SECTION IV. ARCHITECTURE

Мустакимов В.Р.

Антитеррористическая защита и спасение людей высотных зданий архитектурно-строительными средствами

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

doi 10.18411/gq-31-07-2019-07

idsp sciencerussia-31-07-2019-07

Аннотация

В работе приведены результаты исследований по комплексной антитеррористической защите высотных зданий с использованием современных архитектурно-конструктивных, объемно-планировочных и технологических решений при проектировании и рациональной эксплуатации уникальных объектов.

Ключевые слова: антитеррор, объемно-планировочный, высотный, расчетно-динамическая модель, прогрессирующее обрушение, каркасно-ядровый, ядро-оболочковый, рамно-связевый, сталежелезобетон, специальный защитный объемный блок, теплоогнезащита.

Abstract

The paper presents the results of research on the integrated anti-terrorism protection of high-rise buildings using modern architectural, structural, space-planning and technological solutions in the design and rational operation of unique objects.

Keywords: anti-terror, space-planning, high-altitude, computational-dynamic model, progressive collapse, frame-sound, core-envelope, frame-bonded, iron-reinforced concrete, special protective volume block, heat protection.

Введение

Террористическая [фр. terroriser] угроза, как угроза преследования с расправой, насилием, запугиванием держит в страхе, в мировой общественно-политической жизни людей являются одной из проблем современности. Поэтому возникает вопрос, как исключить эту угрозу для человечества и сделать жизнь людей безопасной, надежной и защищенной? Архитектура [лат. architectura < гр. architectonike], как наука о зодчестве, строительном искусстве, проектировании и строительстве в этом случае, выполняет важную функцию безопасного жизнеобеспечения. Научно обоснованные принципы и приемы архитектурно-строительного проектирования на постоянной основе воздействуют на человека и окружающую его среду.

Наиболее уязвимыми, с точки зрения террористических атак, считаются здания с особыми и уникальными конструктивными системами, свойственными для высотных и большепролетных зданий и сооружений.

В отечественной проектной практике пока не существует единой нормативной базы для проектирования высотных зданий. Она только создается отечественными учеными и специалистами. Запроектированные и возведенные высотные объекты в крупных городах России, разработаны на основании специальных технических условий (СТУ) и региональных строительных нормативов, в том числе: для Москвы - МГСН 1.01-99; МГСН 1.04-2005; МГСН 2.07-01; Пособия к МГСН 2.07-01; МГСН 2.08-01; МГСН 3.01-01; МГСН 4.04-94; МГСН 4.19-2005; МДС 13-24.2010; МДС 20-1.2006; МДС 50-1.2007; СТО-008-02495342-2009; для Санкт-Петербурга - ТСН 31-332-2006; РМД 31-04-2008.

Вместе с тем, по заявлению Александра Степанова, заместителя директора департамента градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства РФ на форуме «100+» в Екатеринбурге, в России разрабатываются нормативы по высотному строительству. Отмечается, что первый документ, для проектирования инженерных систем, уже готов. В ближайшее время будет завешен очередной свод правил (СП), для проектирования высотных зданий и комплексов. Это позволит на 70-80% снизить количество СТУ для зданий до 35 этажей (до 100 метров высотой).

При разработке отечественных проектов, уже сейчас на основании СТУ, МГСН и ТСН в требуемой мере предусматриваются антитеррористические мероприятия и реализуются при строительстве и в период их эксплуатации.

В соответствии МГСН 4.19-2005 для высотных зданий выделяется общая зона доступа или охраняемая часть группы помещений, которая в свою очередь включает зоны: общего доступа; доступа в жилую часть здания; доступа в гостиничный комплекс; доступа в помещения общественного назначения, расположенные в высотной части здания, вход в которую осуществляется по пропускам; доступа в подземные части здания; загрузки помещений и др.

Формирование защиты высотных зданий средствами архитектуры

Планировочная организация антитеррористической защиты объектов высокого уровня ответственности, на примере высотных зданий, формируется уже на отдаленных к ним подступах при помощи устройства физических барьеров и других средств комплексного обеспечения надежной безопасности.

