БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 614.8

DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.72-84

Анализ причин и последствий крупных чрезвычайных ситуаций с целью обеспечения комплексной безопасности зданий и сооружений

В.И. Теличенко, В.М. Ройтман

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. На строительные объекты на протяжении всего жизненного цикла их существования действуют многочисленные опасности и угрозы техногенного и природного характера. Возникает необходимость обеспечения безопасности этих объектов в условиях разнообразных чрезвычайных ситуаций (ЧС), в том числе комбинированного характера. Специалисты испытывают трудности при решении задач, связанных с обеспечением безопасности объектов в этих условиях. В НИУ МГСУ по инициативе и под руководством проф. В.И. Теличенко проводятся исследования в новом научном направлении — разработка концепции комплексной безопасности в строительстве.

Материалы и методы. Авторы применяют разработанную при их участии концепцию комплексной безопасности в строительстве. На ее основе анализируются знаковые ЧС последних лет (2009–2019 гг.): пожар в ночном клубе «Хромая лошадь»; пожар в ТРЦ «Зимняя вишня», г. Кемерово; взрыв в жилом доме, г. Магнитогорск; пожар в Соборе Парижской Богоматери, г. Париж.

Результаты. Анализ ЧС последних лет позволил выделить их основные причины: грубейшие нарушения требований к системе противопожарной защиты (СПЗ) зданий и сооружений как основы обеспечения комплексной безопасности объектов при ЧС; недостаточный учет технического состояния строительных объектов при оценках их комплексной безопасности с учетом ЧС.

Выводы. Обращается внимание на особую роль зданий и сооружений. Для удобства нормирования и проектирования безопасности строительных объектов предлагается классификация мер СПЗ на четыре блока: меры для обеспечения устойчивости объектов в условиях ЧС; меры для ограничения распространения пожара; меры для обеспечения безопасности людей при ЧС; меры активной защиты объектов при ЧС. Система мер СПЗ может рассматриваться как основа обеспечения комплексной безопасности объектов в условиях ЧС. Показано, что выявленные причины неоправданных человеческих потерь и материального ущерба могли бы быть устранены путем своевременного применения соответствующих мер СПЗ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: концепция, опасность, безопасность, комплексная безопасность, строительство, здание, сооружение, чрезвычайная ситуация, пожар, ущерб

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Теличенко В.И., Ройтман В.М. Анализ причин и последствий крупных чрезвычайных ситуаций с целью обеспечения комплексной безопасности зданий и сооружений // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 1. С. 72–84. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.72-84

A cause-and-consequence analysis of serious emergencies with the aim of providing integrated safety of buildings and installations

Valery I. Telichenko, Vladimir M. Roitman

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. Throughout their entire life cycle, construction projects are under the influence of numerous dangers and threats of technogenic and natural character. It is necessary to provide the safety of these projects in various emergencies, including ones of combined character. When solving problems connected with providing safety of the facilities under these conditions, specialists encounter difficulties. Studies in a new school, developing a concept of integrated safety in construction, are conducted in the National Research University MGSU on the initiative by and under the guidance of Professor V.I. Telichenko.

Materials and methods. The authors apply a concept of integrated safety in construction developed with their participation. The concept serves as the basis for analysis of major emergencies of the last years (2009–2019): the fire in the Lame Horse nightclub, the fire in the Winter Cherry mall at the town of Kemerovo, the explosion in a residential house at the town of Magnitogorsk, the fire in the cathedral Notre-Dame de Paris.

Results. Analysis of the latest emergencies allowed identifying their main causes. Those include gross violations of requirements for a fire protection system (FPS) for buildings and installations as the basis for providing the integrated facility safety in emergencies and insufficient consideration of construction facility technical condition when assessing its integrated safety under emergency conditions.

Conclusions. The paper attracts attention to the FPS of buildings and installations. For the convenience of standardization and designing safety systems of construction projects, the authors suggest to classify FPS measures into four blocks: providing stability of the facilities in emergencies, limiting the spread of fire, providing human safety during the emergency, active protection of the facilities during the emergency. The system of the FPS measures can be considered as the basis for providing integrated safety of the facilities under emergency conditions. The article has shown that the revealed causes of the unwarranted loss of human lives and material damage could be eliminated by means of timely application of the corresponding FPS measures.

