

УДК 614.8.084

DOI: 10.30838/P.СММ.2415.250918.266.165

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ДИДЕНКО Л. М.^{1*}, к.т.н., проф.

^{1*} Кафедра реконструкции и управления в строительстве, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днепр, Украина, 49600, тел.+38 (067) 769-62-06, e-mail: didenko.leon@gmail.com, ORCIDID: 0000 0002 – 6885 - 3144

Цель. Повышение качества разрабатываемой проектной документации на строительство, ремонт или реконструкцию зданий и сооружений. **Методика.** В статье использован комплекс методов исследований: анализ литературных источников; статистический метод обработки информации; аналитический метод определения расчетных параметров элементов конструкций каркаса, фотоанализ. **Результаты.** Правильно организованная и внедренная эффективная система контроля качества прохождения проектной документации будет способствовать дальнейшему снижению количества аварий зданий и сооружений при их возведении, ремонтах и эксплуатации. **Научная новизна.** Получены статистические данные по авариям в Украине и выявлены основные параметры и характер разрушения конструкций при ошибках в проектах. **Практическая значимость.** Даны рекомендации по прохождению специальных этапов разрабатываемой проектной документации, эффективной системы контроля для улучшения ее качественных показателей.

Ключевые слова: авария; металлические конструкции; проектная документация; нормативные документы; обследование; причины

АНАЛІЗ ПРИЧИН АВАРІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

ДІДЕНКО Л. М.^{1*}, к.т.н., проф.

^{1*} Кафедра реконструкції і управління в будівництві, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпро, Україна, 49600, тел.+38 (067) 769-62-06, e-mail: didenko.leon@gmail.com, ORCIDID: 0000 0002 - 6885 - 3144

Мета. Підвищення якості розробленої проектної документації на будівництво, ремонт або реконструкцію будівель і споруд. **Методика.** У статті використано комплекс методів досліджень: аналіз літературних джерел; статистичний метод обробки інформації; аналітичний метод визначення розрахункових параметрів елементів конструкцій каркасу, фотоаналізу. **Результати.** Правильно організована і впроваджена ефективна система контролю якості проходження проектної документації буде сприяти подальшому зниженню кількості аварій будівель і споруд при їх зведенні, ремонтах і експлуатації. **Наукова новизна.** Отримано статистичні дані по аваріях в Україні та виявлено основні параметри і характер руйнування конструкцій при помилках у проектах. **Практична значимість.** Дано рекомендації щодо проходження спеціальних етапів розробки проектної документації, ефективною системи контролю для поліпшення її якісних показників.

Ключові слова: аварія; металеві конструкції; проектна документація; нормативні документи; обстеження, причини

ANALYSIS OF CAUSES OF ACCIDENTS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

DIDENKO L. M.^{1*}, Ph.D. (Tech.), Prof.

^{1*} Department of reconstruction and management in building, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (067) 769-62-06, e-mail: didenko.leon@gmail.com, ORCIDID: 0000 0002 – 6885 - 3144

Purpose. Improving the quality of the developed project documentation for the construction, repair or reconstruction of buildings and structures. **Method.** The article used a set of research methods: an analysis of literary sources; statistical method of information processing; analytical method for determining the design parameters of the elements of the framework, photoanalysis. **Results.** Properly organized and implemented an effective quality control system for the passage of project documentation will further reduce the number of accidents of buildings and structures during their construction, repairs and operation. **Scientific novelty.** Statistical data on accidents in Ukraine were obtained and the main parameters and the nature of the destruction of structures in case of errors in the projects were identified. **Practical significance.** Recommendations on the passage of special stages of the developed project documentation, an effective control system to improve its quality indicators are given.

Keywords: failure; metallic constructions; project documentation; normative documents; inspection, reasons

Постановка проблемы

Аварии гражданских и производственных зданий происходят не только в нашей стране, но и в других странах при их строительстве и эксплуатации.

Статистические данные за последние 5 лет свидетельствуют, что количество аварий различных как по масштабу, так и по характеру, сопровождаются разрушениями зданий и сооружений, и гибель людей при этом не снижается.

Экономический кризис, политическая дестабилизация в нашей стране способствуют не только увеличению происходящих аварий зданий и сооружений, но и тяжести их разрушений.

Характерно, что аварии зданий и сооружений происходили и происходят не только в ранние периоды (70-е и 80-е годы) и в настоящее время, но надо полагать, что мы не застрахованы от их возникновения и в последующем.

Анализируя данные о произошедших авариях можно заключить, что обрушения прямо или косвенно связаны с несоблюдением требований норм и правил строительной практики.

