РАЗДЕЛ XIII. АРХИТЕКТУРА

Мустакимов В.Р.

Современные средства антитеррористической защиты уникальных объектов (на примере высотных зданий и небоскрёбов)

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2021-29

idsp: sciencerussia-10-02-2021-29

Аннотация

В мировой архитектуре возросла роль надёжной защиты объектов от террористических актов. Исследования в этой области архитектуры – актуальны. Основные результаты исследования состоят в том, что научно обоснованная и практически апробированная система комплексной защиты уникальных зданий и сооружений, позволит существенно повысить уровень нормального функционирования уникальных объектов и обеспечить безопасность жизнедеятельности населения.

Ключевые слова: антитеррористическая защита, безопасность жизнедеятельности, уникальные объекты, высотное здание, небоскрёб, землескрёб, пролёт, консоль, остов здания, тепло-огнезащита.

Введение

Отечественный и мировой опыт развития современного гражданского и промышленного строительства, на рубеже XX – XXI веков, позволяет констатировать существенный рост появления уникальных зданий и сооружений, поражающих своей архитектурой, необычностью форм новых конструктивных систем, расчётно-теоретическими и практическими возможностями электронно-вычислительной техники и компьютерного моделирования макетов и возведения объектов.

Вместе с тем, отмечается наличие в мировом обществе всего земного шара противоречий межконфессионального, расового, религиозного, политического и экономического характера. Эти непримиримые социальные противоречия и противостояния в обществе, способствовали формированию неприемлемой для всего мирового сообщества социальных проблем. Такие противоречия проявляются в асоциальной форме, получившей название – терроризм против человечности. Терроризм как понятие и его правовой режим контртеррористических операций в контексте его влияния на безопасность людей в зданиях различного функционального назначения и уровня ответственности изложено в работах [1 - 3].

Исключительно опасные формы терроризм, как непредсказуемая атака для общества, приобрёл в форме нанесения существенного вреда зданиям или сооружениям, включая уникальные объекты. В связи с этим, при проектировании уникальных зданий и сооружений, а также их безопасной эксплуатации в современной отечественной и зарубежной архитектурно-строительной практике разработан целый комплекс антитеррористических, защитных объёмно-планировочных, архитектурных и конструктивных нормативных мероприятий. В Российской Федерации, основным руководящим документом, регламентирующим перечень и классификацию уникальных зданий и сооружений, является часть 2, статья 48.1 «Особо опасные, технически сложные и уникальные объекты» градостроительного кодекса РФ. Согласно которому, к уникальным объектам в РФ относятся здания или сооружения: высота $H_{\text{здания}}$, которых составляет более чем 100 метров, (рис. 1а); здания с большими пролётами $B_{\text{здания}}$, величина которых составляет более чем 100 метров (рис. 1б) и объекты с

вылетом консоли $L_{\text{консоли}}$, более 20 м; здания, заглубление подземной части d_1 которых, ниже планировочной отметки земли более чем на 15 метров (рис.1в, г).

а)

б)

в)

г)

Рис. 1. Уникальные здания и сооружения в отечественной и мировой практике строительства
 а - комплекс высотных зданий и небоскрёбов «Москва-сити» в Москве (Россия); б – арочный мост в Чаотьяньмэнь (Китай); в – подземный отель на 336 номеров в Китае, возведённый в 2018 г на месте бывшего карьера; г – возведение котлована глубиной 70 метров для самого высокого здания в Иране (Hotel Fereshteh Pasargad); (источники: <https://gkd.ru/assets/i/ai/4/0/8/i/2718486.jpg>; <https://china-uz-friendship.com/wp-content/uploads/2020/04/image0132.jpg>; https://static.tonkosti.ru/images/8/8a/Подводный_отель_в_Китае.jpg)

По каждому из наименований уникальных зданий или сооружений составлена и применяется отечественная нормативная база, включая: СП 267.1325800.2016; СП 394.1325800.2018; СП 401.1325800.2018; СП 304.1325800.2017; СП 248.1325800.2016.