Важным является создание пунктов контроля уже на прилегающей к зданию территории, а также создание иерархичной системы зон доступа и исключение несанкционированного проезда и прохода из одних зон в другие. При разработке проектов для нового строительства высотных зданий, антитеррористическая защита средствами архитектуры, занимает всего лишь превентивную меру безопасности в системе комплексной безопасности. Террористическая угроза, как всемирная проблема, не может диктовать архитектурную моду. Вместе с тем, эта угроза существует, которую нельзя сбрасывать со счетов. В связи с этим, современные проектировщики, архитекторы, строители и технологи постоянно в поиске более действенных, ненавязчивых, изящных, и элегантных архитектурно-строительных решений.

Мировой и отечественный опыт высотного строительства и небоскребов, позволяет констатировать, что в современном проектировании и строительстве, используются эффективные строительные технологии, материалы и изделия. Практическая реализация архитектурных и градостроительных решений по устройству физических барьеров (ограждений и перепадов высот), препятствующих несанкционированному доступу транспортных средств к охраняемым высотным зданиям, приведена на (рис. 1).

а)

б)

Рис. 1. Антитеррористическая защита высотных зданий на дальних к ним подступах при помощи возведения ограждений прилегающей территории физическими барьерами и террасированием ландшафта

а, б - физические барьеры по периметру группы высотных зданий; в, г, д – то же, для отдельно стоящих зданий; (источник: https://www.stroygas.ru/upload/resize_cache/block/4ff/1000_1000_1/4ffb71d5f6e8292597fd4f22ecbfe1d4.jpg)

Отмечается использование положительного опыта проектирования фортификационных и сейсмостойких зданий и сооружений [3, 6, 11, 14, 15, 16, 17, 18]. По мнению специалистов, просто «отгородиться» от террористических актов относительно прочными кирпично-бетонными стенами в строительстве не удастся. По мнению автора, антитеррористическую проблему необходимо решать комплексными образовательно-воспитательными, социально-экономическими, религиозно-конфессиональными, архитектурно-строительными и конструктивно-технологическими средствами.

Террористические атаки высотных объектов с воздуха

Принимая во внимание негативный опыт атаки террористами-смертниками «Аль-Каиды» 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке (США) двух 110 этажных башен-близнецов Всемирного торгового центра (ВТЦ), двумя авиалайнерами Боинг 767—200, при котором погибло 2977 граждан из 92 стран, 246 пассажиров и членов экипажей, перед специалистами остро ставятся новые задачи по защите объектов еще и с воздуха. По сведениям агентства Reuters, на пожаре ВТЦ погибли: 341 пожарных, 60 полицейских, 8 сотрудников «скорой помощи». Фрагменты трагедии совершенного теракта, в его хронологической последовательности приведены на (рис. 2).

ж)

з)

и)

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 - башни-близнецы ВТЦ до террористической атаки с воздуха; б – воздушная атака ВТЦ; в – пожар, возникший на верхних этажах ВТЦ после атаки; г – нарушение целостности конструкций фасада, со следами контуров авиалайнера; д – полное обрушение обеих башен-близнецов ВТЦ; е – граждане, покидающие опасную зону; и – стальные конструкции обрушившейся оболочки фасада; к – обрушенные стальные конструкции каркаса; л - мемориал памяти жертвам теракта 11 сентября 2001 года на месте обрушения башен ВТЦ (источник: Richard Drew; Shannon Strapleton; Matt Moyer; Marty Lederhandler; U.S. Navy/Reuters).

Поучительным фактором в этой трагедии мирового масштаба, для специалистов и проектировщиков, следует считать то, что обрушение обеих башен после возникновения пожара, произошло за очень короткий период, в течение всего 55 минут 51 секунды, то есть менее одного часа, при норме не менее 2,5 часов. В соответствии с требованиями отечественных МГСН 4.04-94 и СТУ, несущий остов каркаса высотных зданий должен проектироваться из негорючих материалов НГ (высокопрочный и огнестойкий железобетон, сталежелезобетон или сталь с тепло и огнестойкой защитой). Класс конструктивной пожарной опасности - СО. Предел огнестойкости отечественных несущих конструкций остова высотных зданий, проектируется не менее R 180. Анализ результатов трагедии, по мнению автора, показывает, что такое количество человеческих жертв и материальных потерь, объясняется тем, что люди просто не успели покинуть высотное здание за столь короткое время до обрушения. Потому что несущий остов обоих зданий, возведенный из стального каркаса не имел тепловую и огнеую защиту боковой поверхности из негорючего теплоизоляционного слоя, облицованного негорючим отделочным слоем. С учетом такого печального опыта, современные архитекторы, занимающиеся проектированием конструкций фасадных систем, предусматривают целый ряд дополнительных защитно-ограждающих мероприятий. Конструкции наружных фасадных систем проектируются и возводятся из прочных строительных материалов, а металлические конструкции несущего остова и внутренние инженерные коммуникации, включая системы жизнеобеспечения, обеспечиваются теплоогнезащитой.