Уроки строительных аварий доказывают, что обрушения зданий и сооружений происходят из-за совокупности грубых человеческих ошибок при проектировании, возведении или эксплуатации объектов [5].

Формулировка цели статьи

Дать предложения по повышению качества разрабатываемой проектной документации на строительство, ремонт или реконструкцию зданий и сооружений.

Изложение основного материала

Если расчет сооружения выполнен в целом по нормам, то это еще не значит, что риск аварии полностью исключен. Вне поля зрения остались ошибки людей, как при проектировании, так и во время строительно-монтажных работ. Многочисленные аварии показывают, что эти ошибки проявляются с большей частотой, чем отклонения фактической прочности используемых строительных материалов или нагрузок от расчетных значений.

Основными причинами появления дефектов и повреждений строительных конструкций, которые в дальнейшем приводят к авариям зданий, являются :

- отклонение от проектных решений при выполнении строительно-монтажных работ;
- нарушения правил технической эксплуатации зданий и сооружений;
- низкое качество материалов и изготовленных конструкций, используемых при выполнении работ по строительству, ремонту или реконструкции объектов;
- некачественное изготовление конструкций;

- ошибки на стадии проектирования;
- не выполнение требований безопасности по прохождению проектной документации перед принятием решения по реконструкции, ремонту и ликвидации объектов.

Наибольшее количество аварий связано с: нарушением правил технической эксплуатации зданий и требований нормативных документов, а также отступление от проектов при выполнении строительно-монтажных работ, доля которых составляет до 50 - 60 %; нарушением технологии выполнения работ при производстве монтажных и демонтажных работ (особенно в условиях действующих производств) – до 11 - 15 %; низким качеством материалов и некачественным изготовлением конструкций – до 5 - 10 %.

Важным моментом, как показывает анализ, за последние годы происходят аварии в связи с низким качеством разрабатываемых рабочих проектов и проектной документации на производство работ. Весомость аварий, где одними из причин являются качество разрабатываемых проектов, возросло с 5 – 6 % до 9 – 12 %, что свидетельствует о значительном влиянии человеческого фактора не только при возведении или эксплуатации объекта, но и при проектировании, где допускаются определенная совокупность грубых человеческих ошибок. Это связано со значительным сокращением проектных институтов, выполняемых ими объемов проектных работ, уменьшением кадрового состава (привлечением к работам только на период появления заказов), отсутствие обучения и передачи опыта молодым специалистам и, как следствие, падением уровня подготовки специалистов - проектировщиков. Такая форма организации труда, отсутствие мероприятий по повышению квалификации проектантов и методы выполнения проектных работ в значительной степени снижают качество проектных разработок и проявлению грубых ошибок.

В качестве аргумента можно привести пример обрушения кровельного покрытия складского помещения для временного хранения произведенных бутылированных безалкогольных напитков в г. Киев. Здание склада одноэтажное, прямоугольное в плане с размерами 37,4 x 90,0 м. (рис.1).

В поперечном направлении имеет два пролета по 18,7 м каждый, шаг колонн у торцов здания 3 м, в остальной части - 12,0 м.

Отметка верха колонн крайних рядов составляет 12,00 м, средних рядов - 13,875 м. (Рис. 2)

ОпираНИЕ колонн на фундаменты запроектировано жестким. ОпираНИЕ подстропильных балок, ригелей рам и стропильных балок на колонны шарнирное.

Проектом предусмотрены вертикальные связи по двухветвевым колоннам в каждом ряду колонн в продольно направлении и по торцам здания в поперечном направлении.

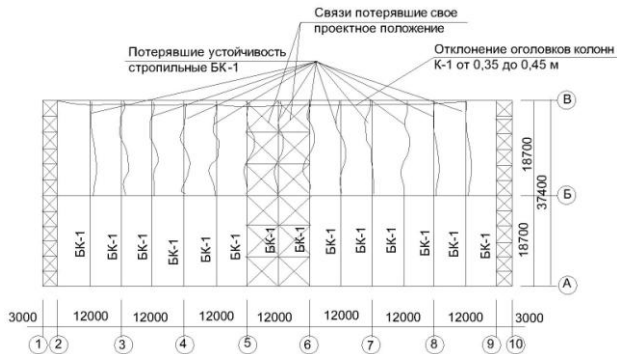


Рис. 1. План складского здания с указанием конструкций, которые пострадали во время произошедшей аварии / The plan of the warehouse building with an indication of the structures that were damaged during the accident that occurred

