



Ю. В. КРИВЦОВ

*доктор технических наук, профессор, руководитель НЭБ ПБС ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко,
АО «НИЦ «Строительство»*

И. Р. ЛАДЫГИНА

*кандидат технических наук, с.н.с., заместитель руководителя НЭБ ПБС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко,
АО «НИЦ «Строительство»*

Е. Н. НОСОВ

кандидат технических наук, с.н.с., генеральный конструктор «НТЦ «Пожарные инновации»

УДК 614.841.33

ПОЖАР В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ

Проанализировано более 70 пожаров в высотных зданиях в России и в мире. Сделаны рекомендации по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий.

Ключевые слова: *пожар, высотные здания, пожарная безопасность, пожарное оборудование.*

По данным на 2017 год количество небоскрёбов в мире превысило 110 000. Вместе с тем, требования по обеспечению пожарной безопасности таких зданий не только в России, но и в мире, разработаны в недостаточном объёме. Некоторые важные вопросы либо остались не решёнными, либо решены только частично и, зачастую, носят условный характер. В то же время, практика показывает, что в основе всех известных норм и правил, в том числе по пожарной безопасности, лежит практический опыт, приобретённый иногда высокой ценой.

В рамках подготовки статьи были проанализированы данные более 70-ти пожаров в высотных зданиях, составленные по материалам [1-15] и новостных агентств ИТАР-ТАСС, РИА Новости, CNN и др.

По данным иностранной статистики, пожары в высотных зданиях более травмоопасны и приводят к большему ущербу, чем пожары в обычных зданиях. Один пожар в здании выше, чем 25 этажей, вызывает в 3-4 раза больше жертв, чем в 9-16-этажном доме. При этом пожары, которые происходят

на нижних этажах высотных зданий, приводят к большему материальному ущербу, а пожары на верхних этажах приводят к большей доле пострадавших и погибших [2].

Пожары в высотных зданиях не являются чем-то новым. Возможно, первым из зарегистрированных является пожар, произошедший в 1908 г. в 12-этажном здании «Паркер» в Нью-Йорке и распространившийся на все этажи. В 1911 г. пожар на фабрике “Shirt Waister” в 10-этажном здании привел к гибели 148 человек.

В 1916 г., принимая во внимание эти и аналогичные пожары, муниципальные власти Нью-Йорка пересмотрели действовавшие строительные нормы, включив в них такие меры по защите и борьбе с пожаром, как использование пожаробезопасных лестниц, пожарное водоснабжение, лифты, спринклеры.

Ещё одну проблему высветил пожар в 1970 году, вновь в Нью-Йорке. В 50-этажном административном здании произошёл пожар, продолжавшийся около 6 часов. На пожаре погибли двое служащих. Они находились в лифтовой кабине, которая при спуске внезапно остановилась на горящем этаже, а двери автоматически открылись. Сегодня к лифтам, устраиваемым в высотных зданиях предъявляются требования по устройству тамбур-шлюзов (лифтовых холлов с подпором воздуха при пожаре) перед выходом из лифтов, требования по подпору воздуха в саму шахту, обеспечение электропитания по первой особой категории надёжности (т.е., с использованием аварийного электрогенератора) и т.д.



Рисунок 1 — Пожар на швейной фабрике «Трайангл» 1911 г.

Пожар в 1991 году в 38-этажном высотном здании в Филадельфии осложнился как раз отказом аварийного электрогенератора, а также пожарной сигнализации и серьезными проблемами с водоснабжением. Распространение огня приостановилось лишь на этаже, где была установлена спринклерная система.

А вот на пожаре в высотном 62-этажном здании в Лос-Анжелесе в 1988 году, несмотря на то, что практически вся площадь здания была оборудована спринклерами, вода в систему при пожаре не подавалась. Только благодаря удачной огнезащите несущих элементов, стальная конструкция небоскреба выдержала трехчасовое воздействие пламени. На пожар было привлечено 64 пожарных расчёта, что составляло половину пожарных сил города. Данный пожар обратил внимание на надёжность инженерных систем противопожарной защиты.

Система пожаротушения не сработала также и при пожаре в 2004 году в 56-этажном правительственном небоскрёбе в Каракасе. Здание полностью было оборудовано спринклерным пожаротушением, однако оно было неисправно. Через 2 часа после начала пожара, огонь распространился до крыши, охватив этажи с 34 до верхнего, 56 этажа и продолжался более 17 часов. Ущерб от пожара составил более 250 млн. долларов.