Теплоогнезащита металлических конструкций остова зданий

Металлоконструкции, широко применяемые в строительстве в качестве несущего остова высотных зданий, небоскребов, большепролетных зданий и других уникальных сооружений, хотя и не относятся к категории горючих материалов и изделий, но под воздействием огня и высокой температуры, утрачивают свои физические характеристики по предельно допустимой нагрузке и несущей способности. На реальном случае, установлено, что несущая способность металлоконструкций при пожаре с достижением температуры $t \geq +5000^\circ\text{C}$, полностью утрачивается и происходит обрушение конструктивных элементов и здания в целом (рис. 2), так как при пожаре температура $t \geq +900...+10000^\circ\text{C}$. Степень огнестойкости, огнезащита и пожаробезопасность стальных конструкций в отечественной практике регламентируется СП 4. 13130.2013. В связи с этим вопрос надежной огне и теплозащиты стальных конструкций и системы инженерных коммуникаций жизнеобеспечения (воздуховоды, трубы, электрокабели и др.) - актуален. Принцип огнезащиты заключается в устройстве огнеупорного экрана. Применение такого экрана позволяет металлу, в пределах нормируемого времени, не менее 2,5 часов, под

воздействием высокой температуры ($t \geq +5000^{\circ}\text{C}$), сохранять свои физические свойства, структуру и устойчивость. В отечественном проектировании и строительстве применяется два теплоогнезащитных экрана: конструктивная защита с применением минераловатных плит, кирпича, бетона, раствора, покрытий набрызгом (рис. 3, 4); вспучивающиеся краски, которые при нагревании образуют слой – пенококкс (рис. 5).

Рис. 3. Принципиальные схемы теплоогнезащиты металлических конструкций колонн
 а – теплоогнезащита колонны обшивкой: 1 - первый слой огнезащитной плиты; 2 – то же, второй; 3 - стальная колонна; 4 - элементы крепления; б – теплоогнезащита колонны штукатуркой: 5 – защитные углы; 6 – полость заложённая кирпичом или забетонирована; 7 – тонкий профилированный лист «внатяжку»; 8 – вязальная проволока; 9 – цементно-песчаный раствор марки М 200; 11 – штукатурная сетка типа «Рабца»; 12 – штукатурка толщиной 5 мм с железнением поверхности; в – теплоогнезащита колонны набрызгом (источник : <http://fire-truck.ru/wp-content/uploads/2017/08/Pokrytie-metallicheskoj-konstruktsii.jpg>)

Рис. 4. Теплоогнезащита стальных конструкций балок и воздуховод инженерных систем
 а – теплоогнезащита стальной балки конструктивным покрытием: 1 - огнезащитная плита, 2 - защищаемая металлическая балка, 3 – возможное применение теплоогнезащитной минераловатной плиты, 4 - крепежные элементы, 5 - дополнительный каркас, б - детали крепления к перекрытию; б – теплоогнезащита воздуховода прошивными матами PRO-VENT (с EI 60 – 180) из супертонкого базальтового волокна (БСТВ) без добавления связующего (источник : <http://fire-truck.ru/wp-content/uploads/2017/08/Pokrytie-metallicheskoj-konstruktsii.jpg>)

Рис. 5. Результаты испытаний теплоогнезащиты металлических конструкций
 а, в – схемы послойной огнезащиты металлической колонны (а) и ригеля (в), выполненной покрасочным методом, до пожара: 1 – стальная колонна, 2 – цинкнаполненная грунтовка, 3 - огнезащитное покрытие, 4 – внешний покрывной или декоративный слой, выполняемый при необходимости; б, г – то же, образец металлической колонны (б) и ригеля (г) после пожара, с образовавшимся теплоогнезащитным слоем из пенококкса (2) (источник: <http://proffidom.ru/88-ognezaschita-dlya-metallokonstrukciy.html>)