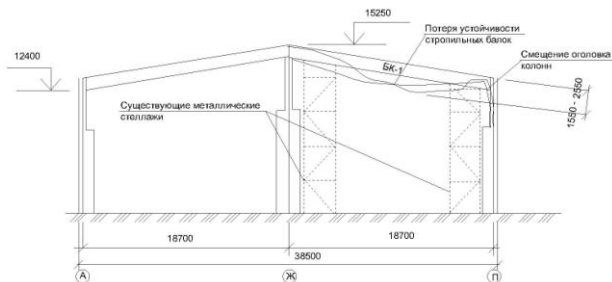


Рис. 2. Схема обрушения стропильных балок с опиранием их на существующие стеллажи / The scheme of collapse of rafter beams with their support on existing racks

Ригели покрытия и стропильные балки установлены с шагом 3,0 м, и 6,0 м с опиранием на колонны каркаса и подстропильные балки.

По покрытию запроектированы поперечные горизонтальные связи по осям 1 - 2, 5 - 6, 9 - 10 сооружения.

Колонны каркаса запроектированы двухветевыми.

Подстропильные балки запроектированы сварными. Ригели покрытия запроектированы из прокатных двутавров.

Здание склада встроено между двумя производственными корпусами, возведенных ранее.

Балки в составе поперечных рам по осям 3, 4, 5, 6, 7, 8 и стропильные балки БК-1, БК-1а потеряли устойчивость в средней части пролета и при обрушении зависли на находящихся в пролете стеллажах. В результате потери устойчивости стенки двутавровых стропильных балок, произошел значительный прогиб с сопровождающимся кручением (рис. 3).

В связи с обрушением ригелей рам и стропильных балок произошло разрушение в узлах крепления ригелей и балок к подстропильным балкам, которые в результате возникшего дополнительного изгибающего момента отклонились от вертикали в районе оси П (рис. 4, 5), а также смещение верхней части ветвей крайних колонн внутрь пролета.

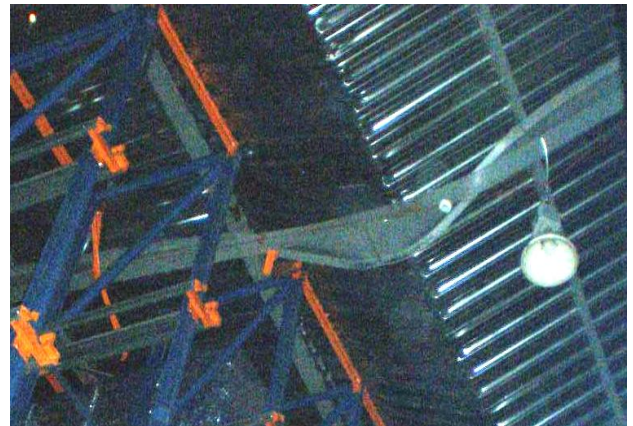


Рис. 3. Прогиб стропильной балки с кручением / Deflection of truss beam with torsion



Рис. 4. Отклонение от вертикали колонн крайнего ряда / The deviation from the vertical columns of the last row



Рис. 5. Отклонение от вертикали колонн / Deviation from vertical columns

В узлах крепления ригелей и стропильных балок к подстропильным балкам (как по оси П, так и по оси Ж) произошел обрыв болтовых соединений и после-

дующая деформация торцевой накладки из полосы толщиной 12 мм (рис. 6).



Рис. 6. Состояние узла крепления балок крайнего ряда к подстропильной балке / The state of the attachment of the beams of the outermost row to the sub-rafter beam

Прогоны кровли и связи в пролете Ж-П также деформированы и имеют прогиб внутрь пролета.

Практически по всей площади пролета пристройки (оси Ж-П) наблюдается проседание кровельного покрытия совместно с несущими конструкциями (рис. 7).

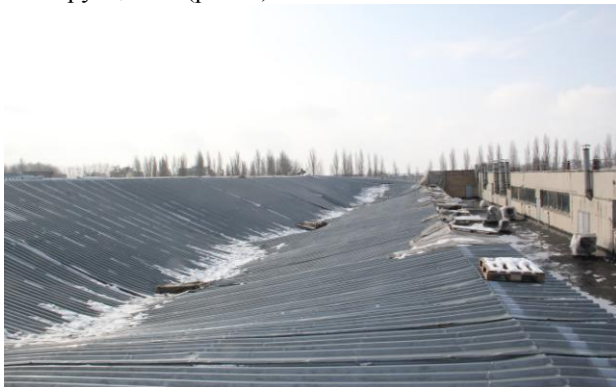


Рис. 7. Проседание кровельного покрытия совместно с несущими конструкциями / Sinking roofing together with bearing structures

В результате значительного прогиба в центре пролета Ж-П в местах соединения стропильных балок и подстропильных ферм к оголовкам колонн произошло отклонение от вертикали как колонн крайнего ряда, так и подстропильных балок.