KEYWORDS: concept, danger, safety, integrated safety, construction, building, installation, emergency, fire, damage

FOR CITATION: Telichenko V.I., Roitman V.M. A cause-and-consequence analysis of serious emergencies with the aim of providing integrated safety of buildings and installations. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2020; 15(1):72-84. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.72-84 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Строительные объекты на протяжении всего жизненного цикла их существования подвергаются воздействию многочисленных опасностей и угроз со стороны как внешней среды, так и техногенных факторов. В работах [1–11] были рассмотрены виды возможных источников опасности для различных объектов строительства, не только регламентированных в различных документах, имеющих нормативный статус, но и новых опасностей и угроз, наблюдаемых в последнее время. С учетом разнообразности угроз специалисты испытывают трудности при решении задач, связанных с обеспечением безопасности объектов в этих условиях.

Обеспечение безопасности таких объектов в условиях разнообразных чрезвычайных ситуаций (ЧС), в том числе комбинированного характера [1–2] продиктовало необходимость разработки концепции комплексной безопасности в строительстве [1].

На основе анализа основных признаков, понятий различных видов опасностей, действующих на строительные объекты, авторами концепции сформулирован комплекс определений, характери-

зующих понятие комплексная безопасность в строительстве.

Научные исследования в области обеспечения комплексной безопасности в строительстве^{1, 2, 3, 4, 5} [1–11, 12–23] показывают, что она должна обеспечиваться на различных уровнях: строительство; строительный объект; здание и сооружение, и фактически является одним из критериев качества искусственной сферы обитания человека.

При этом понятие комплексная безопасность в строительстве включает в себя не только обеспечение стандартами безопасности самого объекта, но и обеспечение безопасного влияния объекта на окружающую среду. Комплексная безопасность строительства — неотъемлемая часть глобальной системы безопасности территории, региона, государства, и, даже, континента. Можно привести много примеров, когда ошибки в строительной деятельности приводили к возникновению ЧС и проблемам территорий и регионов.

Цель данной работы — на основе концепции комплексной безопасности в строительстве проанализировать причины и последствия крупных (вызавших тяжелые человеческие жертвы и значи-

¹ СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. 2003. 60 с.

² СТО НОСТРОЙ 2.33.79-2012. Строительные конструкции зданий и сооружений. Обследование ограждающих конструкций зданий и сооружений в натурных условиях и оценка их технического состояния. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ: стандарт организации : утв. и введен в действие решением Совета Национального объединения строителей от 25.10.2012 № 36. М. : Национальное объединение строителей, 2013. 54 с.

³ Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда : Постановление Госстроя РФ от 27.09.2003 № 170 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.10.2003 № 5176) // Российская газета. № 214, 23.10.2003 (дополнительный выпуск).

⁴ Техническая оценка зданий и сооружений : метод. указания по решению задач / сост. О.С. Власова. Волгоград : ВолгГАСУ, 2016. 50 с.

⁵ ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25.03.2010 № 37-ст).

тельный материальный ущерб) ЧС последних лет⁶ для их предотвращения и обеспечения комплексной безопасности зданий и сооружений [1–11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Базируясь на концепции комплексной безопасности в строительстве, проведен анализ знаковых ЧС, произошедших в РФ и за рубежом за последние 10 лет, в следующих категориях:

- нарушение требований противопожарных норм и правил для зданий и сооружений;
- учет технического состояния зданий и сооружений в условиях эксплуатации (реконструкции).

Систематизированы причины возникновения ЧС, факторы, повлиявшие на их исход.

В рамках данного исследования, говоря о комплексной безопасности объекта строительства, мы ограничиваемся объектом высотного строительства, не принимая в расчет объекты промышленного строительства или специального назначения, такие как ТЭС, АЭС, ГС и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пожар в ночном клубе «Хромая лошадь», г. Пермь, 5 декабря 2009 г.

Причиной пожара стал запуск фейерверка во время пиротехнического шоу. Искры от фейерверка попали в декоративный подвесной потолок, выпол-

⁶ Российский эксперт назвал главную сложность при тушении Нотр-Дама. URL: <https://ria.ru/20190416/1552719379.html>

ненный из сухого хвороста, украшенного деталями из пластика (рис. 1). Практически сразу погас свет, что стало одной из причин затруднения организованной эвакуации из помещения. Люди в панике пытались выбраться из заполненной ядовитым дымом ловушки, с потолка на них падали расплавившиеся фрагменты из пластика. Из-за плохой организации эвакуации зал с несколькими сотнями человек превратился в западню: окна в клубе были заложены кирпичом, а выход оказался слишком узким. Была еще одна дверь, но о ней знали только сотрудники заведения.

На момент пожара в клубе собралось ориентировочно 300 человек. Число жертв в клубе — **156 погибших** в основном от поражения органов дыхания токсичными продуктами горения, **78 пострадавших**.