Сталежелезобетонные конструкции каркаса с жесткой арматурой

Повышение жесткости и огнестойкости отдельных конструктивных элементов каркаса и здания в целом, выполненного из железобетона, достигается при помощи применения сталежелезобетонных или комбинированных конструкций. Отличительной особенностью сталежелезобетонных конструкций от обычных железобетонных конструкций, является то, что в качестве армирования сталежелезобетонных конструктивных элементов (колонн, пилонов, стен, диафрагм, балок), кроме стержневой арматуры с расчетным по условиям огнестойкости защитным слоем бетона, используется жесткая арматура из стальных прокатных или сварных профилей и других элементов. Для сталежелезобетонных конструкций, включая: колонны, стены, ядра жесткости и перекрытия расчет стальных элементов (жесткой арматуры) выполняется на стадии возведения, до набора требуемой проектной прочности бетона по правилам расчета стальных конструкций, а на стадии эксплуатации, расчет производится по правилам расчета железобетонных конструкций с учетом совместной работы стальных элементов с монолитным бетоном в соответствии с «Руководством по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой». При использовании в колоннах каркаса высотных зданий стальных элементов в виде труб с полостью заполненной бетоном, называемых трубобетоном, учитывается так называемый эффект объемного напряженного состояния бетона. Часто применяемые типы конструкций сталежелезобетонных колонн с жесткой арматурой приведены на (рис. 6) [16].

Рис. 6. Типы поперечных сечений сталежелезобетонных колонн с жесткой арматурой из различных стальных профилей [16]

Исследованиями установлено, что из приведенных на рис. 6, типов жесткого армирования, только жесткое армирование при помощи решетчатого сварного типа (д), обладает небольшим сопротивлением на действие поперечной силы. Поэтому в современных условиях применяется жесткое армирование колонн по типам (а, б, в, г). В отечественной практике проектирования и строительства высотных зданий, толщина защитного слоя бетона, в соответствии с требованиями надежной защиты рабочей и вспомогательной арматуры от высокой температуры и огня, принимается равной, соответственно: для гибкой стальной арматуры не менее диаметра арматуры и не менее 25 мм; для жесткой арматуры, расположенной внутри поперечного сечения конструкции, не менее 50 мм с обязательным армированием защитного слоя стальной сеткой. При размещении стальных элементов жесткого армирования на внешней поверхности конструктивного элемента, предусматриваются мероприятия по их защите от коррозии и теплоогнезащите. Вся боковая поверхность стального профиля защищается негорючими теплоизолирующими материалами (минеральная вата, стекловата) с оштукатуриванием защищенной поверхности цементно-песчаным раствором толщиной не менее 20 мм по сетке системы «Рабица». В качестве облицовочного слоя применяется обшивка или облицовка боковой поверхности негорючими материалами, например: несколько слоев огнестойких гипсокартонных листов ГКЛО; облицовочные каменные материалы толщиной не менее 20 мм (гранит, мрамор, керамогранит).

Применение сталежелезобетона, при всех прочих равных условиях, повышает огнестойкость конструкций, так как бетон также обладает теплоизоляционными свойствами, надолго сохраняя несущую способность конструкции при воздействии огня. А трубобетонные конструкции, состоящие из стальных труб с бетонным заполнением, обжимают бетон и дают тот же эффект, что и стержневая арматура бетона.

Исследованиями установлено, что при равной жароустойчивости, несущая способность железобетонной колонны существенно ниже и составляет приблизительно 6000 кН (при высоте этажа 4 м), а аналогичная сталежелезобетонная, при прочих равных условиях, может нести до 32000 кН.

Повышенную живучесть и теплоогнезащиту сталежелезобетонному несущему остову высотных зданий придает применение конструкции скрытых стальных колонн из прокатных и сварных профилей, размещаемых в составе поперечного сечения стен, диафрагм и ядер жесткости (рис. 7).

Рис. 7. План расположения элементов жесткого армирования из стальных профилей в стенах ствола ядра жесткости выполненного из монолитного железобетона

Рациональное расположение жесткой арматуры, в местах пересечений стен, в составе ядра жесткости позволяет обеспечить минимальную податливость. Одним из актуальных вопросов при проектировании железобетонных конструкций с жесткой арматурой является обеспечение эффективного включения в совместную работу стальных профилей жесткого армирования с окружающим бетоном поперечного сечения конструкции.

