

А. Я. КОРОЛЬЧЕНКО, д-р техн. наук, профессор, академик МАНЭБ, профессор Московского государственного строительного университета, г. Москва, Россия

ДИНЬ КОНГ ХЫНГ, аспирант Московского государственного строительного университета, г. Москва, Россия

А. В. ЛЯПИН, канд. техн. наук, директор Научно-исследовательского института экспертизы и инжиниринга Московского государственного строительного университета, г. Москва, Россия

УДК 614.841.3

ПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Одним из условий пожарной защиты высотных зданий является их деление на пожарные отсеки таким образом, чтобы возникший пожар не распространился по всему зданию. Приведены примеры разделения высотных зданий на четыре отсека: подземный отсек — гараж; надземные отсеки — торговая часть; офисная часть (помещения для офисов) и жилая часть здания.

Ключевые слова: пожар; высотные здания; деление на отсеки.

Высотное строительство начинает завоевывать весь мир. Количество ежегодно строящихся высотных зданий исчисляется уже тысячами. В настоящее время общее число построенных небоскребов превысило 110 000. В связи с этим пожары в высотных зданиях стали одной из ключевых проблем безопасности человека. По данным статистики на одном

пожаре в здании высотой более 25 этажей погибает в 3–4 раза больше людей, чем в 9–16-этажном доме. Наиболее характерные примеры подобных пожаров приведены в таблице и на рис. 1–4.

Высотные здания относятся к объектам с массовым пребыванием людей. Кроме того, в них сосредоточены огромные материальные ценности. Поэтому возникающие в них чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами, могут приводить к большим жертвам и материальным потерям. Этим обусловлено особое внимание к проблеме обеспечения безопасности людей и самих высотных зданий при возникновении пожара.

В Московском государственном строительном университете разработана многоуровневая система противопожарной защиты высотных зданий. При правильном проектировании и устройстве этой системы (при согласовании с государственными надзорными органами) она позволит обеспечить требуемый законом уровень безопасности людей и сохранить материальные ценности при возникновении пожара.

Пожары в высотных зданиях

Место и время пожара	Последствия пожаров
Сан-Паулу (Бразилия), 1 февраля 1974 г.	Пожар в 25-этажном здании Joelma Building. Погибло (по разным данным) от 179 до 220 чел., всего пострадало 450 чел.
Лос-Анджелес (США), 5 мая 1988 г.	Пожар в 62-этажном здании банка First Interstate Bank. В огне, охватившем пять этажей здания, погиб 1 чел., пострадали 40 чел.
Нью-Йорк (США), 17 июля 1990 г.	Пожар в небоскребе Empire State-Building. Из-за отравления дымом пострадали 38 чел.
Филадельфия (США), 25 февраля 1991 г.	Пожар в 38-этажном небоскребе продолжался почти сутки. Пожар начался на 22-м этаже и поднялся на восемь этажей вверх. При тушении погибло трое пожарных
Претория (ЮАР), 15 июня 1994 г.	Пожар в 27-этажном здании в центре города. Огонь вспыхнул на 19-м этаже и распространился до последнего этажа. Около 40 чел. эвакуировано вертолетами
Лондон (Англия), 17 января 1996 г.	Пожар вспыхнул на 45-м этаже небоскреба в Сити. Примерно 500 чел. эвакуировано
Джакарта (Индонезия), 8 декабря 1997 г.	Пожар возник на верхних этажах 25-этажного банка в центре Джакарты. Три верхних этажа выгорели полностью. 15 чел. погибли



Рис. 1. Пожар в отеле “Дай-Юн-Как” в декабре 1971 г. в Сеуле (Южная Корея)

На протяжении многих лет основой для проектирования высотных зданий в Москве и других регионах были МГСН 4.19–05 [1]. В настоящее время они отменены, поэтому проектирование ведется на основе специальных технических условий (СТУ), разрабатываемых для каждого проектируемого здания. Разработка каждого такого проекта сопряжена с необходимостью решения комплекса задач по обеспечению безопасности объекта. С увеличением этажности и размеров строительных сооружений повышается и вероятность возникновения ситуаций, опасных для жизни людей и целостности здания.

Ниже приведены примеры пожаров в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях, трагические последствия которых заставили специалистов обратить пристальное внимание на особенности пожарной опасности таких объектов и необходимость совершенствования систем их противопожарной защиты.