В 2001 г. помещение магазина было переоборудовано в клуб. Согласно Градостроительному кодексу РФ реконструкция существующего здания (магазина) под ночной клуб с массовым пребыванием людей должна была производиться на основе проекта, одним из разделов которого является система противопожарной защиты (СПЗ). Этот проект, в соответствии с требованиями норм, должен был содержать вышеперечисленные меры, отсутствие которых привело к трагедии.

Основное нарушение требований норм к мерам СПЗ — отсутствие противодымной защиты помещения клуба (рис. 2).

Назначение такого элемента СПЗ, как система противодымной защиты, — обеспечить в течение необходимого времени эвакуации людей из поме-

Рис. 1. Зона танцевальной площадки клуба «Хромая лошадь». Хорошо видна конструкция декоративного подвесного потолка из хвороста (фото до пожара)

Fig. 1. Dance site of the Lame Horse nightclub (picture taken before the fire). Note decorative suspended ceiling made from brushwood

Рис. 2. Основная причина гибели людей при пожаре в ночном клубе «Хромая лошадь» — образование при пожаре под потолком слоя дыма, содержащего токсические продукты горения пластика, и последующее быстрое опускание этого слоя дыма до уровня органов дыхания людей

Fig. 2. The main cause of human death during the fire in the Lame Horse nightclub is the generation of the smoke layer containing toxic products of plastic burning under the ceiling and subsequent fast lowering of this layer to the level of human respiratory apparatus

Рис. 3. Варианты устройства противодымной защиты, основанные на устройстве дымовых люков, которые обеспечили бы безопасную эвакуацию людей из клуба при пожаре: *a* — система противодымной защиты в виде «дымового» люка, вытяжного вентилятора, который автоматически включается при срабатывании пожарной сигнализации при возникновении пожара; *b* — система противодымной защиты в виде устройства вытяжной аварийной системы дымоудаления

Fig. 3. Variants of anti-smoke protection based on smoke hatches that would provide safe people evacuation from the club in case of fire: *a* — anti-smoke protection system using “smoke” hatch and ejector fan which turns on automatically when a fire alarm system is activated; *b* — anti-smoke protection system by means of the smoke-removal emergency ejection system

щения исключение попадания дыма и токсичных продуктов горения в органы дыхания людей. Это достигается (рис. 3) путем замедления скорости опускания припотолочного слоя дыма с помощью достаточно простой системы аварийной вентиляции, автоматически срабатывающей от пожарной сигнализации (рис. 3).

Устройство противодымной защиты в ночном клубе «Хромая лошадь» позволило бы избежать человеческих жертв при пожаре.

Таким образом, помещение ночного клуба «Хромая лошадь» эксплуатировалось с грубейшими нарушениями требований пожарной безопасности, в том числе:

- недопустимое использование пожароопасных материалов при оформлении декоративных эле-

ментов помещения клуба с массовым пребыванием людей;

- недопустимое использование фейерверков в помещении клуба с массовым пребыванием людей;
- отсутствие мер по противодымной защите помещения клуба;
- отсутствие системы оповещения и управления эвакуацией людей при ЧС;
- отсутствие пожарной сигнализации;
- отсутствие автоматической системы пожаротушения.

Пожар в здании торгово-развлекательного центра «Зимняя вишня», г. Кемерово, 25–26 марта 2018 г.

Предполагаемые причины пожара: неосторожное обращение с огнем, короткое замыкание

электропроводки и поджог. Большое число жертв было в помещениях кинотеатров (рис. 4). Помещения кинотеатров оборудованы системой кондиционирования воздуха и имели повышенную звукоизоляцию ограждающих конструкций. В результате посетители кинотеатров узнали о пожаре слишком поздно.

Погибло 64 человека, из них 41 — дети, более 50 человек пострадало (рис. 5). Но жертвами пожара стали не только люди, на территории торгово-развлекательного центра (ТРЦ) «Зимняя вишня» находился контактный зоопарк, все питомцы которого (200 животных 25 видов) погибли.

Сложность тушения этого пожара в том, что в развлекательной зоне ТРЦ, на 4-м этаже, были помещения для развлечения детей с повышенным содержанием горючих материалов.

Причина большого количества человеческих жертв в том, что здание ТРЦ «Зимняя вишня» эксплуатировалось с грубейшими нарушениями требований к системе противопожарной защиты, регламентированных для зданий такого типа.