В отечественной и зарубежной практике, совместная работа в сталежелезобетонных конструкциях из монолитного железобетона, обеспечивается за счет приварки анкеров и упоров к стальным профилям жесткого армирования. Совместная работа конструктивных элементов из сборного железобетона с конструкциями из монолитного железобетона в сборно-монолитных конструкциях осуществляется путем устройства: специальных шпонок; создания рифленной поверхности сборного элемента; выпусков поперечной арматуры-анкеров из сборных конструктивных элементов для заделки в монолитные элементы. Характерные виды поперечных сечений колонн и ригелей сталежелезобетонных конструкций, а также реальное выполнение таких конструктивных решений, при возведении одного из высотных зданий, приведены на (рис. 8).

Рис. 8. Принципиальные схемы поперечных сечений и общего вида сталежелезобетонных конструкций несущего остова высотных зданий.

а - монтажный узел соединения сталежелезобетонной колонны и балки с жесткой арматурой для каркаса высотного здания, где: 1-стальной профиль в конструкции колонны, 2- стальной профиль в конструкции балки, 3-бетонное ядро; б – сталежелезобетонная балка; в – сталежелезобетонная стена-диафрагма; г – общий вид возведения сталежелезобетонного каркаса высотного здания

Защита зданий фасадными декоративно-ограждающими системами

Фасадные защитно-ограждающие системы выполняются из прочных и долговечных материалов, с надежным креплением к конструкциям остова, а также устойчивыми к возможным внешним воздействиям и атакам, с выразительной архитектурой конструктивизма. Обеспечивается условие того, что наружная облицовка не должна быть хрупкой, осыпаться и распадаться на осколки при внешнем воздействии или взрыве. Усиленные конструктивные системы ажурных фасадов проектируются с учетом легкой доступности при ремонте со сквозной просматриваемостью для контроля. Кроме того, для визуальной проницаемости используются колонны круглого поперечного сечения, как колонны, имеющие наименьший наружный периметр. В объемно-планировочных решениях используются плавные и скругленные формы и повороты [16, 17, 18, 19].

Наиболее распространенные архитектурно-строительные принципы и способы обеспечения защиты и безопасности фасадов современных высотных зданий и небоскребов, от возможных воздушных атак, на фоне трагических последствий террористической атаки с воздуха зданий ВТЦ, 11 сентября 2001 года в США, приведены на (рис. 9а, б, в, 10).

Рис. 9. Архитектурно-конструктивные решения по ограждению с защитой фасадов высотных зданий и небоскребов ажурными оболочками

а - стеклянный небоскреб The Shard в Лондоне с ажурной внешней защитой; б – небоскреб с защитной системой в составе внешней оболочки; в – проектное предложение высотного здания с защитно-ограждающей ажурной системой; г - 69-этажный жилой дом The Met в Бангкоке, состоящий из трех высотных башен, объединенных переходами по высоте через каждые пять этажей (источник: <https://www.stroygas.ru/upload/iblock/8f0/bf0eeab4df06aachbf0529a694f264667.png>)

Рис. 10. Антитеррористическая защита фасадов высотных зданий от внешних воздействий с воздуха при помощи устройства прочных и устойчивых ажурных оболочек.

а – общая схема ядрооболочковой конструктивной схемы высотного здания; б – фрагмент конструкций каркаса наружной оболочки из железобетонных колонн; в – конструкция наружной оболочки в виде безраскосной фермы; г – ажурная наружная оболочка в виде диагональной (стальной) раскосной конструкции; д – ажурная наружная оболочка в виде диагональной (железобетонной) раскосной конструкции

Важным фактором жизнеобеспечения, безопасной и экстренной эвакуации людей при чрезвычайных ситуациях, является формирование такой объемно-планировочной и архитектурной среды, при которой люди, покидающие опасные зоны, имеют возможность найти кратчайший путь к безопасным зонам для спасения. Примером такого решения может служить 69-этажный жилой дом The Met в Бангкоке. Объект состоит из трех высотных башен, объединенных переходами по высоте, через каждые пять этажей (рис. 9г). Такие, системно расположенные переходы, в случае чрезвычайных обстоятельств позволяют покинуть любое из трех высотных блоков через две соседние башни.

