

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

К. т. н. Д. А. САМОШИН, адъюнкт И. С. КУДРИН, адъюнкт Р. Н. ИСТРАТОВ,
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

В 1931 г. в центре Нью-Йорка состоялось открытие Эмпайр Стейт Билдинг (высотой 381 м) — здания, которое являлось самым высоким в мире более 40 лет (с 1931 по 1972 гг.). Именно это событие обозначило начало мирового «ультравысотного» строительства.

В настоящее время в мире насчитывается около 20 тыс. зданий высотой более 75 м [1], их суммарная населенность составляет, по мнению авторов, около 15 млн. человек. Самое высокое здание в мире — Бурдж Дубай, достигает 828 м (табл. 1). Более того, государственная компания — застройщик этого небоскреба Nakheel объявила о своих планах строительства 200-этажного здания высотой 1 км.

В России количество пожаров в высотных зданиях невелико, но доля погибших на один пожар в зданиях высотой более 25 этажей в 3–4 раза превышает этот показатель в зданиях до 16 этажей. В других странах, например в США, ситуация с пожарами также неблагоприятная. Ежегодно (с 2003 по 2006 гг.) фиксировалось около 13400 пожаров в высотных зданиях и зданиях повышенной этажности. В результате пожаров 62 человека стали жертвами трагедий, 490 получили травмы, а материальный ущерб составил 179 млн долларов в год [2].

Как уже отмечалось в ряде предыдущих работ [3–8], обеспечение безопасности людей при пожарах в данных зданиях (рис. 1) представляет собой сложную задачу, особенно организация безопасной эвакуации. Это от-



Рис. 1. Пожар в высотном здании в Шанхае 15 ноября 2010 г.

Таблица 1. Пять самых высоких зданий мира

Название здания	Бурдж Дубай	Тайпей 101	Шанхайский мировой финансовый центр	Международный коммерческий центр	Петронас
Страна, город	ОАЭ, Дубай	Тайвань, Тайпей	Китай, Шанхай	Китай, Гонконг	Малайзия, Куала-Лумпур
Год постройки	2010	2004	2008	2010	1998
Количество этажей	163	101	101	108	88
Назначение	Смешанное	Офисное	Смешанное	Смешанное	Офисное
Высота*, м	828	508	492	484	459,1

* Высота здания определялась расстоянием от уровня пешеходного входа до самой верхней части здания (как правило, антенны, шпиля).

Таблица 2. Описания реальных пожаров в высотных зданиях

Место и время пожара	Последствия
г. Сан-Паулу, 1 февраля 1974 г.	Пожар в 25-этажном здании. Число погибших составило 227 человек, пострадали 450 человек
г. Лос-Анджелес, 5 мая 1988 г.	Пожар в 62-этажном здании First Interstate Bank. В огне, охватившем пять этажей здания, погиб один человек, более 40 человек пострадали. Большая группа людей была снята вертолетом с крыши небоскреба высотой более 260 м
г. Каир, 15 марта 1989 г.	Пожар на трех последних этажах 28-этажного телецентра. Два человека погибли, восемь получили ранения, четверо были спасены с помощью вертолетов
г. Токио, 24 августа 1989 г.	Пожар в 24-этажном жилом доме, причиной которого стало короткое замыкание в телевизионном приемнике. Жители дома были спасены с помощью вертолета
г. Филадельфия, 25 февраля 1991 г.	Почти сутки продолжался пожар в 38-этажном небоскребе. Пожар начался на 22-м этаже и поднялся на восемь этажей вверх. При тушении погибли трое пожар-ных
г. Претория, 15 июня 1994 г.	Загорелось высотное здание в центре. Огонь вспыхнул на 19-м и распространился до последнего 27-го этажа. Около 40 человек были спасены вертолетами
г. Джакарта, 8 декабря 1997 г.	Пожар вспыхнул на верхних этажах 25-этажного банка в Индонезии, три из которых выгорели полностью. 15 человек погибли. Причиной пожара стало короткое замыкание в системе кондиционирования воздуха
г. Гонконг, октябрь 2002 г.	Пожар в жилом высотном здании. Погибли 2 человека, пострадали 18 человек
г. Чикаго, декабрь 2004 г.	Пожар в 38-этажном здании. Пострадали 38 человек
г. Сан-Паулу, январь 2005 г.	Пожар в 31-этажном здании. 90 человек получили отравления продуктами горения
г. Мадрид, 13 февраля 2005 г.	Пожар в Виндзорской башне (32 этажа) начался на 21-м этаже. Выгорела практически вся верхняя часть здания
г. Москва, 21 апреля 2006 г.	Пожар в 26-этажном здании общежития Московского государственного университета. Погибли 2 человека, пострадали 7 человек
г. Харбин (Китай), 9 октября 2008 г.	Пожар вспыхнул в 29-этажном здании. Жертв нет, но из-за задымления люди не в состоянии были эвакуироваться самостоятельно. 61 человек были спасены
г. Шанхай, 15 ноября 2010 г.	Пожар произошел в 28-этажном здании. Погибли 53 человека, госпитализированы 100 человек. Использование вертолетов оказалось невозможным