К числу основных нарушений СПЗ здания ТРЦ «Зимняя вишня», которые привели к многочисленным человеческим жертвам относятся:

- в здании ТРЦ размещались помещения различного функционального назначения (торговые, развлекательные, автостоянки и др.);
- для зданий такого типа нормы требуют выделять зоны различного функционального назначения в пожарные отсеки, ограниченные специальными конструкциями — противопожарными преградами.

Противопожарные преграды ограничивают распространение пожара в пределах пожарного отсека в течение необходимого времени для ликвидации ЧС;

- отсутствие деления здания ТРЦ на пожарные отсеки привело к быстрому распространению пожара (и продуктов горения) сверху вниз, с 4-го этажа (место начального очага пожара) на помещения нижележащих этажей. Именно эта причина затрудняла эвакуацию, спасение людей и тушение пожара.

В ТРЦ «Зимняя вишня» не были обеспечены условия для своевременной и безопасной эвакуации людей. Если бы система противопожарной защиты здания ТРЦ «Зимняя вишня» соответствовала требованиям норм, то последствия пожара наверняка были бы не столь тяжелыми.

Взрыв в эксплуатируемом жилом доме, г. Магнитогорск, 2018 г.

В данном разделе рассмотрен случай серьезной ЧС, связанной со взрывом в эксплуатируемом 10-этажном жилом здании 1973 г. постройки. Здание расположено в г. Челябинск по адресу проспект Карла Маркса, д. 164, и представляет собой многоквартирный дом, состоящий из шести двухподъездных блок-секций, всего 12 подъездов. Блок-секции отделены друг от друга температурными швами. В середине дома, в подъездах № 6 и 7, расположен проезд для автотранспорта в виде двойной арки высотой в два этажа. Стены первых двух этажей дома сложены из кирпича, следующих — из стеновых бетонных крупных блоков, перекрытия — из железобетонных плит. В доме имеются три продольные несущие стены (две из которых — наружные).

Рис. 4. Схематичный план размещения развлекательных объектов на 4-м этаже ТРЦ «Зимняя вишня»

Fig. 4. Schematic layout of entertainment facilities on the 4th floor of the Winter Cherry mall

Рис. 5. Зона прогрессирующего обрушения строительных конструкций после взрыва в жилом здании в г. Магнитогорск, 31 января 2018 г.

Fig. 5. A zone of the progressing collapse of building structures after an explosion in a residential house at Magnitogorsk on January 31, 2018

Обрушение произошло в подъезде № 7, который вместе с соседним, 8-м подъездом, образует блок-секцию № 4. В частично обрушившемся подъезде № 7 находилось 52 квартиры: по две на первом и втором этажах, по шесть — на следующих. На момент катастрофы в этом подъезде проживали 133 человека.

Взрыв привел к прогрессирующему обрушению конструкций с третьего по десятый этажи в секции здания между подъездами № 6 и 7. Было повреждено 48 квартир, в которых проживало 110 чел. Обломки обрушившихся конструкций образовали завал высотой до третьего–четвертого этажей (рис. 5).

При анализе причин рассматриваемой ЧС возникает вопрос — почему не сработала обычная мера взрывозащиты помещений, в которых происходит взрыв, в виде легкосбрасываемых конструкций (ЛСК), их роль играет остекление проемов помещения, в котором произошел взрыв. Эта мера является одним из элементов системы противопожарной защиты.

При возникновении взрыва в помещении, такие предохранительные конструкции вскрываются

при небольших давлениях и обеспечивают последующий сброс продуктов взрывного горения через вскрывшиеся проемы в окружающую среду.

При достаточной площади ЛСК сброс продуктов взрывного горения через вскрывшиеся проемы обеспечивает снижение избыточного давления в помещении, где произошел взрыв, до уровня безопасного для основных несущих конструкций здания.

Особая опасность взрывов для эксплуатируемых строительных объектов состоит в том, что, по мере ухудшения технического состояния конструкций, их несущая способность может снизиться до уровня, когда их разрушение может происходить при давлениях взрыва, соответствующих срабатыванию взрывозащиты (рис. 6).

Пожар в здании Собора Парижской Богоматери, г. Париж (Франция), 15–16 апреля 2019 г.⁶

Пожар в Соборе Парижской Богоматери начался вечером в понедельник. Обрушился шпиль собора, пламенем была объята несущая конструкция. На место ЧС приехали президент и премьер Франции. Около 400 пожарных мобилизованы на тушение пожара.

