

DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-2-17-22

Лапина А.П. *, ассистент,
Пономаренко А.В.,
Шенцова К.В.,
Котесова А.А., кандидат технических наук, доцент,
Донской государственный технический университет, Россия
*Ответственный автор E-mail: anastasia1apina7@gmail.com

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация: в статье рассматриваются основные причины аварий зданий и сооружений, произошедших из-за ошибок, допущенных на различных этапах их жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация). Изложен краткий анализ аварий, произошедших с 2010 по 2017 годы в Российской Федерации. Изучение причин аварий дает возможность лучше разобраться в закономерностях работы конструкций, зданий и сооружений, выявить ошибки, которые приводит к чрезвычайным ситуациям. К таким ошибкам можно отнести: низкое качество строительно-монтажных работ, отступление от проекта при возведении зданий и сооружений, применение материалов ненадлежащего качества, перегрузка несущих конструкций при эксплуатации. Также, к причинам аварий можно отнести неполноценные инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания оснований. Анализ аварий показал, что последние несколько лет нет тенденции к уменьшению количества аварий зданий и сооружений, что говорит о недостаточном количестве мероприятий по их предотвращению. В статье авторами рассматриваются примеры аварий в строительстве, произошедших из-за основных причин, и способы предотвращения аварий в будущем.

Ключевые слова: авария, строительство, проектирование, анализ, статистика, обрушение, чрезвычайная ситуация

Введение

В настоящее время во многих странах строительная отрасль оснащается новыми технологически усовершенствованными приборами, механизмами и технологиями, а также используются современные программные комплексы расчета. Несмотря на это, динамика аварийных случаев в промышленных и гражданских зданиях не только не снижается, а иногда и увеличивается [1].

За последние годы средства массовой информации предоставили достаточно много сведений о чрезвычайных ситуациях, поэтому можно провести анализ причин аварий с достаточно высокой степенью достоверности. На рис. 1 представлены сведения о пострадавших и погибших в результате аварий на территории РФ в период с 2010 по 2017 год по данным МЧС России.

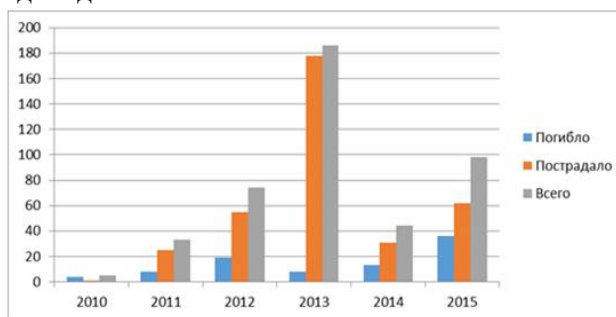


Рис. 1. Количество зарегистрированных погибших и пострадавших в авариях, произошедших на территории РФ за период с 2010 по 2017 год

Fig. 1. Number of registered deaths and casualties in accidents in the territory of the Russian Federation for the period from 2010 to 2017

Методы и материалы

Анализ приведенных данных показал, что количество погибших и пострадавших в результате аварий за рассматриваемый период не уменьшается, а наоборот возрастает, что говорит о непринятии соответствующих мер по предупреждению аварий в строительстве [2].

Аварии в строительстве могут происходить из-за ошибок, совершенных на каждом этапе жизненного цикла здания или сооружения: от проектирования до эксплуатации.

Главными причинами аварий на протяжении многих лет являются [3]:

1. Ошибки на этапе проектирования.

На рис. 2 приведены основные ошибки на этапе проектирования:

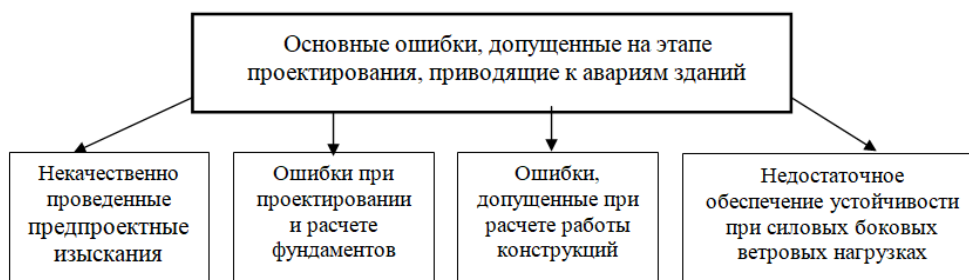


Рис. 2. Основные ошибки, допущенные на этапе проектирования

Fig. 2. The main mistakes made at the design stage

В феврале 2010 года произошло обрушение металлоконструкций крыши и стен недостроенного спорткомплекса Полтавского технического университета имени Кондратюка. К счастью, обошлось без жертв. Согласно проекту, авторами которого являлись преподаватели архитектурного и строительного факультета университета, спортивный зал предусматривал баскетбольную и волейбольную площадки, а также зал для мини-футбола и четыре теннисных корта. Вместимость спорткомплекса – 1500 человек. В результате аварии, разрушена металлическая крыша на площади 1200 м², повреждены металлические элементы стен, остекление. Результаты экспертизы подтвердили, что на этапе проектирования не были полностью учтены нагрузки на металлические конструкции покрытия, в результате чего рухнула крыша и стены.

К причинам ошибок на стадии проектирования, которые приводят к авариям, может быть отнесен и человеческий фактор. Например, некомпетентность проектировщика и отсутствие у него опыта проектирования сложных конструкций; недостаточные инженерно-геологические и геодезические изыскания; пренебрежение проверкой расчета конструкций, произведенных в специализированных программных комплексах.

Примером аварии, произошедшей из-за человеческого фактора, является обрушение жилого дома в Италии (1999 год), погибли 67 человек. В результате работы экспертов выяснилось, что причиной трагедии стали не только многочисленные ошибки строительства, но и возведение дома в обводненном грунте без проведения соответствующих защитных мероприятий.

Таким образом, можно сделать вывод, что во избежание ошибок на стадии проектирования необходимо [4]:

- иметь полную информацию о проведенных предпроектных изысканиях;
- принимать во внимание личную ответственность участников процесса проектирования;
- обеспечить строгую и независимую экспертизу проекта строительства;
- использовать в проекте современные строительные материалы и конструкции.

Результаты и обсуждения

На рис. 3 представлена диаграмма распределения аварий по этапам жизненного цикла объекта.

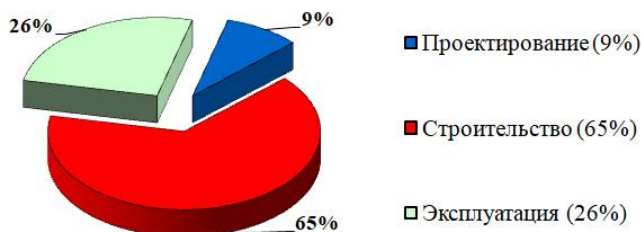


Рис. 3. Диаграмма распределения аварий по этапам жизненного цикла объекта

Fig. 3. Accident distribution diagram for the stages of the object life cycle

Поскольку, 65% аварий происходит из-за ошибок, допущенных на стадии «строительство» (рис. 3), то необходимо очень тщательно проанализировать их, чтобы максимально сократить количество аварий на этом этапе.

2. Аварии из-за ошибок на этапе строительства.

На рис. 4 приведены основные ошибки на этапе проектирования:

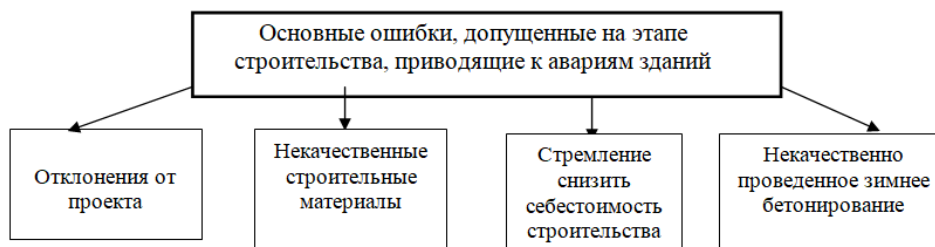


Рис. 4. Основные ошибки, допущенные на этапе строительства

Fig. 4. Main mistakes made during the construction phase

13 ноября 2017 года, в городе Саранск при строительстве многоэтажного дома произошло обрушение лестничных пролетов с 6 по 2 этажи, в результате погибли трое рабочих (рис. 5). По факту обрушения возбуждено уголовное дело по части 3 статьи 216 УК РФ (нарушение правил безопасности при ведении строительных работ). На данный момент следствие продолжается. Однако, основной версией является то обстоятельство, что на нижних этажах стены были возведены с использованием уровня, а на верхних - наблюдалось отклонение от вертикали. Образовался «купол», при котором лестничный марш не мог удержаться в проектном положении [5].