четливо видно из описаний реальных пожаров (табл. 2), подготовленных в результате работы с новостными и периодическими изданиями сети Интернет.

Как видно из представленного обзора, во многих случаях пожар распространялся на большую площадь, гибли люди, тушение огня являлось сложной боевой задачей, приводящей к жертвам среди пожарных, а эвакуация, зачастую, осуществлялась с помощью вертолетов, если тепловой поток и пламя позволяли им зависнуть над горящим зданием.

Еще более сложную задачу представляет эвакуация из высотных зданий маломобильных групп населения [8]. Для оценки параметров их эвакуации был проведен постановочный эксперимент на одном из объектов ММДЦ «Москва-Сити». В нем принимали участие три человека: испытуемые № 1 и 2 имитировали группу мобильности МЗ, эвакуирующийся № 3 не имел ограничений по мобильности (группа М1) (рис. 2). Участникам эксперимента необходимо было преодолеть 60 этажей от площадки 60-го этажа до выхода из здания (выход из

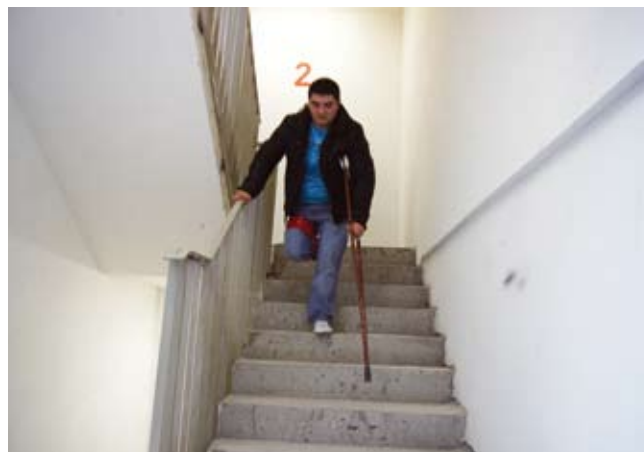


Рис. 2. Экспериментальная эвакуация людей, имитирующих группу мобильности МЗ с 60-го этажа высотного здания делового комплекса «Федерация»

лестничной клетки осуществлялся непосредственно наружу).

Эксперимент проводился в условиях свободного движения, т. е. кроме самих эвакуирующихся на маршах лестницы никого не было. Движение осуществлялось физически подготовленными молодыми людьми 24–33 лет. Имитация ограничений подвижности опорно-двигательного аппарата достигалась наложением шин, которые фиксировались клейкой лентой. По субъективным оценкам участников эксперимента, перемещаться было физически тяжело, кроме того, крайне сложно было и маневрировать при движении. Следует заметить, что несмотря на хорошую физическую подготовку, у испытуемых полностью отсутствовал опыт использования вспомогательных приспособлений (трости, костылей), что отчасти компенсировало их хорошую физическую форму.

В результате эксперимента было установлено, что время эвакуации самого медленного его участника (№ 2) превысило 30 мин. Причем в случае образования на лестнице скоплений существенно возрастет время эвакуации всех людей, как здоровых, так и маломобильных, из-за увеличения в десятки раз плотности образующихся потоков людей. Следует еще раз заметить, что в эксперименте принимали участие физически подготовленные молодые люди, в случае же эвакуации, как правило, менее подготовленных маломобильных людей есть все основания сомневаться, что такой путь в 1298 ступеней вообще будет пройден. Необходимо отметить, что дополнительные сложности при эвакуации возникали из-за отсутствия поручней в местах перехода из одной лестничной клетки в другую и нечетких знаков эвакуации, установленные в этих переходах.