Развитие пожара в парижском Нотр-Даме объясняется тем, что в базилике шли реставрационные

Рис. 6. Фото разрушений строительных конструкций после взрыва в жилом доме, из которого следует, что прогрессирующее обрушение этой части здания произошло в результате потери несущей способности железобетонных перекрытий. При этом остекление проемов наружных ограждений не выполнило свою функцию как меры взрывозащиты

Fig. 6. A photograph of the building structure breakdown because of an explosion in a residential house. The picture shows that the progressing collapse of this part of the building occurred due to the losing bearing capacity of reinforced concrete floors. At the same time, glazing of outer enclosure openings did not serve as an explosion protection

работы (рис. 7–9). По этой причине здание было окружено строительными лесами.

В последние годы эксперты выявили значительный износ конструкций собора, а также отметили частичное разрушение каменной кладки.

К моменту пожара в апреле 2019 г. на шпилье собора уже велись ремонтные работы.

Рис. 10 свидетельствует о том, что шпиль здания собора со всех сторон был окружен конструкциями строительных лесов, с которых и производились реставрационные работы. Строительные леса — это источник добавочной пожарной нагрузки. Дело в том, что настилы строительных лесов чаще всего сделаны из древесины. Кроме этого, на лесах обычно устраиваются временные склады материалов, которые используются для реставрации (в том числе и горючие материалы, картонная тара, в которой доставляют грузы и пр.).

15 апреля 2019 г. в 18.20 по центрально-европейскому времени в соборе сработала пожарная сигнализация.

В силу аэродинамических особенностей огонь по строительным лесам распространяется очень быстро и такой пожар потушить крайне сложно, учитывая средневековые узкие подъезды⁶.

Рис. 7. Западный фасад здания собора

Fig. 7. Western facade of the cathedral building

Рис. 8. Южный фасад здания собора

Fig. 8. Southern facade of the cathedral building

Рис. 9. Поперечный разрез здания собора

Fig. 9. Cross-section of the cathedral building

Если возникает возгорание внизу, то огонь очень быстро, по горючим материалам, находящимся на строительных лесах, распространяется по вертикали. Бороться с такими пожарами чрезвычайно сложно. Пожар продолжает развиваться и это самая главная опасность для уникального здания.

Пожар, скорее всего, произошел из-за нарушения правил пожарной безопасности при проведении реставрационных работ. Помимо этого сложность создает и то, что во время реставрации система противопожарной защиты функционирует недостаточно эффективно.

Что касается восстановления Собора Парижской Богоматери, то, учитывая современный уровень строительной техники, провести такие работы возможно, и это будет сделано. В качестве примера можно привести восстановление московского Манежа после пожара 2004 г.⁶

После анализа фотографий и видео очевидцев следователи сделали вывод, что пожар начался в центральной части крыши, рядом с основанием шпиля (рис. 11).

Парижские пожарные обратили внимание еще на один аспект влияния технического состояния здания собора на его устойчивость после пожара 2019 г. Дело в том, что в июле 2019 г. в Европе (в том числе и во Франции) установилась аномально жаркая погода (порядка 35–40 °C). Это привело к тому, что

Рис. 10. Начало пожара в соборе у основания шпиля

Fig. 10. Beginning of the fire in the cathedral near the spire base

Рис. 11. Горение и разрушение деревянных конструкций шпиля собора при пожаре

Fig. 11. Burning and destruction of cathedral spire wooden structures during the fire

Рис. 12. Разрушение шпиля и прилегающих участков кровли собора (вид собора сверху, после пожара)

Fig. 12. Destroyed spire and adjacent roofing of the cathedral (viewed from above, after the fire)

каменные конструкции собора, оказавшиеся в зоне тушения пожара, при подаче воды оказались переувлажненными (рис. 12).

Известно, что интенсивная сушка во время жаркой погоды переувлажненных каменных конструкций резко интенсифицируют процессы разрушения камня. Этот новый вид опасности после пожара для объектов с высокой степенью износа, находящихся в плохом техническом состоянии, требует отдельного, специального анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе рассмотренной концепции и анализа знаковых ЧС последних десяти лет выявлены основные причины человеческих жертв и материального ущерба при ЧС на строительных объектах.

Показано, что к основным причинам тяжелых последствий рассмотренных ЧС относятся:

- грубейшие нарушения требований норм к системе противопожарной защиты зданий и сооружений, которая может рассматриваться в качестве основы обеспечения их комплексной безопасности при ЧС;
- недостаточный учет технического состояния эксплуатируемых строительных объектов при оценках их комплексной безопасности с учетом ЧС.

Показано, что выявленные причины неоправданных человеческих потерь и материального ущерба, могли бы быть устранены путем своевременного применения соответствующих мер защиты.