В некоторых случаях высотные здания вообще не были оборудованы системами пожаротушения. Пожар в 37-этажном высотном здании в Чикаго произошёл в октябре 2003 года. Возгорание началось в кладовой на 12 этаже. Здание не было защищено спринклерной системой пожаротушения и огонь распространился за пределы помещения, потому что стены коридора были выполнены не на всю высоту этажа. Горячие дымовые газы также проникли в вентиляционную систему коридора. Когда пожарные открыли дверь между

коридором и лестницей, горячие дымовые газы распространились по лестничной клетке. Поскольку двери с этажей в лестничную клетку были в целях охранной безопасности заблокированы без возможности открыть их со стороны лестницы, автоматически или дистанционно, заполнивший лестничную клетку дым и люди, вышедшие на лестничную клетку, не могли с неё уйти. В результате в лестничной клетке погибло шесть человек, которые были заблокированы выше 12 этажа. Последующий анализ пожара показал, что если бы двери не были заблокированы со стороны лестниц, люди бы не погибли. Также, если бы здание было спринклеровано, дымовые газы были бы не такими горячими и не получили бы такого распространения.

Помимо описанных технических проблем, немало зависит и от действий самих людей. В 1997 г. произошёл пожар в 25-этажном жилом здании в Оттаве. Возгорание произошло в квартире на 6 этаже и быстро распространилось в коридор. По распоряжению пожарного департамента была задействована система оповещения и управления эвакуацией людей. Большинство людей (83%) начали эвакуацию, в то время как некоторые (17%) решили остаться в своих квартирах. В процессе эвакуации все жильцы квартир, расположенных выше 5 этажа, столкнулись с задымлением путей эвакуации. Только 54% людей, предпринявших попытку эвакуироваться, смогли это сделать. Остальные вынуждены были вернуться назад (25%) или искать убежище в соседних квартирах (21%).

Ещё одним фактором, осложняющим тушение пожаров в высотных зданиях, и не только в них, является недостаточно быстрое прибытие пожарных подразделений. При этом не всегда позднее прибытие связано с проблемами транспортной инфраструктуры. При пожаре в 106-метровом 32-этажном офисном здании «Видзор-билдинг» в Мадриде в 2005 году, персонал пытался самостоятельно потушить пожар, в результате чего пожарные прибыли на место только через два часа. Пожар распространился с 1-го до 32-го этажа. В здании было предусмотрено центральное железобетонное ядро и стальной внешний каркас, который в результате пожара обрушился на 6 верхних этажах (в отличие от вышеописанного пожара в Лос-Анжелесе в 1988 году). Впоследствии здание было решено снести. Данный пожар был основным обсуждаемым примером разрушения несущих конструкций здания вплоть до трагедии во Всемирном торговом центре и подчеркнул важность пассивной противопожарной защиты стальных несущих конструкций.

О трагедии, произошедшей в WTC (World Trade Centre) 11 сентября 2001 года написано достаточно много, например [16]. В отчёте NIST (National Institute of Standards and Technology) по результатам анализа случившегося также подчеркнута важность адекватной противопожарной защиты [17]. Основной мыслью рекомендаций была привязка нормативных требований к проектной угрозе. Рекомендации, которые были приведены в отчёте NIST, нашли отражение в приложении к национальным нормам США [18] и включены в состав национальных норм в редакции 2009 года.

Вопрос о том, на какую угрозу должны быть рассчитаны здания, остаётся актуальным. Также как и в вышеописанном пожаре в Чикаго в 2003 году, решение одной проблемы ведёт к появлению или возрастанию негативных последствий

от другой. В нашем примере решение вопросов охранной безопасности привело к невозможности эвакуации людей с лестничных клеток и гибели. Конструкции небоскрёбов WTC выдержали столкновение с самолётами, но металлический каркас и узлы сочленений конструкций не устояли при пожаре. Однако, металл лучше, чем бетон противостоит динамическим нагрузкам и, например, при внутреннем взрыве (терракте) с большей вероятностью сохранит несущую способность.

Влияние сейсмических нагрузок на несущую способность элементов строительных конструкций и здание в целом, а также на параметры огнезащитных покрытий в условиях последовательного воздействия сеймики и пожара является дополнительным фактором, требующим учета при проектировании зданий.

Пожары, имевшие место в последнее время, в таких зданиях, как «Москва-Сити», сооружениях в г. Астане (Республика Казахстан), г. Дубае (Объединенные Арабские Эмираты), г. Грозном (Чеченская Республика) и др. показывают необходимость поиска компромиссного решения при учёте всех факторов, влияющих на комплексную безопасность высотных зданий.

