточно высоких пожарных лестниц или подъемников не всегда пожарным удается в кратчайшие сроки найти место для установки. Да и развертывание соответствующей спасательной техники, маневрирование, передислокация на месте тушения пожара требуют определенных затрат времени.

Как следует из п. 6.24 СНИП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», необходимо исключать такие пути эвакуации людей, как лифты и эскалаторы, поскольку эти устройства при пожарах могут выходить из строя. В этом случае основные пути движения людей – лестницы. Анализ процесса эвакуации методами моделирования

людских потоков обнаружил, что спуск людей по лестницам высотных зданий представляет большую сложность из-за того, что с каждым этажом плотность потока увеличивается и, как следствие, скорость движения людей снижается. Для выхода людей из высотного здания требуется пройти от 150 м до 1 км, что в условиях нарастающей плотности людского потока занимает несколько часов. Скопление людей блокирует путь к выходу. Видеонаблюдение и экспериментальные данные показали, что в среднем время блокирования путей эвакуации людьми составляет 1,5 - 5 мин. Большинство людей испытывают ужасную усталость уже через 5 минут движения вниз по лестнице (Холщевников, Самошин, 2008; Меркушкина и др., 2015).

Проблематичной является эвакуация людей пожилого возраста, детей, инвалидов, людей с ограниченными возможностями, беременных женщин, людей с избыточным весом и пр. В табл. 1 приведены данные по количеству погибших для разных социальных групп за несколько предыдущих лет (<http://www.cstroy.ru/news/stati/5968/>), причем образование, уровень доходов и другие социальные факторы в нормативных документах во всём мире игнорируются, хотя признаётся их роль в этих потерях.

Таблица 1

Абсолютное количество погибших на пожарах и количество погибших на 1 миллион человек каждой социальной группы

Пол, социальное положение и возраст погибших людей	Количество погибших, чел./ Количество погибших на 1 млн. человек каждой социальной группы							
	2007		2008		2009		2010	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пол								
Мужчины	11608	176.41	10960	166.82	9977	152.09	9282	141.49
Женщины	4272	55.92	4044	53.00	3812	49.96	3626	47.52
Социальное положение								
Рабочие	1885	*	1770	*	1397	*	1418	*
Служащие	209	*	174	*	121	*	65	*
Предприниматели	65	*	67	*	46	*	37	*
Фермеры и колхозники	169	*	185	*	-	*	-	*
Домохозяйки	338	*	320	*	225	*	206	*
Пенсионеры	4758	*	4507	*	3998	*	3856	*
Нетрудоспособные иждивенцы (инвалиды)	805	*	788	*	1000	*	917	*
Дети дошкольного возраста	327	*	385	*	429	*	401	*
Школьники, учащиеся ПТУ	144	*	147	*	162	*	145	*
Студенты вузов, техникумов, колледжей	68	*	47	*	54	*	30	*
БОМЖ и безработный	5851	*	5564	*	4637	*	4312	*
Иное социальное положение ²	871	*	925	*	1839	*	1635	*

Время эвакуации и опасные факторы пожара

На время движения по путям эвакуации оказывает влияние заторможенная реакция людей на сигнал пожарной тревоги. Люди хотят получить дополнительную информацию, подтверждающую сигнал, обсудить с коллегами, попробовать тушить или помогать тушению и пр. На это уходит время, и ситуация может выйти из-под контроля. Че-

ловеку свойственно осознавать ситуацию и потом ориентироваться. Теряется время, затрачиваемое человеком на восприятие сообщения о пожаре, которое составляет, как правило, около 20–25 с. (из которых 6–8 с. подается сигнал для привлечения внимания и 14–17 с. осмысливается текст). При этом люди приступают к активным действиям, прослушав сообщение как минимум 2 раза (Холщевников и др., 2015). Время тратится и на обнаружение пожара, сообщение о нем диспетчерам пожарных служб, сбор и выезд пожарных, развертывание средств тушения и пр. Тем временем опасные факторы пожара могут быстро достичь предельных значений (табл. 2) (<http://www.fireevacuation.ru/ofp-descr.php>). По лестничным клеткам и шахтам лифтов распространяются продукты горения, происходит задымление и повышение температуры, что ограничивает пути эвакуации. Для высотных зданий характерно быстрое развитие пожара и задымление на всю высоту здания; сложность обеспечения действий по тушению пожара, аварийно-спасательных мероприятий, блокирование путей эвакуации. Скорость распространения дыма по вертикали достигает десятков метров в минуту (Таранцев и др., 2010; Кирюханцев, Иванов, 2013).