На основании расчётно-теоретических и экспериментально-практических исследований отечественных учёных, включая переводные издания [4 – 9] и зарубежных изданий [10 – 13, 15], а также в соответствии с требованиями отечественной нормативной базы, уже на стадии проектирования объектов, обладающих статусом уникальные здания и сооружения, предусматривается весь комплекс инженерно-технических мероприятий по обеспечению необходимой прочности, устойчивости и несущей способности остовов сооружений, включая, антитеррористическую защиту объектов современными средствами архитектурно-строительной науки.

Особенно актуален вопрос антитеррористической защиты населения в зданиях с большим скоплением людей.

Целью настоящих исследований является относительно полноценная систематизация научно-теоретических и расчётно-экспериментальных исследований, эффективных проектных решений, качественных строительно-монтажных работ и ответственной эксплуатации в свете надёжной защиты уникальных объектов от внешних воздействий и их антитеррористической защиты средствами архитектуры.

1. Материалы и методы

Одной из проблем современности в мировой общественно-политической жизни людей являются террористические атаки на здания и сооружения, в которых находятся люди.

В классической терминологии террористическая [фр. *terroriser*] угроза формулируется, как угроза, осуществляемая преследованием с расправой или насилием, а также запугиванием людей, которые держатся в страхе перед применением силы.

В связи с этим, перед архитектурной общественностью возникает злободневный вопрос по исключению такой угрозы средствами архитектуры. Решение задачи по антитеррористической защите уникальных объектов за счёт ненавязчивых и пластичных объёмно-планировочных решений, надёжных конструктивных и экономичных технико-технологических средств, является необходимостью, а успешная реализация поставленной задачи оценивается, как актуальная.

Целью антитеррористической защиты в свете решаемых архитектурных задач для уникальных объектов является: создание условий при которых жизнь людей, находящихся в зданиях и вблизи от них, будет безопасной; обеспечение надёжной защиты и безопасной жизнедеятельности эксплуатируемых зданий и сооружений от внешних и внутренних террористических и других техногенных воздействий; применение оперативных, научно обоснованных и практически апробированных средств и способов спасения людей при возникновении любых чрезвычайных ситуаций.

Среди всего перечня различных объектов, наибольшей уязвимостью, по отношению к террористическим атакам, относятся здания с уникальными и особыми конструктивными системами, свойственными для:

- высотных зданий, небоскрёбов (рис. 1а), землескрёбов;
- зданий с большими пролётами и вылетами консолей (рис. 1б);
- объекты с развитой подземной частью и глубокими котлованами (рис. 1в, г).

Важнейшими факторами развития и усовершенствования современной отечественной архитектурно-строительной науки и практики в области проектирования, строительства и безопасной эксплуатации уникальных объектов, являются: подготовка высококвалифицированных специалистов уникальных зданий; создание отечественной нормативной базы; применение модернизированных и надёжных технологичных систем возведения; цивилизованная и безаварийная эксплуатация уникальных объектов.

Ведущие технические учебные заведения России, включая КазГАСУ, в соответствии с образовательной программой высшего образования, готовят студентов и магистров, по направлению 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» с квалификацией выпускников инженер-строитель.

При разработке современных отечественных проектов уникальных объектов, на основании требований СП, действующих МГСН, ТСН и ГОСТ, предусматривается целый комплекс антитеррористических мероприятий, реализуемых при помощи

архитектурных средств, позволяющих обеспечить безопасную эксплуатацию и защиту.

К сожалению мировой опыт эксплуатации уникальных объектов, показывает их уязвимость при террористических атаках, как с земли, так и с воздуха. Особую опасность представляют атаки с воздуха.

Одним из примеров такой воздушной атаки террористами-смертниками «Аль-Каиды», служит известный случай, произошедший в Нью-Йорке (США), по отношению двух 110 этажных башен-близнецов Всемирного торгового центра (ВТЦ), авиалайнерами Боинг 767-200.