Пожар в 22-этажном здании отеля “Дай-Юн-Как” в Сеуле 25 декабря 1971 г. стал самым крупным из всех пожаров в гостиницах повышенной этажности (см. рис. 1). Он начался в помещении кухни кафе-терия на втором этаже здания. По синтетическим материалам (нейлоновым шторам на окнах, ковровым покрытиям) огонь с высокой скоростью начал рас-

пространяться через лестничные клетки и шахты лифтов на верхние этажи, превращая здание в горящий факел. В процессе горения произошло обрушение конструкций лестничных клеток и перекрытий на нескольких этажах. Из 300 чел., находившихся в гостинице в момент возникновения пожара, погибло 164; 58 чел. получили ожоги и отравление дымом. К тушению этого пожара были привлечены пожарные команды, полицейские и армейские части (всего более 1100 чел.).

На рис. 2 показаны последствия пожара, происшедшего в ночь с 13 на 14 февраля 2005 г. в 32-этажном небоскребе “Виндзор” в Мадриде. Пожар длился 21 час, пока не выгорело все здание. В результате обрушился фасад и боковые стены. Здание не подлежало восстановлению, и его пришлось снести. Этот пожар явился ярким примером, иллюстрирующим важность наличия и работоспособности систем противопожарной защиты. В момент возникновения пожара здание находилось на ремонте, и система противопожарной защиты не функционировала. Это привело к тому, что возникший пожар без помех распространился по всему зданию.

В марте 1993 г. и ноябре 2005 г. в Москве произошли серьезные пожары в 25-этажных жилых зданиях. В первом случае пожар возник на предпоследнем этаже здания на просп. Маршала Жукова: выго-



Рис. 2. Последствия пожара в небоскребе “Виндзор” 13 февраля 2005 г. в Мадриде (Испания)



Рис. 3. Пожар в 27-этажном здании в Москве в августе 2009 г.



Рис. 4. Пожар в строящемся здании в Шанхае (Китай)

рело пять квартир; погибло 5 чел. Во втором случае пожар начался на последнем этаже жилого дома по Второму Сетуньскому пр. Пожар охватил площадь 250 м². Погибло 4 чел., 15 чел. были эвакуированы при проведении спасательной операции. Причиной серьезных последствий этих пожаров явились устаревшие системы противопожарной защиты зданий.

7 августа 2009 г. в Москве на ул. Ивана Бабушкина вспыхнула высотка (см. рис. 3). Пламя охватило 14 этажей 27-этажного здания, горели внешние облицовочные панели дома. В тушении огня приняли участие 15 пожарных расчетов, на месте происшествия дежурили три машины “скорой помощи”. Движение по ул. Ивана Бабушкина и Кедрова было перекрыто. К счастью, дом еще не был заселен. Из здания были эвакуированы 28 чел. Как указано на сайте компании-застройщика, стены дома были обиты “современными эффективными утеплителями”.

15 ноября 2010 г. в Шанхае (Китай) загорелось 30-этажное жилое здание, находящееся в стадии реконструкции (см. рис. 4). Пламя быстро охватило все здание. Рабочие и жители в ужасе бросились бежать из здания или поднялись на крышу, пытаясь избежать дыма и огня. К несчастью, 58 чел. так и не смогли спастись и еще 70 пострадали от огня, на тушение которого потребовалось более 6 часов. Пожарные констатируют, что распространению пламени в значительной мере способствовало проведение ремонтных работ: практически весь фасад здания был окружен строительными лесами, деревянные конструкции которых в считанные минуты превратили локальное возпламенение в катастрофу.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что пожары представляют особую опасность для высотных зданий и зданий повышенной этажности вследствие особенностей их конструктивно-планировочных решений, назначения, технологии их возведения и последующей эксплуатации.

Особый характер пожарной опасности зданий повышенной этажности определяется:

- массовым пребыванием людей в здании;
- высотой здания, превышающей возможности использования для спасения людей механических лестниц, имеющих в гарнизонах пожарной охраны;
- возможностью частичного или полного разрушения при пожаре отдельных элементов здания или всего здания;
- интенсивным распространением в высотном здании пламени, дыма, токсичных веществ по всей его высоте: по помещениям, коридорам и техническим коммуникациям, а также через зазоры в строительных конструкциях (эффект “дымовой трубы”);

- отсутствием или недостаточностью средств спасения людей при пожаре.

Последствия катастрофических пожаров заставили проектировщиков, строителей и представителей Государственного пожарного надзора обратить внимание на разработку специальных мер по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий и защите их от пожаров.

В настоящее время реализуется переход к новым принципам нормирования в строительстве с учетом действующего законодательства, рыночных отношений и организационных условий строительства. Этот переход основан на так называемом “гибком”, или объектно-ориентированном проектировании, основой которого является математическое моделирование развития пожара по зданию.

Как будет показано ниже, в высотных зданиях необходимо исключить возможность распространения возникшего пожара для сохранения здания и находящихся в нем людей. Такой подход основан на требованиях “Технического регламента о требованиях пожарной безопасности” (Федеральный закон № 123-ФЗ) [2].