Обеспечение устойчивости эксплуатируемых зданий и сооружений при ЧС является одной из важнейших и сложнейших проблем в области комплексной безопасности этих объектов. Обращается особое внимание на необходимость учета технического состояния зданий и сооружений в условиях эксплуатации (реконструкции), как требуемого аспекта обеспечения их комплексной безопасности при ЧС.

Назрела потребность в очередном реформировании нормативной базы в области обеспечения безопасности в строительстве. Важное место в этом реформировании должен занять перевод ряда сводов правил, регламентирующих меры противопожарной защиты зданий и сооружений, из разряда добровольного применения в разряд обязательных.

Данные о периодических оценках технического состояния строительных объектов должны стать обязательным элементом оценки их безопасности при ЧС.

Следует продолжить исследования в направлении развития общей теории оценки огнестойкости строительных объектов с учетом их технического состояния. Это даст возможность устранить существенную, а в ряде случаев, критическую недооценку опасности ЧС для зданий и сооружений.

Показано, что система противопожарной защиты зданий и сооружений может рассматриваться в качестве основы обеспечения комплексной безопасности этих объектов.

Пристальное внимание стоит обратить на особую роль СПЗ зданий и сооружений. Для удобства нормирования и проектирования безопасности строительных объектов предлагается классификация мер СПЗ на четыре блока:

Блок 1. Меры для обеспечения устойчивости объектов в условиях ЧС.

Блок 2. Меры для ограничения распространения пожара.

Блок 3. Меры для обеспечения безопасности людей при ЧС.

Блок 4. Меры активной защиты объектов при ЧС.

Система мер СПЗ может рассматриваться, как основа обеспечения комплексной безопасности объектов в условиях ЧС. Выявленные причины неоправданных человеческих потерь и материального ущерба, могли бы быть устранены путем своевременного применения соответствующих мер СПЗ.

Современные методы нормирования и проектирования огнестойкости строительных конструкций не позволяют учитывать влияние длительности и условий эксплуатации объектов на их огнестойкость.

Это не соответствует реальному состоянию эксплуатируемых конструкций при пожаре и приводит к недооценке опасности пожара для эксплуатируемых зданий и сооружений.

В литературе имеется большое количество экспериментальных данных о пределах огнестойкости железобетонных балок до начала их эксплуатации.

Данные, полученные в ходе проведенных технических обследований состояния строительных конструкций в условиях эксплуатации, подтверждают, что на протяжении всего срока эксплуатации зданий и сооружений, в строительных конструкциях формируются разного рода повреждения и дефекты, приводящие к снижению их несущей способности — основного параметра, определяющего эксплуатационный предел огнестойкости конструкций.