В результате этой террористической атаки погибло 2977 человек из 92 стран, 246 пассажиров и членов экипажей из двух авиалайнеров. Как сообщило агентство «Reuters», во время пожара погибли 341 пожарных, 60 полицейских и 8 сотрудников скорой помощи.

Краткая фотографическая хронология этой террористической атаки с воздуха, трагические последствия атаки, характер разрушения конструкций стального остова небоскрёбов и состояние пострадавших людей приведены на (рис. 2).

Рис. 2. Фотохронология террористической атаки смертниками «Аль-Каиды» 11 сентября 2001 г. в Нью-Йорке (США) двух 110 этажных башен-близнецов Всемирного торгового центра
а - террористическая атака башен-близнецов ВТЦ с воздуха; б – пожар, возникший на верхних этажах ВТЦ после атаки; в – нарушение целостности конструкций фасада, со следами контуров авиалайнера; г – обрушенные стальные конструкции каркаса; д - граждане Нью-Йорка, покидающие опасную зону после теракта (источник: https://novostipmr.com/sites/default/files/filefield_paths/1440572787_bliz.jpg)

Всесторонний анализ произошедшей трагедии с двумя башнями и результаты исследований обломков обрушившихся остовов небоскрёбов позволяет констатировать факт того, что с момента возникновения пожара в зданиях до процесса начала обрушения конструкций стального каркаса прошло всего 55 минут 51 секунда. Это крайне недостаточный временной промежуток для безопасной эвакуации людей из зданий такого уровня ответственности.

Отечественными строительными правилами для обеспечения требуемой огнестойкости высотных зданий, сооружений и других уникальных объектов, предел огнестойкости для несущих строительных конструкций каркаса и стен предусматривается не ниже R180, то есть не менее трёх часов, с применением негорючих строительных материалов категории НГ.

Это означает, что несущие элементы остова высотных зданий и небоскрёбов должны проектироваться только из негорючих строительных материалов (НГ), представленных в виде: высокопрочного и огнестойкого железобетона; сталежелезобетона с тепло-огнезащитой; армокаменных элементов.

В случае применения в качестве несущего остова каркаса из стальных элементов, в обязательном порядке, вся боковая поверхности стальных элементов, должна защищаться тепло-огнезащитным слоем, обеспечивающим огнестойкость не ниже R180. Класс конструктивной пожарной опасности нормируется СО.

Сопоставительный анализ причин столь быстрой потери несущей способности стальных конструкций остовов башен-близнецов ВТЦ и последовавшим за этим обрушением, со значительным числом человеческих жертв, при котором сотрудники офисов физически не успевали эвакуироваться из небоскрёбов, позволяет обозначить то, что незащищённый тепло-огнезащитой стальной каркас, под воздействием пожара, быстро потерял требуемую несущую способность и устойчивость.

Опираясь на накопленный международный опыт осуществления террористических атак, специалисты, занимающиеся проектированием уникальных объектов, в частности высотных зданий и небоскрёбов, предусматривают комплекс антитеррористических мероприятий. Весь комплекс таких защитных мероприятий нашёл своё отражение в современной отечественной нормативной литературе.

2. Результаты

Антитеррористическая защита современных уникальных объектов средствами архитектуры

Весь комплекс современной защиты уникальных объектов от террористических атак средствами архитектуры (рис.3), подразделяется на несколько уровней защиты, включая:

- оптимальной, с точки зрения оперативной и безопасной эвакуации людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, объёмно планировочной структуры и надёжной системы конструкций остова;
- предотвращение несанкционированного проникновения злоумышленников на территорию уникального объекта, включая, любые транспортные средства, уже на дальних подступах к охраняемому зданию или сооружению (рис. 3а, б);
- защита зданий от возможной атаки с воздуха, при помощи возведения фасадных декоративно-ограждающих систем (рис. 3.в);
- тепло-огнезащита металлических конструкций остова зданий (рис. 3г, д, е, и);
- выполнение поверочного расчёта с использованием расчётно-динамической модели (РДМ) МКЭ при помощи SCAD Office 11.3 на прогрессирующее обрушение, с целью обеспечения надёжной и гарантированной устойчивости каркасно-ядрового или ядрооболочкового остова уникального здания (рис. 3к, л, м);
- усовершенствованные и безопасные способы и методы спасения людей из опасных зон при возникновении угрозы их жизни (рис. 4а, б, в, е, к, л);
- надёжные системы защита зданий технологическими средствами (рис. 4г, д, и, м).