Рис. 5. Обрушение лестничного марша в г. Саранск

Fig. 5. Collapse of the stairs flight in Saransk

Согласно статистическим данным, 20% аварий на стадии строительства происходят из-за низкого качества строительных материалов. Статья 52 Градостроительного кодекса и Статьи 34 и 38 Технического регламента о безопасности зданий и сооружений предусматривают обязательный входной контроль качества строительных материалов. Однако, к сожалению, не все компании готовы производить такой контроль объективно и существенно, а не формально, делая пометки в журнале входного контроля качества.

В городе Краснодар 31 июля 2013 года произошло продавливание днища чаши бассейна и ее последующее разрушение, а также розлив воды. Согласно официальной версии причиной этому происшествию была ошибка проектирования. Однако, по некоторым данным причиной могла быть ошибка при строительстве, а именно, использование более дешевых и менее качественных анкерных болтов, вместо тех, что были предусмотрены проектом [6].

Для того, чтобы аварии не происходили из-за ошибок на стадии строительства необходимо:

- обеспечить взаимосвязь работы проектировщиков и строителей;
- осуществлять технический надзор и контроль качества при монтаже конструкций;
- четко соблюдать правила монтажа конструкций;
- использовать только строительные материалы и конструкции, утвержденные проектом;
- не допускать замену материалов конструкций или их отдельных частей без санкции проектной организации.

3. Аварии из-за ошибок на стадии эксплуатации [7].

На рис. 6 приведены основные ошибки на этапе проектирования:

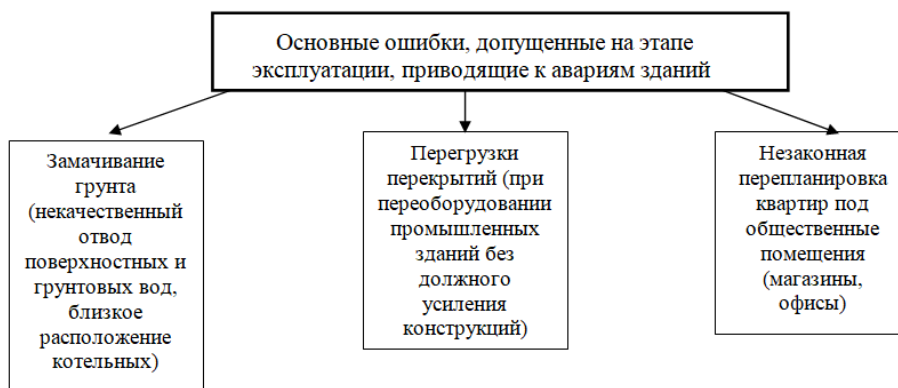


Рис. 6. Основные ошибки, допущенные на этапе эксплуатации

Fig. 6. Main mistakes made during the operation phase

В Санкт-Петербурге 25 января 2011 года произошло обрушение крыши гипермаркета «О'КЕЙ» (рис. 7). В проекте был выполнен расчёт на нормативные снеговые нагрузки – 100 кгс/м^2 , предельная составила – 140 кгс/м^2 , а в действительности фактическая нагрузка достигла около 180 кгс/м^2 , что и привело к обрушению. Официальной версией произошедшего стала неправильная эксплуатация объекта: снег на крыше с начала снегопадов не убирался, а дальнейшая попытка расчистить кровлю была неудачной. Она вызвала динамические нагрузки и впоследствии резонанс из-за хождения рабочих по перегруженной снегом крыше, что и привело к её обрушению.



Рис.7. Обрушение кровли гипермаркета «О'КЕЙ», г. Санкт-Петербург

Fig.7. Collapse of the O'KEY hypermarket roof, St. Petersburg

На сегодняшний день актуальна проблема незаконной перепланировки жилых квартир, расположенных на 1 этаже, под общественные помещения (магазины, офисы). При этом, владельцы далеко не всегда получают разрешение Межведомственной комиссии или жилищной инспекции [8].