Кроме обеспечения безопасности маломобильных групп населения, одним из важных вопросов безопасной эвакуации из высотных зданий является наличие незадымляемой лестничной клетки. В России, например, для высотных зданий используется лестничная клетка типа Н2 (либо Н2 + Н3) с подпором воздуха при пожаре. Тогда возникает вопрос: а что может случиться, если подпор воздуха не сработает? Ведь это происходит не так редко и, по данным статистики, при расчете рисков принимается величина эффективного срабатывания 0,8 [9], т. е. в 20 % случаев эта система не работает.

Для анализа опасности людей в этих 20 % зданий было проведено моделирование пожара в части высотного сооружения. В ходе первого варианта моделирования было установлено, что при несрабатывании системы противодымной защиты лестничная клетка задымляется всего за 2,5 мин! В этом случае люди окажутся в «ловушке» и не смогут покинуть свой этаж, что может привести к трагическим последствиям. При втором варианте учитывалась эффективная работа системы дымоудаления и подпора воздуха. В результате опасные факторы пожара остались в пределах этажа и не попали в лестничную клетку. Этот пример подтверждает, что для обеспече-

ния безопасной эвакуации необходимо повышать вероятность эффективного срабатывания противопожарных систем. Данным вопросом занимались многие исследователи, в частности в работе установлено, что при ежедневном обслуживании и проверке работоспособности системы эта вероятность поднимается в разы [10].

Несмотря на сложность эвакуации маломобильных групп населения и возможность задымления лестничной клетки, основные алгоритмы эвакуации для обеспечения безопасности людей в высотном здании известны:

1. Поэтапная эвакуация. В данном случае при сигнале «пожар» не все люди покидают здание одновременно, а делают это постепенно, поэтапно (возможна эвакуация одновременно нескольких этажей), что позволяет избежать скоплений в лестничных клетках. Данный метод в России был впервые предложен д. т. н. В. В. Холщевниковым в 1969 г. [3, 11]. В настоящее время поэтапная эвакуация описана в нормативных документах [12].

2. Комбинированная эвакуация. Этот метод предлагает использование одновременно лифтов и лестничных клеток [3]. В России в настоящее время этот метод невозможен для реализации при пожаре ввиду запрещения использования лифта для эвакуации [13]. Однако предусматривается возможность организации комбинированной эвакуации при других видах чрезвычайных ситуаций [12].

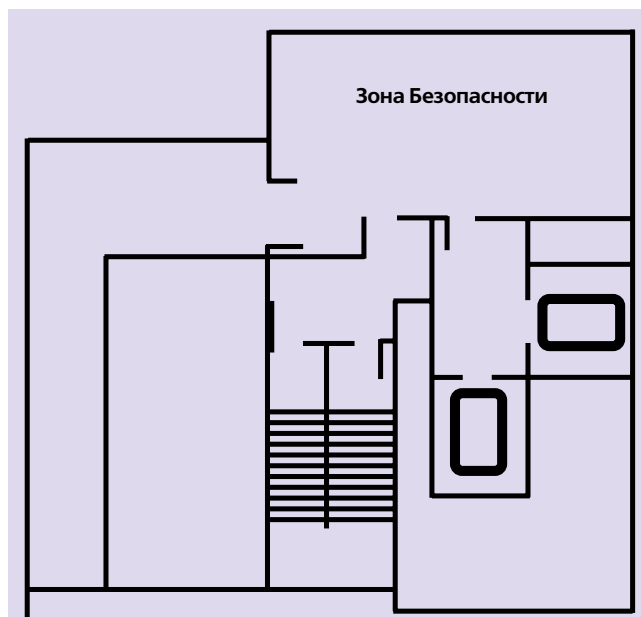


Рис. 3. Зона безопасности

3. Зона безопасности. Данный метод предполагает проектирование коммуникационного узла, оборудованного противодымной защитой, в котором будут находиться лифт и лестничная клетка для передвижения эвакуирующихся [14, 15]. Этот метод широко используется при проектировании по всему миру. В качестве примера на рис. 3 представлена схема зоны безопасности, предусмотренная в здании Бурдж Дубай [16].

4. Эвакуация посредством лифтов. Этот метод может представлять собой и комбинированную эвакуацию, когда используются и лестничные клетки. Суть метода заключается в том, что люди с вышележащих этажей эвакуируются посредством эвакуационных лифтов. При этом для лифтовых кабин заранее задается алгоритм, с помощью которого и происходит процесс эвакуации.