Рис. 3. Антитеррористическая защита уникальных зданий средствами архитектуры
 а - при помощи ограждений территории физическими барьерами; б - то же, подпорными стенами и
 террасированием ландшафта; в - стеклянный небоскрёб The Shard в Лондоне с защитой фасада; г -
 тепло-огнезащита конструктивным методом; д - контурная тепло-огнезащита; е - схема огнезащиты
 покрасочным методом и - то же, после пожара; к - фрагмент плана этажа с грузовой площадью на
 колонну; л - поля напряжений в плитах перекрытия для конструктивной системы (до обрушения); м -
 то же, после обрушения одной из колонн (источники:

<http://i.bosscdn.com/product/79/91/8b/460eb954157fa19c35abc5dc9e.jpg>;

<http://www.araks.ru/images/FT%20BARRIER.jpg>)

Рис. 4. Специальные меры спасения жизни людей и защиты уникальных объектов при возникновении чрезвычайных ситуаций природно-климатического происхождения и терактах
 а - специальный защитный объёмный блок (СЗОБ, пат. 2047717 [8]; 1 – стены; 2 – перекрытие; 3 – днище; 4 – проем; 5 – аварийный выход; 6 – пустоты; 7 – ребра; 8 – упругая сетка; 9 – обивка; 10 – арматура; 11 – закладные детали; б – привод с тросом; в – кабина лифта; г – запор для люков; д – то же, вид снизу; е – лифты по системе «sky lobby»; и – сухотрубы; к – вертолётная площадка; л – управление лифтами; м – газовое автоматическое пожаротушение (источник: иллюстрация автора [8]; <https://vektor-c.ru/upload/iblock/11a/11aa4f18bb86f970c9e73a8c0ea61f38.jpg>)

Результаты научно-теоретических исследований, основанные на передовом отечественном и зарубежном опыте современных методов расчёта, проектирования, возведения, безопасной эксплуатации и комплексной антитеррористической защиты

высотных зданий и небоскрёбов, приведены в работе автора «Антитеррористическая защита и спасение людей высотных зданий архитектурно-строительными средствами. International United Academy of Sciences. General question of world science. Collection of scientific papers on materials VIII International Scientific Conference. 31. 07. 2019. Part 1. Amsterdam 2019. Section IV. Architecture, p. 32 – 43.

Исследованиям в области усовершенствования градостроительства современных городов с учётом многообразия их застройки зданиями разной этажности и сочетания высотных объектов с существующей городской средой, посвящены работы учёных КазГАСУ [14].

В связи с увеличением этажности гражданских зданий и интенсивным возведением уникальных объектов повышенной этажности, высотных зданий и небоскрёбов существенно возрастают нагрузки от зданий и как следствие, давление на дисперсную среду грунтов основания. Для решения проблем ограничения вертикальных и горизонтальных деформаций дисперсного массива грунтов основания, уже недостаточно использования традиционно-классических методов расчёта в линейной постановке задачи. Поэтому ведущими учёными КазГАСУ исследуются и разрабатываются методы расчёта деформации дисперсной среды с учётом проявления их реологических свойств, а также изменения механических свойств массива от давления на грунт от существующих зданий [15].

Всесторонний анализ террористических угроз и атак по отношению к уникальным объектам, позволил выработать тенденцию специалистов о том, что простое отгораживание от непредсказуемых террористических воздействий – недостаточно. В связи с этим, по мнению автора, проблему предотвращения террористических атак следует решать комплексными мерами. Этот комплекс должен включать решение вопросов: образовательно-воспитательного характера с молодым поколением общества; разъяснительную деятельность среди населения в области социально-политических, религиозно-конфессиональных и технико-экономических вопросах современного общества; комплексной защиты уникальных зданий и сооружений с привлечением передовой техники, технологии, автоматизации и компьютеризации процессов; защиты и спасения людей архитектурно-строительными средствами.