Основные вопросы, которые при этом должны быть решены разработчиками нормативных документов, проектировщиками совместно со специалистами по пожарной безопасности для обеспечения безопасности людей, следуют из анализа пожаров и их можно кратко сформулировать следующим образом:

1. Обеспечение огнестойкости строительных конструкций в течение времени, необходимом для эвакуации и спасения людей, доступа пожарных для тушения пожара, либо при полном выгорании пожарной нагрузки, без потери конструкциями их несущей способности. Способность конструкций выдерживать максимальный расчётный сценарий пожара, принимая систему пожаротушения нерабочей или отсутствующей.
2. Разработка полного комплекта нормативных документов, определяющих требования пожарной безопасности высотных зданий.
3. Разработка методического аппарата по мониторингу сохранности и подтверждению параметров огнестойкости огнезащитных покрытий и оборудования в процессе эксплуатации с учетом всех воздействующих факторов.
4. Ограничение распространения пожара по зданию за счёт деления противопожарными преградами, приме-



Рисунок 2 — WTC (World Trade Centre) 11 сентября 2001 г.

5. Повышение надёжности инженерного оборудования здания, в том числе систем пожарной автоматики, лифтового оборудования, других систем, влияющих на безопасность людей при пожаре.
6. Обеспечение комплексной безопасности здания с учётом не только пожара как такового, но и событий типа: «взрыв-пожар», «взрыв - прогрессирующее обрушение - пожар», «пожар - прогрессирующее разрушение» и т.д.; поиск компромиссов между необходимостью обеспечения безопасности для разного типа угроз, например, между требованиями контроля доступа и требованиями беспрепятственной эвакуации.
7. Информирование людей о необходимых действиях во время пожара в высотном здании.

Литература

1. XXI век – вызовы и угрозы / под общ. ред. д.т.н. Владимирова В.А. ЦСИ ГЗ МЧС России. М.: Ин-октаво. 2005. 304 с.
2. U.S. Fire Administration. Highrise Fires. Topical fire research series, Volume 2, Issue 18. January, 2002.
3. Россия в борьбе с катастрофами. Книга 2. XX век – начало XXI века / Под общ. ред. С. К. Шойгу. Редакторы: Ю. Л. Воробьев, А. Н. Сахаров; МЧС России. М.: Деловой экспресс. 2007. 272 с.

4. Теренбёв В.В., Артемьев Н.С., Подгрудный А.В. / Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 3: Здания повышенной этажности. М.: Пожнаука. 2006. 237 с.
5. Хасанов И.Р. Обеспечение пожарной безопасности высотных многофункциональных комплексов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2006. №8. С. 28-32
6. Ройтман В.М. Особенности обеспечения противопожарной защиты высотных зданий. Современное высотное строитель-

- ство. Эффективные технологии и материалы: 2-й Межд. симпозиум по стрoит. мат-лам Кнауф для СНГ (Сб. докл.). М.: МГСУ. 2005. С.173-181.
7. Болодьян И., Хасанов И. О чем говорят пожары // Высотные здания. 2006. №1. С. 72-75.
8. Мешалкин Е.А. О противопожарной защите уникальных объектов // Пожарная безопасность в строительстве. 2007, Июнь. С.11-17.
9. Концептуальный подход к обеспечению пожарной безопасности высотных зданий // Современное высотное строительство.

Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры». 2007. 464 с.

10. Никто не пострадал // Пожарное дело. 2008. №3. С. 31.

11. Китай в преддверии Олимпиады // Пожарное дело. 2008. №7. С.36.

12. ГОСТ Р 52382–2005. Лифты пассажирские. Лифты для пожарных. (ЕН 81–72:2003).

13. History of fire protection engineering. By Arthur E. Cote, P.E., FSFP / USA, Fire protection engineering, Fall 2008. P. 28-36.

14. Impact of fires on the built environment over the past 10 years. By Michael A. Crowley, P.E., FSFPE. /

USA, Fire protection engineering, Fall 2008. P. 38-48.

15. High-Rise Buildings: What Should We Do About Them? By James R. Quiter / USA, Fire protection engineering, Summer 2006. P. 8-14.

16. Кривцов Ю.В., Ламкин О.Б. Пожарная безопасность уникальных высотных сооружений // Сборник трудов 6-й международной специализированной выставки «Пожарная безопасность XXI века» и 5-й международной специализированной выставки «Охранная и пожарная автоматика» (Комплексные системы безопасности). М.: Эксподизайн, ПожКнига. 2007. С. 195-202.

17. "Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster: Final Report of the National Construction Safety Team on the Collapses of the World Trade Center Towers," NIST NCSTAR 1, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 2005.

18. 2007 Supplement to the International Codes, International Code Council, Washington, DC, 2007.