По сложившейся практике многофункциональные высотные здания включают группы помещений разного функционального назначения: жилые, административные, офисные, культурно-развлекательные, здравоохранения, автостоянки и др.

Для обеспечения пожарной безопасности в таких зданиях необходимо разделение их на пожарные отсеки, ограниченные по вертикали (и возможно, по горизонтали) противопожарными преградами: противопожарными стенами и противопожарными перекрытиями или покрытиями, с пределами огнестойкости конструкций, обеспечивающими нераспространение пожара за границы пожарного отсека в течение всей продолжительности пожара.

Данное определение подразумевает, что пожарный отсек — это часть здания, сооружения, строения (далее — здания), в границах которой, с одной стороны, допускается распространение пожара по всей ее площади, а с другой — не допускается распространение пожара в смежные части здания. Из определения также следует, что пожарный отсек — это только часть здания, а не все здание. Поэтому, говоря о разделении здания на пожарные отсеки, например противопожарными стенами, следует иметь в виду, что это всегда внутренние стены. Но поскольку пожарный отсек является частью здания, то в большинстве случаев он также имеет наружные ограждения. Однако в НД для наружных стен не установлены требования по ограничению распространения пожара в течение всей его продолжительности.

Нераспространение пожара между зданиями, как правило, достигается за счет использования проти-

вопожарных разрывов. Таким образом, деление зданий на пожарные отсеки своей основной целью имеет нераспространение пожара внутри здания.

В качестве примера на рис. 5 показано разделение высотного здания на горизонтальные отсеки по их функциональному назначению.

Необходимость деления зданий на пожарные отсеки по высоте противопожарными перекрытиями впервые стала серьезно рассматриваться с началом массового строительства высотных зданий в России.

Деление здания на пожарные отсеки по вертикали предлагается осуществлять противопожарными перекрытиями, исключающими возможность распространения пожара за пределы отсека. Объем помещений, расположенных на высоте более 50 м, следует обосновывать специальным расчетом. Лифтовые холлы целесообразно отделять от примыкающих помещений и коридоров противопожарными перегородками. Для предотвращения распространения пожара в небоскребах необходимо предусматривать комплекс мероприятий по ограничению площади пожарных отсеков, интенсивности и продолжительности горения, в частности деление здания по горизонтали и вертикали противопожарными стенами, ограничение площади и высоты пожарных отсеков.

Существуют два принципа нормирования пожарных отсеков — по допустимой площади отсека и по функциональному признаку. Вместе с тем в противопожарном отсеке может размещаться несколько функциональных процессов, различных по назначению и пожарной опасности. Для разделения здания на пожарные отсеки по функциональному признаку следует установить критерии, определяющие необходимость разделения по таким признакам.

В практике проектирования противопожарной защиты постоянно приходится сталкиваться с объектами, функциональное назначение которых не ограничивается какой-то одной функцией, а сочетает в себе несколько. Это связано со многими факторами, например с желанием собственников расши-

рить возможности по привлечению потенциальных клиентов, сэкономить место в тесных городских условиях застройки, обеспечить удобство посетителей, которые, не выходя за пределы здания, могли бы получить максимум услуг. Какие бы ни были цели, важно то, что понятие *многофункциональное здание* (комплекс, торговый центр и т. д.) прочно вошло в нашу жизнь. К сожалению, в федеральных нормативных документах по пожарной безопасности теме многофункциональных зданий уделено крайне мало внимания.

Еще один момент, на который стоит обратить внимание, — это поведение железобетонных конструкций при пожаре и обеспечение их огнестойкости. При кратковременном огневом воздействии во время пожара в бетоне, из которого выполнены основные несущие конструкции здания, происходят физико-химические процессы, изменяющие его механические свойства.

В начальной стадии пожара, при температуре до 200 °С, прочность бетона при сжатии практически не меняется; происходит дополнительная дегидратация клинкерных минералов и повышение прочности заполнителей, что упрочняет структуру бетона. Если влажность бетона выше 3,5 %, то при огневом воздействии и температуре 250 °С возможно хрупкое разрушение бетона. С повышением температуры бетона до 350 °С вследствие его высыхания в нем наблюдается образование трещин от температурной усадки. При температурах свыше 350 °С в структуре бетона образуются микротрещины в кристаллизационной решетке цементного камня. После нагрева бетона до температуры выше 450 °С в охлажденном состоянии свободный оксид кальция (известь) цементного камня гасится влагой воздуха; при этом происходит значительное увеличение объема минерала с нарушением структуры бетона. Температурная усадка цементного камня при одновременном расширении заполнителей нарушает связи между ними и разрывает цементный камень на отдельные части. Охлаждение бетона водой при пожаротушении вызывает дополнительное нарушение структуры в наружных слоях бетона. При температуре выше 750 °С из цементного камня удаляется химически связанная вода, и структура бетона продолжает нарушаться из-за разности температурных деформаций вяжущего и заполнителей.