Тепло-огнезащита металлических конструкций остовов уникальных зданий

Известно, что эффективными остовами применительно к уникальным зданиям и сооружениям являются каркасы, выполненные из стальных конструкций. Обладая целым рядом достоинств с относительно низким собственным весом, высокой прочностью и несущей способностью, по отношению к железобетонным конструкциям, которые относятся к негорючим материалам, незащищённые соответствующим образом металлические конструкции при высокой температуре в очаге пожара, достигающей $t = +900...+1000^{\circ}\text{C}$ и более, утрачивают свою несущую способность и обрушаются. Примером такому обрушению, незащищённого тепло-огнезащитой стального каркаса, являются здания башен-близнецов ВТЦ в США (рис. 2).

Степень огнестойкости, огневая защита и пожаробезопасность зданий и сооружений, включая их несущие остовы, выполняемые из стальных, железобетонных и комбинированных конструкций однозначно регламентируются отечественными СП 4.13139.2013. Этим нормативным документом ограничена предельно допустимая величина температурного воздействия $t \leq +500^{\circ}\text{C}$ на стальной каркас остова. Это вызвано тем, что при превышении температуры $t \geq +500^{\circ}\text{C}$ в зоне влияния на металлические конструкции, происходит снижение их несущей способности.

В связи с этим, вопросы обеспечения надёжной огневой и тепловой защиты металлических конструкций остовов уникальных зданий и сооружений, включая все системы жизнеобеспечения, являются актуальными.

Принципиальным, научно обоснованным и апробированным экспериментально-практическим методом, решения вопроса надёжной тепло-огнезащиты стальных конструкций, является система формирования и создания тепло-огнезащитного экрана из негорючего теплозащитного и облицовочного материала, на всей боковой поверхности защищаемой конструкции (рис. 3г, д, е, и). В соответствии с нормативными требованиями СП 4.13139.2013, МГСН 4.19-2005, МГСН 4.04-94, МГСН 4.16-98 такой защитный экран должен в течении от 2 до 3 часов, при предельной температуре $t \geq +500^{\circ}\text{C}$ обеспечивать несущую способность стальных конструкций здания. Классифицируется два способа тепло-огнезащиты: конструктивный и покрытие из вспучивающейся покраски. Конструктивная защита, это покрытие с применением минераловатных плит, кирпича, бетона, набрызга раствора (рис. 3г, д). Покрытие из вспучивающейся покраски, это нанесение слоёв, при нагревании которых образуется тепло-огнезащитный слой, получивший название – пенококс (рис. 3е, и).

Защита фасадов высотных зданий декоративно-ограждающими системами

Для защиты высотных зданий и небоскрёбов от террористических атак с воздуха практикуется применение различных защитно-ограждающих систем (рис. 3в). Функциональность таких систем обеспечивается за счёт изготовления их ажурных конструкций из высокопрочных и долговечных материалов. Декоративно-ограждающие системы надёжно крепятся к конструкциям остова с наружной стороны фасадов, обеспечивая стационарную защиту зданий с воздуха от внешних воздействий природно-климатического, техногенного происхождения и террористических атак. Обеспечивается условие того, что наружная облицовка и защита не должна быть хрупкой, осыпаться и распадаться на осколки при внешнем воздействии или взрыве. Усиленные конструктивные системы ажурных фасадов проектируются с учётом лёгкой доступности при ремонте и сквозного визуального контроля. Для визуальной «проницаемости» используются колонны круглого поперечного сечения, вместо квадратных, так как имеют наименьший наружный периметр. В объёмно-планировочных решениях используются плавные и скруглённые повороты.