В связи с тем, что террористические намерения злоумышленников предугадать и вовремя предотвратить пока не представляется возможным, поэтому в современных проектах, в обязательном порядке разрабатывается расчетно-конструктивный раздел «мероприятия по предотвращению прогрессирующего обрушения конструкций остова здания».

Предотвращение прогрессирующего обрушения остова зданий

С целью обеспечения надежной и гарантированной устойчивости каркасно-ядрового или ядрооболочкового остова, на стадии проекта осуществляется поверочный расчет расчетно-динамической пространственной модели на прогрессирующее обрушение. Прогрессирующее обрушение (progressive collapse) обозначает последовательное разрушение несущих строительных конструкций здания (сооружения), обусловленное начальным локальным повреждением отдельных несущих конструктивных элементов и приводящее к обрушению всего здания или его значительной части (СТО-008-02495342-2009).

Целью такого автоматизированного расчета МКЭ, с использованием сертифицированных расчетных программных комплексов (SCAD, Лира, STARK-ES, Микро FE и др.), учитывающих геометрическую и физическую нелинейность, является теоретическое моделирование возможных вариантов локального обрушения строительных конструкций остова здания, после локального взрыва. Принципиальные схемы и результаты расчета одного из железобетонных каркасов здания на предотвращение прогрессирующего обрушения, представлены на (рис. 10).

Рис. 10. Схемы к результатам расчета и конструирования железобетонного каркаса здания по предотвращению прогрессирующего обрушения (СТО-008-02495342-2009)

а - план; б – разрез; в - фрагмент плана с грузовой площадью на колонну; г – поля напряжений в плитах перекрытия по результатам расчета МКЭ при помощи SCAD Office 11.3 для конструктивной системы (до обрушения); д - то же, после обрушении одной из колонн; е, и – дополнительные конструктивные мероприятия по армированию узлов

Расчетная грузовая площадь на колонну после взрыва, принимается в соответствии с (рис. 10в). По сформировавшимся в результате расчета полям напряжений (рис. 10г, д), производится дополнительное расчетное армирование железобетонных конструкций (10е, и) или увеличение поперечных сечений стальных конструкций остова.

Специальные меры сохранения и спасения жизни людей при ЧС

В тех случаях, когда весь комплекс предпринятых в проекте и реализованных при строительстве градостроительных, объемно-планировочных, технико-технологических и конструктивных мер антитеррористической защиты высотных зданий окажется недостаточным, и произойдет обрушение части или всего объекта, автором предлагается и в этом случае сохранить жизни людей, которые не успели покинуть обрушающееся здание. Исходя из принципа, что самое дорогое в нашей жизнедеятельности – это жизнь человека, требуется в первую очередь, при всех прочих равных условиях, обеспечить сохранность, безопасность, здоровье и работоспособность

людей, оказавшихся в условиях чрезвычайной ситуации (ЧС). Известно, что чаще всего, при обрушении зданий в результате: взрыва, землетрясения, урагана, оползня, камнепада, селя, наводнения и др. опасных и чрезвычайных ситуациях, люди гибнут под завалами. Кроме того, оперативное спасение людей оставшихся в живых, но находящихся под завалами тяжелых обломков, невозможно, так как процесс поэлементной разборки обломков, может привести к новым, локальным обвалам и гибели пострадавших. С этой целью, группой ученых и специалистов с участием автора, был проведен научно-теоретический и исследовательский поиск возможных инженерных решений по надежной защите людей, оказавшихся под завалом тяжелых строительных конструкций, даже при обрушении многоэтажных и высотных зданий. Предлагаемая идея по надежному сохранению жизни людей, оказавшихся под завалами, состоит в том, что при возникновении ЧС, спасающиеся, которые не успевают добежать до жестких технических этажей, располагающихся в высотных зданиях через каждые десять этажей, как минимум, могут спастись на уровне каждого этажа высотного здания в специальных защитных объемных блоках (СЗОБ).

Архитектурно-планировочные средства при проектировании уникальных объектов высотного строительства, предназначенных для пропуска большого числа людей, используются в следующих направлениях: защита от взрыва; создание препятствий для предупреждения тривиальных угроз и задержки; архитектурное обеспечение сигналов тревоги, улучшение освещения, наблюдение или камеры кабельного телевидения; создание архитектурной поддержки техническим средствам охраны, формирование образа безопасного и защищенного пространства. В случае обрушения здания сохраняются СЗОБ, в которых временно находятся люди, до тех пор, пока их не освободят спасатели МЧС. Принципиальная схема запатентованного СЗОБ, приведена на (рис. 11) [13].