Общая концепция оценки огнестойкости строительных конструкций с учетом времени и условий эксплуатации содержит понятие о коэффициенте утраты огнестойкости конструкций эксплуатируемых зданий, в зависимости от времени и условий эксплуатации. Использование этого показателя представляется полезным для разработки классификации категорий технического состояния конструкций с учетом значений коэффициента утраты их огнестойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И. Комплексная безопасность строительства // Вестник МГСУ. 2010. № 4–1. С. 10–17.
2. Теличенко В.И., Ройтман В.М., Слесарев М.Ю., Щербина Е.В. Основы комплексной безопасности строительства : мон. М. : Изд-во АСВ, 2011. 168 с.
3. Теличенко В.И., Ройтман В.М. Обеспечение стойкости зданий и сооружений при комбинированных особых воздействиях с участием пожара — базовый элемент системы комплексной безопасности // Предотвращение аварий зданий и сооружений : сб. науч. тр. М., 2010. Вып. 9. С. 15–29.
4. Теличенко В.И., Тетерин И.М., Ройтман В.М., Серков Б.Б. Культура безопасности — точка опоры стратегии обеспечения безопасности объектов жизнедеятельности // Культура безопасности в современном мире : мат. междисциплинарной науч.-практ. конф. с междунар. участием. М. : Академия ГПС МЧС России, 2013. С. 69–74.
5. Теличенко В.И., Потапов А.Д., Слесарев М.Ю., Щербина Е.В. Экологическая безопасность строительства. М. : Архитектура-С, 2009. 312 с.
6. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю., Стойков В.Ф. Управление экологической безопасностью строительства. Экологический мониторинг : уч. пос. для студентов вузов. М. : Изд-во АСВ, 2005. 328 с.
7. Теличенко В.И. Управление качеством строительной продукции: Техническое регулирование безопасности и качества в строительстве : уч. пос. для студентов вузов. М. : Изд-во АСВ, 2003. 512 с.
8. Теличенко В.И., Малыха Г.Г., Павлов А.С. Воздействие строительных объектов на окружающую среду. М. : Архитектура-С, 2009. 263 с.
9. Теличенко В.И., Бенуж А.А. Обзор и классификация рейтинговых систем сертификации зданий и сооружений // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и Архитектура. 2013. № 31–1 (50). С. 239–243.
10. Теличенко В.И., Бенуж А.А. Совершенствование принципов устойчивого развития на основе опыта применения «зеленых» стандартов при строительстве Олимпийских объектов в Сочи // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 10. С. 40–43.
11. Telichenko V., Benuzh A. Selection of the most appropriate and energy-efficient scheme for Russia between BREEAM and LEED // Advanced Materials Research. 2014. Vol. 1065–1069. Pp. 2169–2172. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1065-1069.2169
12. Ройтман В.М. Оценка огнестойкости строительных конструкций на основе кинетических представлений о поведении материалов в условиях пожара : дис. ... д-ра техн. наук. М., 1985. 412 с.
13. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М. : Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. 382 с.
14. Roytman V.V., Pasman H.J., Lukashevich I.E. The concept of evaluation of building resistance against combined hazardous effects “Impact-Explosion-Fire” after Aircraft Crash // Fire and Explosion Hazards: Proceedings of the Fourth International Seminar, Londonderry, NI, UK, 2003. Pp. 283–293.
15. Ройтман В.М. Основы пожарной безопасности высотных зданий : уч. пос. М. : МГСУ, 2009. 99 с.
16. Ройтман В.М., Серков Б.Б., Шевкуненко Ю.Г., Сивенков А.Б., Барина Е.Л., Приступок Д.Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: уч. / под общ. ред. В.М. Ройтмана. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. 366 с.
17. Ройтман В.М. О механизме прогрессирующего обрушения высотного здания ВТЦ-7 во время событий 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 10. С. 37–44. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.10.37-44
18. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб. : Издательский Дом KN+, 2001. 140 с.
19. Добромислов А.Н. Диагностика поврежденных зданий и инженерных сооружений. М. : Изд-во АСВ, 2006. 256 с.
20. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений : в 2-х ч. Ч. 1. Оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений : уч. пос. / под ред. А.И. Бедова. М. : Изд-во АСВ, 2014. 703 с.
21. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. М., 2008. 234 с.
22. Старишко И.Н. Влияние условий эксплуатации на несущую способность железобетонных элементов по нормальным и наклонным сечениям // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 1. С. 49–51.
23. Mohsen A.S., Mohammad A.B., Mohammad G.B. Effect of longitudinal rebar corrosion on the compressive strength reduction of concrete in reinforced concrete structure // Advances in Structural Engineering. 2016. Vol. 19. Issue 6. Pp. 897–907. DOI: 10.1177/1369433216630367

Поступила в редакцию 7 октября 2019 г.

Принята в доработанном виде 12 ноября 2019 г.

Одобрена для публикации 29 декабря 2019 г.

ОБ АВТОРАХ: **Валерий Иванович Теличенко** — доктор технических наук, профессор, президент; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 449402; ORCID: 0000-0001-7669-713X, Scopus: 6506608557; President@mgsu.ru;

Владимир Миронович Ройтман — доктор технических наук, профессор; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 585005; RoytmanVM@mgsu.ru.