Таблица 2

Предельные значения опасных факторов пожара

№	Опасный фактор пожара	Предельное значение
1	Оксид углерода (угарный газ)	1,16 г/м ³ (0,1% объема)
2	Двуокись углерода (углекислый газ)	0,11 кг/м ³
3	Хлористый водород	0,000023 кг/м ³
4	Температура	70°С
5	Интенсивность теплового излучения	1,4 кВт/м ²
6	Концентрация кислорода	15%
7	Предельная видимость в дыму	20 м

Кроме того, отсутствие противодымной вентиляции на эвакуационных лестницах может привести к гибели людей от отравления. Конкретные угрозы здоровью людей со стороны опасных факторов пожара:

- высокая температура, которая может достигать 1100°С; однако уже при 100°С через 15 секунд возникает ожог;
- недостаток кислорода: уменьшение количества кислорода в воздухе до 17% приводит к нарушению координации, затруднению мышления, притуплению внимания; при 6%-ном содержании кислорода наступает неясность сознания, повреждение центральной нервной системы;
- углекислый газ: повышение CO₂ до 12% во вдыхаемом воздухе приводит к гибели за считанные минуты (Хынг, Корольченко, 2012).

Кроме упомянутых, можно напомнить о факторах, указанных в Федеральном законе от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: «токсичные продукты сгорания; осколки; части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; (в ред. Федерального закона от 10.07.2012 N 117-ФЗ); радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования; вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ». Вероятность воздействия опасных факторов пожара Q_6 на людей на верхних этажах, вышедших на незадымляемую лестничную клетку, предложено рассчитывать по формуле $Q_6 = Q_n(1 - P_{н.з.})$, где Q_n – вероятность возникновения пожара и $P_{н.з.}$ – вероятность эффективной работы противопожарной защиты (ГОСТ

12.1.004-91*ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.). Очевидно, что при нормальной работе средств пожаротушения вероятность воздействия опасных факторов пожара снижается до минимума. И все-таки, как помочь людям добраться до безопасного выхода, есть ли еще возможности спасения людей из полыхающих зданий? Авторы настоящей публикации предлагают один из возможных внешних путей спасения людей из здания.

Пути эвакуации

В критической ситуации главное - обеспечить людям выход из помещения. Требования к путям эвакуации порой нарушаются: торговым оборудованием перекрываются выходы, двери на лестничные площадки закрыты на замки, загромождены проходы и коридоры, отсутствуют зоны безопасности, в которых опасные факторы пожара не превышают предельные значения в течение длительного времени и т.д. Нарушаются требования по предельно допустимым расстояниям от самой удаленной точки здания до пути эвакуации. Количество и ширина эвакуационных выходов определяется, исходя из максимального возможного числа эвакуирующихся через них людей. Есть необходимость разработать регламент возможного проведения поэтапной эвакуации с использованием пожарных лифтов (Пронин, 2009).

Есть много предложений по системам спасения, например, предложено ограждение, которое разворачивается вокруг горящего здания и наполняется ударопоглощающими шарами с тем, чтобы люди могли через окна покидать здания, падая на эти шары (<http://www.findpatent.ru/patent/230/2300404.html>). Авторами данной работы предлагается устройство для спасения людей (**рис. 2**), которое устанавливается снаружи здания («Устройства для спасения людей из зданий в аварийных ситуациях», авторы Юскаев Ю.Ю., Черемных Н.Н., Раевская Л.Т., патент №179796 от 24.05.2018 г.). Устройство спасательного пожарного трапа рукавного типа представляет собой пространственную несущую систему, состоящую из несущих канатов, ограждающих канатов, тканевых горок, поперечных формообразующих рамок, дополнительных канатов и вертикальных веревочных лесенок для подъема и спуска.

На **рис. 3а** представлен упрощенный макет устройства со спасательной лесенкой по наружной стороне сооружения. На **рис. 3б** показано предлагаемое авторами экспериментальное решение для спуска людей вниз по пилообразной траектории.