Например, 30 января 2011 года обрушился целый подъезд четырехэтажного жилого дома в Ярославле. При перепланировке квартиры на первом этаже под офис по указанию предпринимателя были снесены две несущие конструкции. Сначала в квартирах жильцов появились трещины, а чуть позже, в вечернее время, произошло обрушение пролетных строений (рис. 8). Под завалами погибла пожилая женщина.



Рис. 8. Обрушение подъезда в г. Ярославле в результате незаконной перепланировки

Fig. 8. Collapse of the entrance in Yaroslavl as a result of illegal redevelopment

Однако практика показывает, что часто причиной аварии становятся ошибки не только на одном этапе жизненного цикла объекта. Проектные ошибки, отступление от проектных решений и грубое нарушение требований нормативных документов на этапе строительства, а на этапе эксплуатации – грубые нарушения правил технической эксплуатации зданий и сооружений – стандартная цепочка проблем, приводящих к авариям.

Наиболее известный пример этому – «Трансвааль-парк» [9], г. Москва. 14 февраля 2004 года обрушился железобетонный купол над бассейном и водными аттракционами. В здании комплекса, в плане представляющем собой сектор круга площадью 4500м² и перекрытым монолитной ребристой железобетонной оболочкой, обрушилось более 4000м² покрытия. Обрушение носило лавинообразный характер. Первой потеряла устойчивость колонна, поддерживающая опорный контур оболочки по оси, вслед за ней упали остальные колонны, которые поддерживали примерно половину длины опорного контура. Одновременно с колоннами рухнули контур и вся оболочка. Трещины сопровождалась вибрацией, прошедшей как по оболочке, так и по всему зданию. А также осыпью в помещение аквапарка, увлекавшей за собой всю массу кровли. Время обрушения – 30-40 секунд. Под завалами оказались сотни людей. В результате погибли 28 человек, более ста оказались в больницах с тяжелыми травмами. Причинами явились низкое качеством строительства и эксплуатации возведенного здания, просчеты проектирования.

Выводы

На рис. 9 представлены сведения об авариях в промышленных и гражданских зданиях в периоды их строительства и эксплуатации на территории РФ по данным МЧС России за период с 2010 по 2017 г.

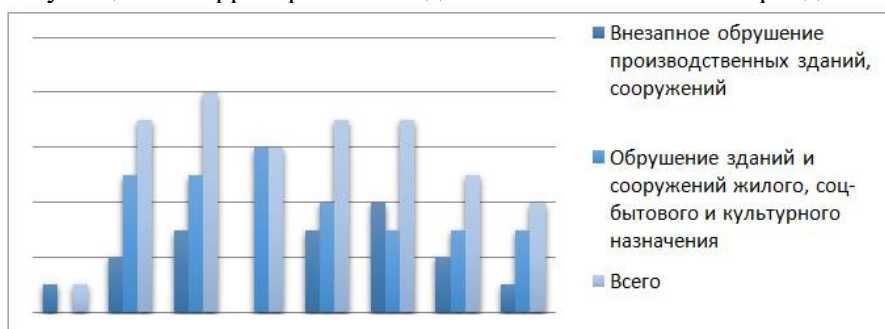


Рис. 9. Количество зарегистрированных аварий, произошедших на территории РФ за период с 2010 по 2017 год

Fig. 9. Number of recorded accidents on the territory of the Russian Federation for the period from 2010 to 2017

Анализ этих данных показал, что динамика аварийных случаев зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения за последние семь лет не имеет четкой тенденции к снижению, что говорит о недостаточности мероприятий по предотвращению аварий. Необходимо провести тщательный анализ истинных причин произошедших аварий, чтобы выработать методы устранения и предупреждения ошибок на каждом этапе жизненного цикла строительного объекта для снижения количества жертв и увеличения сроков службы здания.

Литература

1. Добромислов А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций. 2-е изд. М.: Издательство АСВ, 2007. 208 с.
2. Леденев В.В. Аварии в строительстве. Т. 1. Причины аварий зданий и сооружений. Тамбов: 2014. 209 с.
3. Добромислов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам // Справочное пособие. М.: Издательство АСВ, 2008. 72 с.
4. Седегова Л.Н. Особенности строительства гражданских зданий в сложившейся городской застройке // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1698
5. Скачков С.В., Луптаков Р.И. Использование требований норм для расчета на прогрессирующее обрушение стальных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2017. №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_80_skachkov_luptakov.pdf_c1db5e99ec.pdf
6. Работников А.И., Михайлов А.А., Кованев Б.М., Мосяк В.И. Предупреждение деформаций и аварий зданий и сооружений. Киев: Будівельник, 1984. 120 с.