REFERENCES

1. Telichenko V.I. Complex safety of building. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2010; 4-1:10-17. (rus.).
2. Telichenko V.I., Roitman V.M., Slesarev M. Yu., Scherbina E.V. *The basics of integrated construction safety : monograph*. Moscow, Publ. DIA, 2011; 168. (rus.).
3. Telichenko V.I., Roytman V.M. Assurance of resistance of buildings and structures to special complex impacts inclusive of fires as the basic element of the system of comprehensive safety. Improvement of safety of buildings and structures in the course of construction and maintenance. *Building Accident Prevention: A Collection of Scientific Papers*. Moscow, 2010; 9:15-29. (rus.).
4. Telichenko V.I., Teterin I.M., Roitman V.M., Serkov B.B. Safety culture is the fulcrum of the strategy for ensuring the safety of life facilities. *Safety Culture in the Modern World. Materials of an interdisciplinary scientific and practical conference with international participation*. Moscow, Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, 2013; 69-74. (rus.).
5. Telichenko V.I., Potapov A.D., Slesarev M. Yu., Shcherbina E.V. *Ecological safety of construction*. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 2009; 312. (rus.).
6. Telichenko V.I., Slesarev M. Yu., Stoykov V.F. *Environmental management of construction. Environmental monitoring: a textbook for university students*. Moscow, ASV Publ., 2005; 328. (rus.).
7. Telichenko V.I. *Quality management of construction products: Technical regulation of safety and quality in construction: a textbook for university students*. Moscow, ASV Publ., 2003; 512. (rus.).
8. Telichenko V.I., Malykha G.G., Pavlov A.S. *The environmental impact of construction projects*. Moscow, Architecture-S Publ., 2009; 263. (rus.).
9. Telichenko V.I., Benuzh A.A. Review and classification of rating systems for certification of buildings and structures. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture*. 2013; 31-1(50):239-243. (rus.).
10. Telichenko V.I., Benuzh A.A. Improving the principles of sustainable development on the basis of experience of “green” standards application in the construction of Olympic facilities in Sochi. *Industrial and Civil Engineering*. 2014; 10:40-43. (rus.).
11. Telichenko V., Benuzh A. Selection of the most appropriate and energy-efficient scheme for Russia between BREEAM and LEED. *Advanced Materials Research*. 2014; 1065-1069:2169-2172. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1065-1069.2169
12. Roitman V.M. *Fire resistance assessment of building structures on the basis of kinetic ideas about the behavior of materials in fire conditions : dissertation of Dr. tech. sciences*. Moscow, 1985; 412. (rus.).
13. Roitman V.M. *Engineering solutions for assessing the fire resistance of designed and reconstructed buildings*. Moscow, Fire Safety and Science Association Publ., 2001; 382. (rus.).
14. Roitman V.V., Pasman H.J., Lukashevich I.E. The concept of evaluation of building resistance against combined hazardous effects “Impact-Explosion-Fire” after Aircraft Crash. *Fire and Explosion Hazards: Proceedings of the Fourth International Seminar, Londonderry, NI, UK*. 2003; 283-293.
15. Roitman V.M. *Fundamentals of fire safety of high-rise buildings*. Moscow, MGSU Publ., 2009; 99. (rus.).
16. Roitman V.M., Serkov B.B., Shevkunenko Yu.G., Sivenkov A.B., Barinova E.L., Prystupuk D.N. *Buildings, structures and their resistance to fire: textbook*. Ed. by V.M. Roitman. 2nd ed., revised and suppl. rev. Moscow, Academy of state fire service of EMERCOM of Russia, 2012; 366. (rus.).
17. Roitman V.M. On the mechanism of progressive collapse of the high-rise building WTC-7 during events of 11 September 2001 in New-York. *Fire and Explosion Safety*. 2015; 24(10):37-44. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.10.37-44 (rus.).

18. Grozdov V.T. *Technical inspection of building structures of buildings and co-weapons*. St. Petersburg, Publishing House KN +, 2001; 140. (rus.).
19. Dobromyslov A.N. *Diagnosis of damage to buildings and engineering structures*. Moscow, ASV Publ., 2006; 256. (rus.).
20. Bedov A.I., Znamensky V.V., Gabitov A.I. *Assessment of the technical condition, restoration and strengthening of the foundations and building structures of operated buildings and structures. In 2 parts. Part 1. Assessment of the technical condition of foundations and building structures of operated buildings and structures : textbook*. Ed. A.I. Bedova. Moscow, ASV Publ., 2014; 703. (rus.).
21. Afanasyev A.A., Matveev E.P. *Reconstruction of residential buildings. Part I. Technologies for restoring the operational reliability of residential buildings*. Moscow, 2008; 234. (rus.).
22. Starishko I.N. Influence of exploitative conditions on the carrying capacity of reinforced concrete construction in normal and inclined section. *Industrial and Civil Engineering*. 2012; 1:49-51. (rus.).
23. Mohsen A.S., Mohammad A.B., Mohammad G.B. Effect of longitudinal rebar corrosion on the compressive strength reduction of concrete in reinforced concrete structure. *Advances in Structural Engineering*. 2016; 19(6):897-907. DOI: 10.1177/1369433216630367

Received October 7, 2019.

Adopted in a revised form on November 12, 2019.

Approved for publication December 29, 2019.

B I O N O T E S : **Valery I. Telichenko** — Doctor of Technical Sciences, Professor, President; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 449402; ORCID: 0000-0001-7669-713X, Scopus: 6506608557; President@mgsu.ru;

Vladimir M. Roitman — Doctor of Technical Sciences, Professor; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 585005; RoitmanVM@mgsu.ru.