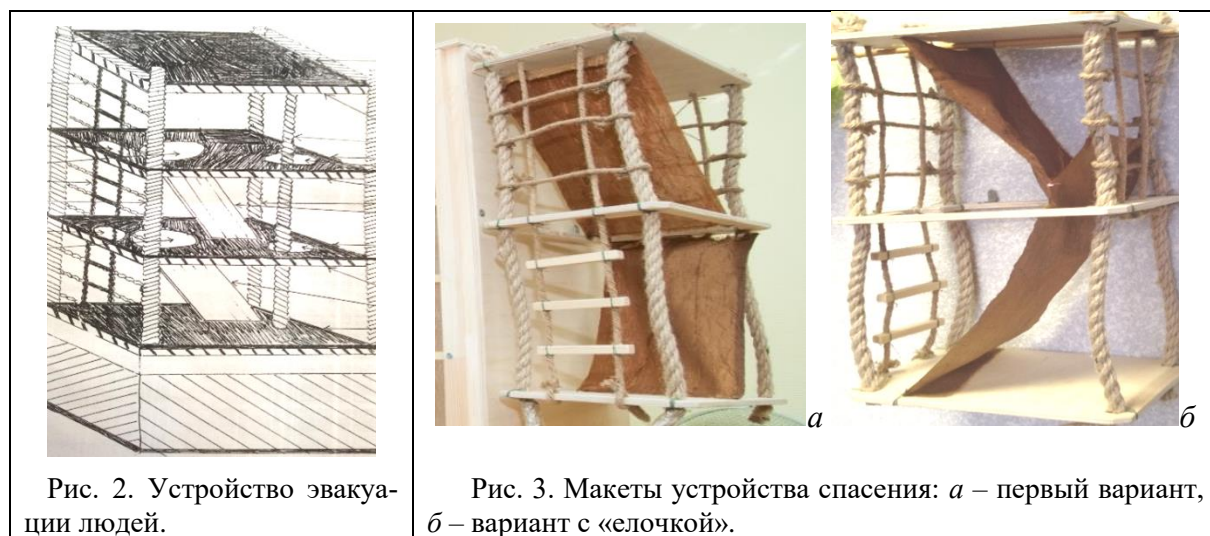


Рис. 2. Устройство эвакуации людей.

Рис. 3. Макеты устройства спасения: *а* – первый вариант, *б* – вариант с «елочкой».

Наклонные горки изготовлены из огнестойкой и не проводящей тепло ткани. Теплоизолированы и канаты, и площадки для остановок. Горки, рабочее название которой - «ёлочка», действительно напоминает перевернутую елку. Она позволяет

обеспечить быстрое, безударное и, самое главное, безостановочное движение людей вниз. Безусловно, необходимо разделять данное устройство на секции для остановки и отдыха. С этой целью предусмотрены на каждом шаге площадки для остановки по желанию. В варианте, представленном на **рис. 2**, спуск с горки осуществляется через отверстие в площадке, после чего необходимо перейти к следующему отверстию для спуска по следующей горке. В вариантах, показанных на **рис. 3а** и **3б**, нет необходимости в остановках и переходах: движение человека происходит непрерывно с горки на горку, причём сначала человек может скользить на спине, потом на фронтальной или боковой части тела. В самом низу предусмотрены замедляющие горки с меньшим углом наклона к горизонту поверхности скольжения. Идея устройства, предлагаемого авторами, обладает некоторыми важными особенностями.

Простота устройства. Его можно производить, имея минимум оборудования. Максимальная простота системы позволяет как можно быстрее начать процесс эвакуации из здания. Исключается необходимость нажатия кнопок, поворотов рычагов, разворачивания системы и т. д. По сигналу пожарной тревоги обеспечивается автоматическое развертывание всего устройства с крыши здания или из подземного устройства возле фундамента. Предпочтителен вариант, когда устройство на стадии проектирования встроено в архитектуру здания с внешней стороны, возможно, как часть балкона.

Высокая пропускная способность. В предлагаемом решении предусмотрено несколько вариантов эвакуации с помощью спасательного устройства: горки, лестники и пр. Люди одновременно могут спускаться по тканевым горкам, по канату, по веревочным лестницам, встроенным в ограждение по периметру, по канатному ограждению. Эвакуируемые могут выбирать вариант в соответствии с физическим состоянием и возможностями. С каждого этажа можно выйти к устройству и вернуться в здание. Таким образом, учитывается и психофизиологический фактор (боязнь замкнутого пространства, скоростного спуска и т.д.).

Спасение от токсичных продуктов горения и дыма. Поскольку устройство находится с наружной стороны здания, повышается возможность спасения от токсичных веществ, губительное воздействие которых исчисляется минутами.

Более высокая скорость эвакуации за счет скольжения по «елочке» по сравнению с движением по лестнице. Скольжение доступно и детям, и пожилым людям.

Огнестойкость. Предлагаемое устройство позволяет в течение длительного времени при прямом воздействии огня и высокой температуре обеспечить возможность для эвакуации людей. Сохранение несущей способности и целостности конструкции спасательного устройства достигается благодаря следующим решениям: пропитка антипиренами, покрытие поверхности вспучивающимися антипиренами, оборачивание поверхностей горок и канатов огнестойкими тканями в несколько слоев.