Материалы хранятся по адресу:
109428, г. Москва, ул. 2-я Институтская, дом 6,
АО «НИЦ «Строительство»,
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, НЭБ ПБС

**KRIVTSOV Y., d.t.n., professor, Director of NEB PBS CNIISK im. V.A. Kucherenko,
LADYGINA I., k.t.n., s.n.s., Deputy Director of NEB PBS CNIISK im. V.A. Kucherenko,
NOSOV Y., k.t.n., s.n.s., Chief Designer of "NTC "Pozharniye Innovatsii"**

FIRE IN HIGH-RISE BUILDINGS

Abstract

More than 70 fires in high-rise buildings in Russia and abroad are analyzed. Recommendations for fire safety in

high-rise buildings are made.

Keywords: fire, high-rise buildings, fire safety, fire equipment.

References

1. XXI век – вызовы и угрозы / pod obshch. red. d.t.n. Vladimirova V.A. TSSI GZ MCHS Rossii. M.: In-oktavo. 2005.304 s.

2. U.S. Fire Administration. Highrise Fires. Topical fire research series. Volume 2, Issue 18. January, 2002.

3. Rossiia v bor'be s katastrofami. Kniga 2. XX vek-nachalo XXI veka/pod obshch. red. S.K. Shoigu. Redaktery: Yu.L. Vorob'ev, A.N. Saharov; MCHS Rossii. M.: Delovoi ekspress. 2007. 272 s.

4. Terebnev V.V., Artem'ev N.S., Podgrushnyi A.V. Protivopozharnaia zashchita i tushenie pozharov. Kniga 3: Zdaniia povyshennoi etazhnosti. M.: Pozhnauka. 2006. 237 s.

5. Hasanov I.R. Obespechenie pozharnoi bezopasnosti vysootnykh mnogofunktsional'nykh kompleksov//Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tehnologii XXI veka. 2006. № 8. S. 28-32

6. Roitman V. M. Osobennosti obespecheniia protivopozharnoi zashchity vysootnykh zdani. Sovremennoe vysootnoe stroitelstvo. Effek-

tivnye tehnologii i materialy: 2-i Mezhd. simpozium po stroit. mat-lam Knauf dlia SNG (Sb. dokl.). M.: MGSU. 2005. S.173-181.

7. Bolod'ian I., Hasanov I. O chem govoriat pozhary//Vysootnye zdaniia. 2006. № 1. S. 72-75.

8. Meshalkin E.A. O protivopozharnoi zashchite unikal'nykh ob'ektov// Pozharnaia bezopasnost' v stroitel'stve. 2007, iyun'. S. 11-17.

9. Kontseptual'nyi podhod k obespecheniiu pozharnoi bezopasnosti vysootnykh zdani// Sovremennoe vysootnoe stroitelstvo. Monografiia. M.:GUP «ITTS Moskomarhitektury» 2007. 464 s.

10. Nikto ne postradal//Pozharnoe delo.2008. № 3. S. 31.

11. Kitai v preddverii Olimpiady// Pozharnoe delo.2008. № 7. S. 36.

12. GOST R 52382-2005. Lifty passazhirskie. Lifty dlia pozharnykh. (ЕН 81-72:2003).

13. History of fire protection engineering. By Arthur E. Cote, P.E., FSFP / USA, Fire protection engineering, Fall 2008. P. 28-36.

14. Impact of fires on the built environment over the past 10 years. By Michael A. Crowley,

P.E., FSFPE. / USA, Fire protection engineering, Fall 2008. P. 38-48.

15. High-Rise Buildings: What Should We Do About Them? By James R. Quiter / USA, Fire protection engineering, Summer 2006. P. 8-14.

16. Krivtsov Yu. V., Lamkin O.B. Pozharnaia bezopasnost' unikal'nykh vysootnykh sooruzhenii//Sbornik trudov 6-oi mezhdunarodnoi spetsializirovannoi vystavki «Pozharnaia bezopasnost' XXI veka» i 5-oi mezhdunarodnoi spetsializirovannoi vystavki «Ohrannaia i pozharnaia avtomatika» (Kompleksnye sistemy bezopasnosti).M.: Expodizain, PozhKniga. 2007. S.195-202.

17. "Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster: Final Report of the National Construction Safety Team on the Collapses of the World Trade Center Towers," NIST NCSTAR 1, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 2005.

18. 2007 Supplement to the International Codes, International Code Council, Washington, DC, 2007.

Для цитирования: Кривцов Ю.В., Ладыгина И.Р., Носов Е.Н. Пожар в высотных зданиях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2018. № 1. С. 20-23.

For citation: Krivtsov Y.V., Ladygina I.R., Nosov Y.N. Fire in high-rise buildings // Earthquake engineering. Constructions safety. 2018. № 1. С. 20-23.