Характерным примером практической реализации декоративно-ограждающей системы является здание небоскрёба The Shard, возведённый в Лондоне, именуемый «Стеклянный небоскрёб» (рис. 3в). Утверждается, что здание с таким декоративным ограждением обеспечит надёжную защиту с воздуха даже при столкновении с авиалайнером, включая другие внешние воздействия с воздуха. Высказывается авторитетное мнение специалистов, со ссылкой на трагедию 11 сентября в США (рис. 2), что все современные небоскрёбы должны проектироваться с надёжной декоративно-ограждающей системой фасадов.

Привлекающим внимание примером защиты фасадов уникальных зданий, следует считать опыт специалистов архитектурной фирмы Ministry of Design, которые использовали декоративно-ограждающую систему со «слоистым» фасадом на офисном здании 100PP, возведённым в промышленном районе Сингапура. Особенностью этого принципа защиты фасадов является то, что декоративно-ограждающая система представляет собой многослойное ажурное ограждение, отдельные элементы которого расположены на расчётном удалении друг от друга. Такая конструкция системы ограждения является надёжным препятствием для восприятия взрывной волны и атаки.

Предотвращение прогрессирующего обрушения остова зданий

Наряду с практическими мерами по реализации антитеррористической защиты уникальных зданий и сооружений, в комплексе задействовано и расчётно-теоретическое моделирование процесса возможной атаки на уникальный объект с выходом из строя отдельных конструкций несущего остова (рис. 3к, л, м).

Целью такого моделирования, выполняемого на стадии проектирования объекта, с использованием расчётно-динамической модели (РДМ) для остова здания, является

установление изменения напряжённо-деформированного состояния (НДС) в несущих и ограждающих конструкциях, как правило, каркасно-ядрового остова, в результате взрыва и обрушения отдельных конструкций несущего остова. На основании расчётно-теоретического моделирования, предпринимаются конструктивные мероприятия по исключению прогрессирующего обрушения (progressive collapse) отдельных конструкций и всего здания в целом (СТО-008-02495342-2009). В отечественной проектной практике для расчётного моделирования используются различные программы, включая: Лира, Микро FE, SCAD, STARK-ES, и др.

При расчётно-теоретическом моделировании, в качестве наиболее уязвимой при возможной потере несущей способности конструкции остова уникального здания, принимается одна или несколько максимально нагруженных колонн нижнего этажа. Это условие предельно достоверно позволяет учесть фактическое перераспределение усилий в несущих элементах остова и предусмотреть соответствующие инженерно-усилительные мероприятия по сохранению общей устойчивости здания, подвергнутого террористической атаки. По мнению автора, атакованные с воздуха башни-близнецы ВТЦ на уровне верхних этажей, даже с относительно небольшими нагрузками на незащищённые тепло-огнезащитой, стальные конструкции остова, не способны были предотвратить прогрессирующее обрушение, как отдельных несущих конструктивных элементов, так и всего остова в целом (рис. 2в, г).

Специальные меры безопасности, сохранения и спасения жизни людей при ЧС

Гарантированное обеспечение нормальной жизнедеятельности людей находящихся в пределах высотных зданий, небоскрёбов, и других уникальных объектов с надёжными средствами их спасения при обрушении зданий, является актуальным.

При обрушении зданий и сооружений, вызванного различными причинами природно-климатического или техногенного происхождения, а также в результате террористической атаки, люди, не успевающие покинуть обрушающиеся объекты, как правило, гибнут под обломками зданий. Кроме того, попытки оперативного и безопасного спасения и извлечения пострадавших из под обломков обрушенных зданий, при помощи всех имеющихся средств МЧС РФ не всегда оканчивается успешно, без нанесения дополнительных травм спасаемым. С целью решения этой проблемы, группой специалистов с участием автора, предложен и запатентован вариант специального защитного объёмного блока (СЗОБ).