В итоге, несмотря на то что представленные способы эвакуации определены еще в 1969 г. [1], они требуют детального разбора и анализа для применения на существующих высотных зданиях. Так, для определения размера поэтажной зоны безопасности необходимо знать количественный состав персонала здания: его возраст, мобильные качества, процентное отношение маломобильных людей к общему числу персонала. Алгоритм поэтапной эвакуации, не смотря на явную эффективность, нуждается в экспериментальной калибровке, а использование лифтов и вовсе потребует корректировки нормативной базы.

Следует отметить, что основные положения полемики по вопросам безопасной эвакуации людей из высотных зданий реализованы при проектировании и строительстве самого высокого здания в мире — башни Бурдж Дубай (см. табл. 1), введенной в эксплуатацию 3 января 2010 г.

На официальном сайте [17] прямо сказано, что «пожарная безопасность и скорость эвакуации были определяющими факторами при проектировании здания». В нем использованы самые передовые технологии обеспечения пожарной безопасности, в том числе зоны временной безопасности (до 2-х часов) с подпором и системами очистки воздуха, размещенные через каждые 25 этажей. Самое главное — эвакуация с помощью лифтов не только допускается, но и считается единственным возможным вариантом выхода людей наружу из небоскреба, так как проектировщики отчетливо понимали, что «не следует ожидать, что люди пройдут 160 этажей по лестнице» [17]. Для этой цели предназначены специальные лифты суммарной грузоподъемностью 5,5 т. Данный способ обеспечения безопасности людей позволяет ускорить процесс их выхода наружу, исключить скопление, панику и давку и дает возможность осуществить эвакуацию всех 19 тыс. человек за 90 минут с использованием трех лифтов. Время пешеходной эвакуации — 160 мин [16].

Таким образом, становится очевидным весь арсенал способов обеспечения безопасной эвакуации людей из высотных зданий — проектирование зон безопасности, организация комбинированной поэтапной эвакуации и эвакуации с помощью специальных защищенных лифтов.

Список литературы

1. Электронный ресурс. URL : <http://www.skyscraperpage.com>.
2. John R. Hall // High-Rise Building Fires. NFPA. — June 2009.
3. Холщевников В. В., Самошин Д. А. Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий // Жилищное строительство. — 2008. — № 8. — С. 24–26.
4. Pauls J. L. Building Evacuation: Research Methods and Case Studies. Fires and Human Behaviour / D. Canter (ed.). — London : John Wiley and Sons, 1980. — P. 227–250.
5. Холщевников В. В., Кудрин И. С. Анализ условий обеспечения требуемого уровня индивидуального пожарного риска в высотных зданиях // Жилищное строительство. — 2010. — № 1. — С. 11–15.
6. Холщевников В. В., Самошин Д. А. Нормирование безопасной эвакуации людей из высотных зданий // Промышленное и гражданское строительство. — 2007. — № 2. — С. 50–52.
7. Холщевников В. В., Самошин Д. А. К вопросу безопасности использования лифтов при эвакуации из высотных зданий // Пожаровзрывобезопасность. — 2006. — Т. 15, № 6. — С. 45–46.
8. Жагров С. Небоскребы с ограниченными возможностями // Высотные здания. — 2009. — № 4–5; 2010. — № 1.
9. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приложение к Приказу МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 : зарегистрир. в Минюсте РФ 6 августа 2009 г., рег. № 14486 [электронный ресурс]. URL : <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 08.11.2010).
10. Бабурин В. В. Разработка рекомендаций по выбору и применению средств пожарной сигнализации в установках противодымной защиты зданий повышенной этажности : дис. ... канд. техн. наук. — М., 1984.
11. Холщевников В. В., Великовский Л. Б. Вопросы эвакуации из высотных зданий // Архитектура СССР. — Дис. 1969. — № 1.
12. СТО 01422789-001–2009. Проектирование высотных зданий. — М. : ЦНИИЭП жилища, 2009.
13. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ : принят Гос. Думой 4 июля 2008 г. : одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2008. — № 30 (часть I). — Ст. 3579.
14. Холщевников В. В. Оптимизация путей движения людских потоков. Высотные здания : дис. ... канд. техн. наук. — М., 1969.
15. СНиП 35.01.2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения : утв. Госстроем РФ 16 июля 2001 г. : введ. в действие 1 сентября 2001 г. — М. : Госстрой, 2002.
16. Aaron F. Vanney. Protection of Elevators for Building Evacuation : Code Requirements, Design Practice and Case Studies // CTBUH 2010. Remaking Sustainable Cities in the Vertical Age : World Conference, India.
17. Электронный ресурс. URL : <http://www.burjkhalifa.ae>.