Учитывая, что в производственных зданиях, для которых характерны протяженные пролеты, снеговая нагрузка является одним из решающих факторов надежности конструкций покрытия, были определены нормативные нагрузки действовавшие на 1 м² покрытия и допускаемые напряжения и прогибы в средней части стропильных балок покрытия, выполненные из прокатного двутавра №45.

Проверочные расчеты показали, что фактические напряжения в стропильных балках превышают нормативные в 1,7 раза, а прогибы – в 2,65 раза.

Таким образом, на стадии проектирования были допущены ошибки, а именно: заложенные в проекте сечение ригелей рам и стропильных балок из двутавра №45 не отвечали требованиям действующим строительным нормам [9], как по прочности, так и по допускаемому прогибу.

Причиной аварии является потеря устойчивости ригелей рам и стропильных балок в результате грубой ошибки допущенных при разработке чертежей проекта, выполненный ООО «МЕЧТА БУДМОНТАЖ».

Произошедшая авария заставляет еще раз обратить внимание на проблему обеспечения безопасности зданий и сооружений и необходимость комплексного подхода в рамках выполнения экспертизы промышленной безопасности по прохождению проектной документации, а также ответственности проектировщиков и ужесточения приемочного контроля, как при строительстве, так и при вводе в эксплуатацию объектов.

Выводы

1. Количество произошедших аварий зданий и сооружений на стадии их строительства, реконструкции, ремонта и эксплуатации по-прежнему не снижается.

2. За последние годы весомость аварий зданий и сооружений, где основной причиной является (ошибки в разработанной проектной документации) снижение качества разрабатываемой проектной документации возросло.

3. Для повышения качества разрабатываемой проектной документации необходимо:

- ужесточить прохождение экспертизы разрабатываемых проектов как на стадии проектных или конструктивных решений, так и технологических;
- повысить качество подготовки проектировщиков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гарькин И. Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч. конф. - г. Санкт-Петербург, 2011.- СПб.: Реноме.- С. 27-29.
2. Гарькин И. Н. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода / И. Н. Гарькин, И. А. Гарькина // Альманах современной науки и образования. - Тамбов: Грамота, 2014. № 5-6 (84). - С. 48-50.
3. Гарькина И. А. Оценка качества систем с иерархической структурой / И. А. Гарькина, А. М. Данилов // Альманах современной науки и образования. - Тамбов: Грамота, 2013. № 6 (73). С. - 46-48.

4. Данилов А. М. Сложные системы: идентификация, синтез, управление: монография / А. М. Данилов, И. А. Гарькина. - Пенза: ПГУАС, 2011. - 308 с.
5. Ерёмин К. И. Обзор аварий зданий и сооружений, произошедших в 2010 году / К. И. Ерёмин, Н. А. Шишкина // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сборник научных трудов. - Магнитогорск: ООО "Велд", 2011. - С. 1-20.
6. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних клнструкцій та основ : ДБН В.1.2-14-2009 / Мінрегіонбуд України. - Київ, 2009
7. Кузьмишкин А. А. Обследование дымовых промышленных труб / А. А. Кузьмишкин, И. Н. Гарькин // Молодой ученый. 2014. № 1. - С. 94-95.
8. Модификация метода ПАТТЕРН к решению архитектурно-строительных задач / Скачков Ю. П., Данилов А. М., Гарькина И. А. // Региональная архитектура и строительство. - 2011. - № 1 (10). - С. 4-9.
9. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования : ДБН В.1.2-2:2006 / Минстрой Украины. Киев, 2006.
10. О безопасности сооружений / Никонов Н. Н., Мельчаков А. П., Рудин В. Н. // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. - № 4
11. Пічугін С. Ф. Аналіз аварій у будівництві / С. Ф. Пічугін, Л. А. Дмитренко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - 2016. - Вип. 61. - С. 331 - 338.
12. Технические аспекты аварии покрытия бассейна / А. В. Калугин, В. А. Полиномов, В. В. Коркодинов, Л. П. Абашева, Б. И. Десятов // Промышленное и гражданское строительство. - 2011. - № 7(2). - С. 12-14.
13. ISO 2394:2015 General principles on reliability for structures (Загальні принципи забезпечення надійності)