Возможность бойцам пожарной охраны подниматься по встроенным лестницам на любой этаж. Максимальная высота пожарной лестницы составляет 112 м, что недостаточно для высотных современных зданий, да и подъезды к зданиям часто затруднены парковками, отсутствием дорог. Соответственно, благодаря встроенным лестницам устройства, пожарные могут сразу начать подниматься, не дожидаясь разворачивания оборудования. Можно предусмотреть встроенный подъемный механизм типа лебедки для средств тушения пожара.

Длительность эксплуатации устройства. Благодаря различным химическим пропиткам и покрытиям, можно на длительное время защитить элементы конструкции от воздействия атмосферных осадков и разрушающего воздействия солнечного излучения.

Ремонтпригодность и обслуживание. Конструкция спасательного устройства позволяет осуществлять замену любого элемента конструкции без демонтажа всего устройства.

Установка различного оборудования в пространственную несущую систему. Подразумевается установка рукавов, мотопомп, насосов повышающего давления, грузоподъемного оборудования для скоростного подъема средств тушения и пожарных на нужный этаж, а также для быстрого спуска раненых.

Низкая стоимость. Проблема внедрения спасательных устройств неизменно упирается в высокую стоимость их приобретения, обслуживания и установки. Стоимость указанного пожарного трапа сравнительно невысока, поскольку материалом являются канаты, ткани и т. п.

Установка в раскрывающемся виде. Вариант предлагается в том случае, когда нельзя вносить изменения в фасад здания. Тогда спасательное устройство можно разместить в сложенном виде в контейнере и установить его, например, на крыше. Срабатывание осуществляется по команде пожарной сигнализации, а раскрытие - с помощью выталкивающего привода гидравлического, электрического, пневматического, механического и пиротехнического, комбинированного. В данном случае необходимы установка на здании ветрозащитных экранов и размещение в оконных проемах переходных шлюзов, площадок из здания в спасательное устройство.

Установка в изначально раскрытом виде. Вариант наиболее предпочтителен, поскольку устройство всегда готово к эксплуатации, не требует раскрывающих приводов, защитных экранов, прикрепляется к несущей внешней стене здания, а несущие канаты спасательного устройства прикреплены к несущим балкам, которые установлены на крыше здания.

Заключение

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет обеспечить высокую степень защиты людей при аварийной ситуации за счет более высокой пропускной способности и большей скорости людского потока. Ввиду простоты ремонта и возможности длительной эксплуатации, связанной с применением различных защитных покрытий, устройство может быть экономически выгодным, так как позволяет поддерживать его в рабочем состоянии длительное время. В поперечных формообразующих рамках можно предусмотреть отверстия для дополнительного каната, который также можно использовать для спуска или подъема тренированных людей. В нижней части пожарного трапа можно предусмотреть замедляющие горки или контейнер и т.д. Работа по совершенствованию устройства продолжается.

Список использованной литературы

Кирюханцев Е.Е., Иванов В.Н. О повышении эффективности тушения пожаров в высотных зданиях // Интернет-журнал «Технология техносферной безопасности». 2013. Вып. № 5 (51) (<http://ipb.mos.ru/ttb>).

Кривцов Ю.В., Пронин Д.Г. Огонь на высоте // Высотные здания. 2009. № 1. С. 106-111.

Меркушкина Т.Г., Самошин Д.А., Хасуева З.С., Зыкова М.Ю. Особенности эвакуации людей из современных офисных зданий при пожаре // Интернет-журнал «Технология техносферной безопасности». 2015. Вып. № 5 (63) (<http://ipb.mos.ru>).

Пронин Д.Г. Требования пожарной безопасности к путям эвакуации. Особенности проектирования путей эвакуации в высотных зданиях // Современные системы и средства комплексной безопасности и противопожарной защиты объектов строительства // Информационный сборник. М.: ГУП «ИТЦ Мосархитектуры», 2009. С. 174-175.

Таранцев А.А., Новоселов Р.Н., Родичев А.Ю. Высотные здания и их пожарная опасность // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2010. № 2. С. 1-7 (<https://www.twirpx.com/file/891281/>).

Холщевников В.В., Самошин Д.А. Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий // Жилищное строительство. 2008. № 8. С. 1-4.

Холщевников В.В., Самошин Д.А., Парфененко А.П., Кудрин И.С., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р. Эвакуация и поведение людей при пожарах: учеб. пособие. М.: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2015. 262 с.

Хынг Динь Конг, Корольченко А.Я. Эвакуация людей из высотных зданий при пожарах // Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 206-212.

Шархун С.В., Сирина Н.Ф. Современное высотное строительство и его пожарная опасность // Техносферная безопасность. 2015. № 4 (9). С. 37-42.

Рецензент статьи: профессор Уральского государственного лесотехнического университета, д.т.н. Э.Ф. Герц.