

УДК 69.059.4

## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОТКАЗОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

***Зернов Владимир Викторович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».*

***Зайцев Михаил Борисович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».*

***Зернов Илья Владимирович,***

*Пензенский государственный университет, г. Пенза,  
аспирант.*

### **Аннотация**

Механическая безопасность зданий и сооружений должна обеспечиваться не только на стадии проектирования, но и в процессе строительства и эксплуатации.

В статье показано, что из-за отсутствия необходимого контроля на стадии строительно-монтажных работ и в процессе эксплуатации возникают дефекты и повреждения в строительных конструкциях, что приводит к их отказам. Незначительные дефекты и повреждения, отклонения от проектной документации могут привести не только к серьёзным нарушениям целостности конструкций, но и к их авариям.

**Ключевые слова:** механическая безопасность, дефекты и повреждения, техническое состояние, контроль качества, мониторинга состояния, отказ.

## **PREVENTION OF FAILURES OF BUILDING STRUCTURES**

***Zernov Vladimir Victorovich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.*

***Zaytsev Mihail Borisovich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.*

***Zernov Ilya Vladimirovich,***

*Penza State University, Penza,*

*postgraduate student.*

### **Abstract**

Mechanical safety of buildings and structures should be ensured not only at the design stage, but also during construction and operation.

The article shows that due to the lack of necessary control at the stage of construction and installation works and during operation, defects and damages occur in building structures, which leads to their failures. Minor defects and damages, deviations from the design documentation can lead not only to serious violations of the integrity of structures, but also to their accidents.

**Keywords:** mechanical safety, defects and damages, technical condition, quality control, condition monitoring, failure.

Безопасность зданий и сооружений должна обеспечиваться не только на стадии проектирования, но и в процессе строительства и эксплуатации [1]. Поддержание нормативного технического состояния возможно посредством технического обслуживания, периодических осмотров и контрольных проверок и (или) мониторинга состояния основания, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения, а также посредством текущих ремонтов здания или сооружения [2, 3].

Параметры и другие характеристики строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения в процессе эксплуатации здания или сооружения должны соответствовать требованиям проектной документации.

Новые владельцы зданий, построенных во второй половине XX века, стремятся изменить функциональное назначение объектов, то есть проводят реновацию без разрушения целостности структуры. Но в большинстве случаев техническое состояние старых построек находится в ограниченно-работоспособном состоянии. В строительных конструкциях этих зданий наблюдаются дефекты и повреждения, приводящие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания. Поэтому функционирование конструкций и эксплуатация таких зданий возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости).

Дефекты и повреждения могут служить причиной возникновения частичного или полного отказа здания.

Анализ результатов обследований строительных конструкций авторами показывает, что большая часть отказов как раз происходит на стадии строительно-монтажных работ и в процессе эксплуатации (при условии выполнения норм и правил на стадиях изыскательских работ и проектирования) [4-9].

Характерный пример дефектов и повреждений здания гражданского назначения на стадии строительства и эксплуатации приведён ниже.

Здание одноэтажное, переменной высоты, прямоугольное в плане, размером 17440x12420 мм. Стена по оси 4 вплотную примыкает к торцевой стене многоэтажного жилого дома. Глубина примыкания составляет 2,5 м.

План и разрез здания показаны на рис. 1 и рис. 2.