7. Chai H. Yoo, Sung C. Lee. Stability of structures Principles and Applications. Oxford: Elsevier, 2011. 529 с.
8. Миненко А.А. Методика комплексного анализа причин аварий строительных объектов на различных фазах жизненного цикла. Ростов-на-Дону: РГСУ, 2010. 53 с.

References

1. Dobromyslov A.N. Oshibki proektirovaniya stroitel'nyh konstrukcij. 2-e izd. M.: Izdatel'stvo ASV, 2007. 208 p. (rus.)
2. Ledenev V.V. Avarii v stroitel'stve. T. 1. Prichiny avarij zdaniy i sooruzhenij. Tambov: 2014. 209 p. (rus.)
3. Dobromyslov A.N. Ocenka nadezhnosti zdaniy i sooruzhenij po vneshnim priznakam. Spravochnoe posobie. M.: Izdatel'stvo ASV, 2008. 72 p. (rus.)
4. Sedegova L.N. Osobennosti stroitel'stva grazhdanskih zdaniy v slozhivshejsya gorodskoj zastrojke. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1698 (rus.)
5. Skachkov S.V., Luptakov R.I. Ispol'zovanie trebovanij norm dlya rascheta na progressiruyushchee obrushenie stal'nyh konstrukcij. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. 2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_80_skachkov_luptakov.pdf_c1db5e99ec.pdf (rus.)
6. Rabotnikov A.I., Mihajlov A.A., Kovanev B.M., Mosyak V.I. Preduprezhdenie deformacij i avarij zdaniy i sooruzhenij. Kiev: Budivel'nik, 1984. 120 p. (rus.)
7. Chai H. Yoo, Sung C. Lee. Stability of structures Principles and Applications. Oxford: Elsevier, 2011. 529 p.
8. Миненко А.А. Методика комплексного анализа причин аварий строительных объектов на различных фазах жизненного цикла. Ростов-на-Дону: РГСУ, 2010. 53 p. (rus.)

*Lapina A.P. *, Assistant,
Ponomarenko A.V.,
Shentsova K.V.,*

*Kotesova A.A., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Don State Technical University, Russia*

*Corresponding author E-mail: anastasiapina7@gmail.com

ANALYSIS OF THE CAUSES OF ACCIDENTS AT DIFFERENT STAGES OF LIFE CYCLE OF THE CONSTRUCTION OBJECT

Abstract: the article deals with the main causes of accidents of buildings and structures that occurred due to errors made at different stages of their life cycle (design, construction, operation). A brief analysis of the accidents that occurred from 2010 to 2017 in the Russian Federation is presented. The study of the causes of accidents makes it possible to understand better the laws of structures, buildings and structures, to identify errors that lead to emergencies. Such errors include: low quality of construction and installation works, deviation from the project in the construction of buildings and structures, the use of materials of inadequate quality, overload of load-bearing structures during operation. Also, the causes of accidents include defective engineering-geological and hydrogeological studies of the grounds. Analysis of accidents showed that the last few years there is no tendency to reduce the number of accidents of buildings and structures, which indicates an insufficient number of measures to prevent them. In the article the authors consider the examples of accidents in construction, which occurred due to the main reasons, and ways to prevent accidents in the future.

Keywords: accident, construction, design, analysis, statistics, collapse, emergency situation

Для цитирования: Лапина А.П., Пономаренко А.В., Шенцова К.В., Котесова А.А. Анализ причин аварий на разных этапах жизненного цикла объекта строительства // Строительные материалы и изделия. 2019. Том 2. №2. С. 17 – 22. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-2-17-22

For citation: Lapina A.P., Ponomarenko A.V., Shentsova K.V., Kotesova A.A. Analysis of the causes of accidents at different stages of the life cycle of the construction object. Construction Materials and Products. 2019. 2 (2). P. 17 – 22. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-2-17-22

Поступила в редакцию 7 января 2019 г.
Принята в доработанном виде 7 марта 2019 г.
Одобрена для публикации 10 апреля 2019 г.

Received: January 7, 2019.
Revised: March 7, 2019.
Accepted: April 10, 2019.