Идея спасения людей при помощи СЗОБ состоит в том, что при проектировании, строительстве или реновации зданий, предусматривается размещение или формирование в составе существующего объёмно-планировочного решения, жёстких объёмных блоков на каждом этаже в квартирах, офисах и прочих помещениях. При возникновении опасности обрушения, люди, не успевающие покинуть здания, забегают в СЗОБ, блокируют двери и ждут спасателей.

Для надёжной и безопасной эксплуатации уникальных зданий и сооружений, комфортное функционирование которых, обеспечивается современной и развитой сетью внутренних и наружных водопроводных, вентиляционных и электрических коммуникаций и систем, тоже предусматривается специальная защита с целью предотвращения несанкционированного проникновения злоумышленников внутрь зданий. Защита обеспечивается за счёт: механических препятствий с запорными устройствами (рис. 4г, д); звукового или светового оповещения о взломе препятствий; бесперебойного видеонаблюдения из диспетчерско-охранного пункта.

Эффективному проведению спасательных операций, при возникновении чрезвычайных ситуаций, способствует использование скоростных лифтов, предназначенных специально для пожарно-спасательных команд (рис. 4е). Такие лифты, расположенные внутри жёсткого ядра ЛЛУ высотных зданий и функционируют

в транзитно-скоростном режиме, без остановок на промежуточных этажах в пределах «слепой зоны». Для обеспечения высокой скорости движения кабин в лифтовых шахтах, применяется система специального привода с компенсационным тросом, а также аэродинамическая кабина лифта каплевидной обтекаемой формы (рис. 4б, в).

С целью систематизации и упорядочивания спасательных действий при движении потоков людей в условиях экстренной эвакуации, используется правило управления лифтами с выбором этажа назначения (рис. 4л). Это позволяет исключить скопление людей на путях эвакуации и на сознательном уровне перемещаться по заранее установленному этим правилом кратчайшем направлении к конкретным лифтам.

Противопожарная безопасность и автоматическое пожаротушения

Противопожарная безопасность уникальных зданий и сооружений с большим скоплением людей и протяжёнными путями эвакуации, является одной из важных и сложных задач по спасению людей и их надёжному жизнеобеспечению.

Для своевременного оповещения, локализации очага возгорания и полного его устранения используется целая система специальных мер. В режиме постоянного действия применяется автоматизированная система оповещения о пожаре и управления эвакуацией (СОУЭ), регламентируемая требованиями НПБ 110-03.

Для подачи огнетушащего вещества (вода, пена, порошок, газ) к месту возгорания применяются современные системы. Здания оборудуются противопожарной трубопроводной системой, которая в обычном режиме эксплуатации объекта, до момента возгорания не заполнена водой или пеной. Такая противопожарная система, заполняемая огнетушащим веществом только при необходимости, через специальные патрубки к цистернам пожарных машин, получила название «сухотрубы» (рис. 4и).

Надёжным средством защиты от пожара, является современные автоматизированные системы пожаротушения (АСП), которые срабатывают в автоматическом режиме на повышение температуры воздуха или возникновение задымления среды. Всё оборудование системы АСП располагается в здании.

В зависимости от функционального назначения помещений в составе уникальных зданий, используются различные огнетушащие вещества. Там, где необходимо защитить от огня и сохранить ценное оборудование, используется порошок или газ (рис. 4м).

3. Обсуждение

Наряду с эффективными, высокотехнологичными методами рационального использования земной поверхности под строительство при возведении традиционных и уникальных зданий и сооружений в современных условиях, включая: высотные объекты, небоскрёбы, землескрёбы, здания с глубокими котлованами, здания с большими пролётами и консольными вылетами, в международном обществе появилось противоречащее разумному и цивилизованному миропониманию понятие, как терроризм и как следствие, научное направление террорология.

Антитеррористическая защита уникальных зданий и сооружений – это целый комплекс высоконучных мероприятий из разных областей древней и современной науки, включая: образовательную, воспитательную, социологическую, экономическую, религиозную и другие области формирования цивилизованного сознания.