При температурах нагрева арматуры до 350 °С прогиб железобетонного элемента развивается в основном за счет разности температурного расширения металлической арматуры и бетона у более нагреваемой поверхности. Более высокие температуры огневого воздействия пожара вызывают прогиб за счет высокотемпературной ползучести арматуры. После окончания пожара прочностные и упругопластич-

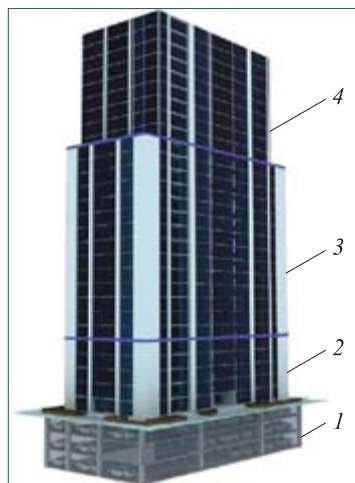


Рис. 5. Схема деления здания на четыре пожарных отсека:
1 — подземный гараж;
2 — торговые этажи;
3 — этажи для офисов;
4 — жилые этажи

ные свойства бетона не восстанавливаются, а в арматуре происходит частичное восстановление прочности и полное восстановление упругости.

При развитии пожара защитный слой бетона предохраняет арматуру от быстрого нагрева до критической температуры. Таким образом, повышение предела огнестойкости железобетонных конструкций до нормативных значений для конкретного здания достигается за счет увеличения толщины защитного слоя бетона, что приводит к значительному утяжелению конструкций. Достижение требуемых пределов огнестойкости возможно иным путем — применением эффективных огнезащитных вспучивающихся покрытий.

Практика разработки специальных технических условий и проектирования высотных зданий коллективами специалистов Московского государственного строительного университета показали, что для обеспечения необходимого уровня безопасности людей и материальных ценностей необходимо разрабатывать специальные технические условия на проектирование систем противопожарной защиты зданий, которые позволяют учесть архитектурные, тех-

нологические и другие специфические особенности каждого объекта. Опыт разработки специальных технических условий и проектирования высотных комплексов Москвы при выполнении программы “Новое кольцо Москвы” на основе гибкого подхода к нормированию подтвердил правильность подобного подхода. Так, уже построены жилой комплекс “Эдельвейс” на ул. Давыдовской, 50-этажный комплекс “Вертикаль” на Ленинском просп., комплекс “Континенталь” на просп. Маршала Жукова и др.

Таким образом, для разработки специальных технических условий реализованы следующие комплексы расчетов для обеспечения условий пожарной безопасности:

- расчет опасных факторов пожара при возникновении пожара в здании;
- расчет условий эвакуации и спасения людей;
- расчет огнестойкости несущих конструкций и условий пожарной безопасности инженерного оборудования;
- расчет устойчивости здания после возникновения и ликвидации пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МГСН 4.19–05. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных зданий и комплексов в Москве : постановление Правительства Москвы от 28.12.2005 г. № 1058-ПП. — М. : ФГУП НИЦ “Строительство”, 2006.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. Закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г. ; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Российская газета. — 2008. — № 163 ; Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30.

Материал поступил в редакцию 30 января 2012 г.

Электронный адрес авторов: hung_police114@yahoo.com.

Из пожарно-технического энциклопедического словаря

ВЗРЫВ — очень быстрое выделение энергии в ограниченном объеме, связанное с внезапным изменением состояния вещества и сопровождаемое обычно разбрасыванием окружающей среды. Наиболее характерными являются взрывы, при которых на первом этапе внутренняя химическая (или ядерная) энергия превращается в тепловую.

ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТА — состояние объекта, при котором выполнено одно из двух условий:
а) частота возникновения взрыва не превышает допустимого значения;
б) нагрузки в случае взрыва не превышают допустимых значений.

ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТЬ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ — состояние объекта защиты, характеризующееся возможностью возникновения взрыва и развития пожара.

ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТА — состояние объекта, при котором отсутствует возможность повреждения несущих строительных конструкций и оборудования, травмирования людей опасными факторами взрыва, что может достигаться сбросом давления (энергии взрыва) в атмосферу до безопасного уровня в результате вскрытия проемов в ограждающих конструкциях здания, перекрываемых предохранительными противовзрывными устройствами (остекление, специальные окна или легкобрасываемые конструкции).