Рис. 11. Специальный защитный объемный блок (СЗОБ), пат. 2047717 [13].

1 – стены; 2 – перекрытие; 3 – железобетонное основание; 4 – дверной проем; 5 – аварийный оконный проем; 6 – воздушные пустоты; 7 – ребра; 8 – упругая демпфирующая сетка; 9 – мягкая обивка внутренней поверхности объемного блока; 10 – арматурная сетка; 11 – закладные детали (иллюстрация автора)

Все системы жизнеобеспечения здания: отопление, водопровод, вентиляция, кондиционирование, внутренний вертикальный транспорт системы лифтов, надежно защищаются от несанкционированного проникновения. Для обеспечения противопожарных требований к высотным зданиям (ВЗ), предусматривается возможность свободного проезда пожарных машин со всех сторон здания, в том числе к основным эвакуационным выходам из зданий и к выходам, ведущим к лифтам для пожарных подразделений. В современных проектных решениях избегают скопления большого количества людей, так как огромные пространства с аморфными толпами людей наиболее опасны и уязвимы.

Заключение

В связи с тем, что террористические намерения злоумышленников предугадать и вовремя предотвратить пока не представляется возможным, для защиты высотных зданий 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 проекта, при строительстве и эксплуатации высотных зданий и других уникальных объектов.

1. Абрамсон Л. А. (ЦНИИЭПжилища). Развитие строительства высотных зданий // Жилищное строительство. 2005. №10.
2. Алмазов В. О. Пути и методы противодействия прогрессирующему разрушению высотных зданий // Глобальная безопасность. 2006, июнь. С.46 – 49.
3. ATC Design Guide 1, Minimizing Floor Vibration, Applied Technology Council, 1999.
4. Горин С. С. Жилые небоскребы в Москве – прошлое, настоящее, будущее // Жилищное строительство. 2003. № 10.
5. Граник Ю. Г., Магай И. Г. Обзор зарубежного строительного опыта по высотному домостроению // Уникальные и специальные технологии в строительстве. 2004. № 1. С.20 - 31.
6. Джоунс К. Д. Сооружения из армированного грунта. Научное издание. Перевод с английского В. С. Забавина, Под ред. д-ра техн. наук В. Г. Мельника. Москва. Стройиздат, 1989. 281 с.
7. Computers and Structures, Inc., Analysis Reference Manual for SAP 2000 version8, 2002.
8. Николаев С. В. (ЦНИИЭПжилища). Высотные здания – это комплекс высокопрофессиональных решений // Жилищное строительство. 2005. № 9 - 10.
9. Попкова О. М. Конструкции высотных зданий за рубежом. М., ЦИНИС, 1975.
10. Пуховский А. Б., Арефьев В. М. и др. Многоэтажные и высотные здания. М., 1997.
11. Рафайнер Ф. Высотные здания. Объемно-планировочные и конструктивные решения. М., Стройиздат, 1982.
12. Российская архитектурно-строительная энциклопедия. Том XII. Строительство подземных сооружений. М. : ОАО «ВНИИТПИ», 2008. 380 с.
13. Сооружение для защиты людей в аварийной ситуации: пат. 2047717. СССР. опубл. 10.11.1995. 5 с.
14. Севостьянов В. В., Миндель И. Г., Трифонов Б. А. Оценка сейсмической опасности для высотных зданий г. Москвы // Уникальные и специальные технологии в строительстве. 2006. № 1 (14). С.56 - 62.
15. Современное высотное строительство. Монография. М. : ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. 440 с.
16. Сюй Пэйфу и др. Проектирование современных высотных зданий / под ред. Сюй Пэйфу : Пер. с китайского. М. : Изд-во АСВ, 2008, 469 с.
17. Строительство высотных зданий и сооружений. Том XIII. Российская Архитектурно-строительная энциклопедия. ОАО «ВНИИТПИ», М., 2010. 494 с.
18. Шумер В. Конструкции высотных зданий. М., Стройиздат, 1979.
19. U. S. General Services Administration, Progressive Collapse Analysis and Design Guidelines for New Federal Office Buildings and Major Modernization Projects, 2000.