Прогресс в современной градостроительной, архитектурно-строительной и материаловедческой науке уникальных зданий и сооружений целенаправленно ориентирован на всеобъемлющее повышение: прочности; надёжности; устойчивости; комфортности проживания населения; безопасности жизнедеятельности; эффективной защиты населения от террористических атак и экстремальных природно-климатических воздействий; оперативного оповещения и спасения людей при чрезвычайных ситуациях (ЧС).

Одной из важнейших областей исследований в антитеррористической защите и спасении людей уникальных объектов, кроме воспитания и изменения сознания людей, считается материальная составляющая миропонимания, которая на этапе нынешнего развития современного общества, выражается в формировании и создании научно обоснованных архитектурных, объёмно-планировочных, строительных, расчётно-конструктивных и технико-технологических концепций, исследованных в работах отечественных и зарубежных учёных и специалистов.

Заключение

В связи с тем, что террористические намерения злоумышленников предугадать и вовремя предотвратить пока не представляется возможным, для защиты уникальных объектов и спасения людей, необходимо предусматривать целый комплекс мероприятий, включая: образовательно-воспитательные, социально-экономические, религиозно-конфессиональные, а также, архитектурно-строительные и конструктивно-технологические средства защиты на стадии разработки проектов, при строительстве, реновации и эксплуатации: высотных зданий, небоскрёбов, землескрёбов, зданий с большими пролётами и консолями, а также других уникальных объектов с высоким уровнем ответственности.

4. Асеевский А. Кто организует и направляет международный терроризм. М. : Издательство политической литературы, 2019. 112 с.
5. Ефимов И. Прошлое, настоящее и будущее международного терроризма. М. : Азбука-классика, 2018. 368 с.
6. Петрищев В. Е. Что такое терроризм, или введение в террорологию. М. : Высшая школа, 2018. 200 с.
7. Алмазов В. О. Пути и методы противодействия прогрессирующему разрушению высотных зданий // Глобальная безопасность. 2006. Июнь. С. 46 – 49.
8. Гранкина Д. В., Иванов Н. В., Коняхин В. О. Современные конструктивные решения высотных зданий на примере строительства Лахта Центра // Инженерный вестник Дона. 2018. №4.
9. Закиева Н. И., Шахив А. Д., Евлахова Е. Ю. Практика применения оболочковой конструктивной системы при строительстве высотных зданий // Инженерный вестник Дона. 2019. №1.
10. Карамышева А. А., Аракелян А. А., Иванов Н. В., Коняхин В. О., Гранкина Д. В. Обеспечение устойчивости высотных уникальных зданий. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения // Инженерный вестник Дона. 2018. №4.
11. Сооружение для защиты людей в аварийной ситуации : пат. 2047717 СССР. опубл. 10. 11. 1995. 5 с.
12. Сюй Пэйфу, Фу Сюен, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. Проектирование современных высотных зданий. М. : Изд-во АСВ, 2008. 469 с.
13. Karamysheva A. A., Shumeyko V. I. Rational constructional and planning concepts of high-rise buildings' stabilization // Engineering studies. Volume 9. 2017. №3. P. 696-702.
14. Shumeyko V. I. The support systems of unique high-rise buildings // MATEC International science conference "Smart city". St. Petersburg: EDP Sciences. 2017. 106 p.
15. Cynthia J. Atman. Design timelines: Concrete and sticky representations of design process expertise // Design Studies. 2019. Vol. 65. P. 125–151. DOI: 10.1016/j.destud.2019.10.004.
16. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // Advances in Materials Science and Engineering. 2018. № 1. DOI: 10.1155/2018/5451398.
17. Дембич А. А., Лежава И. Г. Казань – территория многообразия // Архитектура и строительство России. 2018. № 4 (228). С. 72–77.
18. Kayumov R. A., Tazyukov B. F., Mukhamedova I. Z. Identification of Mechanical Characteristics of a Nonlinear-Viscoelastic Composite by Results of Tests on Shells of Revolution // Mechanics of Composite Materials. 2019. Vol. 55. P. 171–180. DOI: 10.1007/s11029-019-09802-3.