REFERENCES

1. Garkin I.N. *Analiz prichin obrusheniy promyshlennyykh zdaniy* [Analysis of the causes of the collapse of industrial buildings]. *Tekhnicheskie nauki: problemy i perspektivy: materialy mezhdunar. nauch. konf.* [Technical Sciences: Problems and Prospects: Materials of the Intern. scientific conf.]. St. Petersburg, 2011. - SPb.: Renome, pp. 27-29. (in Russian).
 2. Garkin I.N., Garkina I.A. *Analiz prichin obrusheniya stroitelnykh konstruksiy promyshlennyykh zdaniy s pozitsiy sistemnogo podhoda* [Analysis of the causes of the collapse of the building structures of industrial buildings from the standpoint of a systematic approach]. *Almanah sovremennoy nauki i obrazovaniya*. [Almanac of Modern Science and Education]. Tambov: Diploma, 2014. vol. 5-6 (84), pp. 48-50. (in Russian).
 3. Garkina I.A., Danilov A.M. *Otsenka kachestva sistem s ierarhicheskoy strukturoy* [Assessment of the quality of systems with a hierarchical structure]. *Almanah sovremennoy nauki i obrazovaniya*. [Almanac of Modern Science and Education]. Tambov: Diploma, 2013. vol. 6 (73), pp. 46-48. (in Russian).
 4. Danilov A.M., Garkina I.A. *Slozhnyye sistemy: identifikatsiya, sintez, upravlenie: monografiya* [Complex systems: identification, synthesis, control: monograph]. Penza: PGUAS, 2011, 308 p. (in Russian).
 5. Eryomin K.I., Shishkina N.A. *Obzor avariyy zdaniy i sooruzheniy, proizoshedshih v 2010 godu* [Review of accidents of buildings and structures that occurred in 2010]. *Predotvraschenie avariyy zdaniy i sooruzheniy: sbornik nauchnykh trudov*. [Prevention of accidents of buildings and structures: a collection of scientific papers]. Magnitogorsk: LLC "Veld", 2011, pp. 1-20. (in Russian).
 6. Minregion Ukrainy. *Zagalni printsipi zabezpechennya nadiynosti ta konstruktivnoyi bezpeki budivel, sporud, budivelnykh klnstruksiy ta osnov: DBN V.1.2-14-2009* [State standard of Ukraine B.1.2-14.2009. General principles of ensuring the reliability and constructive safety of buildings, structures, building structures and bases]. Kyiv, 2009. Available at: <http://interiorfor.com/dbn-v1/dbn-v-1-2-14-2009>. (in Ukrainian).
 7. Kuzmishkin A.A., Garkin I.N. *Obsledovanie dyimovykh promyshlennyykh trub* [Assessment of the quality of systems with a hierarchical structure Inspection of industrial chimneys]. *Molodoy ucheniy*. [Young scientist]. 2014. vol. 1, pp. 94-95. (in Russian).
 8. Skachkov Yu.P., Danilov A.M., Garkina I.A. *Modifikatsiya metoda PATTERN k resheniyu arhitekturno-stroitelnykh zadach* [Modification of the PATTERN method to the solution of architectural and construction problems]. *Regionalnaya arhitektura i stroitelstvo*. [Regional architecture and construction]. 2011. vol. 1 (10), pp. 4-9. (in Russian).
 9. Minregion Ukrainy. *Nagruzki i vozdeystviya. Normy proektirovaniya: DBN V.1.2-2:2006* [State standard of Ukraine DBN B.1.2-2: 2006. Loads and impacts. Design standards]. Kyiv, 2006. Available at: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-753>. (in Ukrainian).
 10. Nikonov N.N., Melchakov A.P., Rudin V.N. *O bezopasnosti sooruzheniy* [On the safety of buildings]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. [Industrial and civil construction]. 2013. vol. 4 (in Russian).
 11. Pichugin S.F., Dmitrenko L.A. *Analiz avariyy u budivnitstvi* [Analysis of accidents in construction]. *Visnik Odeskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnitstva ta arhitekturi*. [Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Odessa, 2016. vol. 61, pp. 331 - 338. (in Ukrainian).
 12. Kalugin A.V., Polinomov V.A., Korkodinov V.V., Abasheva L.P., Desyatov B.I. *Tekhnicheskie aspekty avarii pokrytiya basseyna* [Technical aspects of a pool cover accident]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. [Industrial and Civil Construction]. 2011. vol. 7 (2), pp. 12-14. (in Russian).
- General principles on reliability for structures: ISO 2394:2015. Available at: <https://www.iso.org/standard/58036.html>

Надійшла до редколегії 09.10.2018 р.