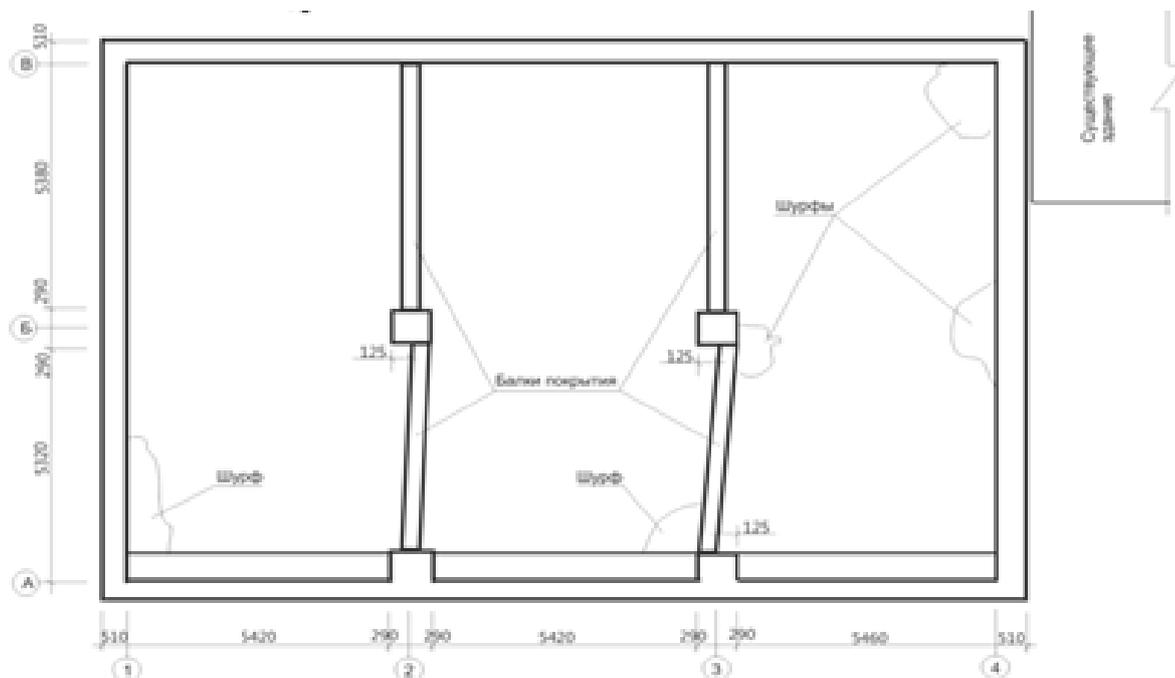


Рисунок – 1 План здания.

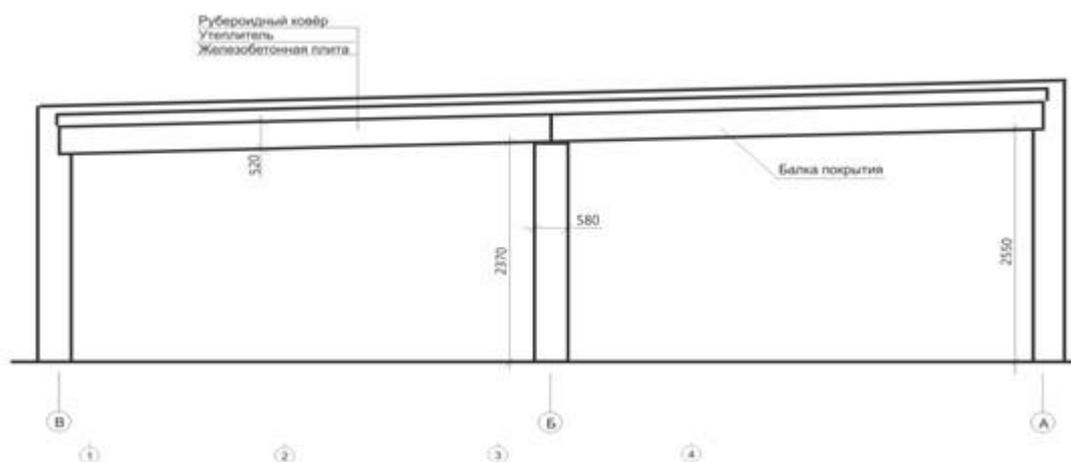


Рисунок – 2 Поперечный разрез здания.

Каркас здания смешанный: по осям 1, 4 и В – кирпичные стены толщиной 510 мм; в осях А-2, А-3, Б-2, Б-3 – кирпичные колонны сечением 580x580 мм с учётом штукатурного слоя. Для стен применялся силикатный полуторный (утолщённый) полнотелый кирпич размером 250x120x88 мм. Колонны выполнены из обыкновенного глиняного кирпича, опираются на кирпичные столбики, стоящие на железобетонных фундаментных подушках. Низ фундаментных подушек расположен на глубине 1000 мм от уровня пола.

На фундаментные подушки, расположенные по наружным осям здания, опираются железобетонные фундаментные балки, являющиеся несущими для кирпичных стен здания. Фундаментные балки по продольным стенам имеют тавровое сечение высотой 440 мм. По торцовым стенам, по осям 1 и 4 балки прямоугольного поперечного сечения высотой 500 мм.

Крыша односкатная с неорганизованным водостоком в сторону оси В. Уклон составляет ~3%. Кровля рубероидная, утеплённая.

Плиты покрытия пустотные железобетонные размером 6x1,5 м, уложены вдоль буквенных осей. Плиты между осями 1и 2, 3 и 4 опираются одним концом на кирпичные стены, а другим на ригели из спаренных железобетонных балок прямоугольного сечения размерами 520x180 мм каждая; между осями 2 и 3 плиты обоими концами опираются на ригели. Ригели между осями А и Б опираются обоими концами на колонны по осям А-2, А-3, Б-2, Б-3; между осями Б и В – одним концом на колонны в осях Б-2 и В-3, а другим на стену по оси В.

Железобетонные балки покрытия опираются на кирпичные колонны сечением 580x580 мм и стену по оси В.

В результате обследования технического состояния строительных конструкций здания выявлены следующие повреждения и дефекты, обусловленные нарушениями на стадии строительства и в процессе эксплуатации:

1. Наружные стены по осям 1, 4 и В на всю высоту облицованы силикатным кирпичом. (Применение силикатного кирпича для цоколей не допускается согласно п.4.3. [10]). В процессе многократного замачивания кладка постепенно разрушается (происходит деградация свойств материалов кладки).

2. Кирпичные стены по осям 1, 4 и В имеют многочисленные сквозные трещины с шириной раскрытия до 4 мм. Причинами появления трещин могут быть неравномерные осадки фундаментов, прогибы фундаментных балок, пучение грунта, обусловленные отклонениями

фактических геометрических размеров от проектных при строительстве, и замачиванием грунтового основания в процессе эксплуатации здания.

3. В месте примыкания здания к жилому дому, кирпичная кладка в стене по оси В сильно разрушена в результате воздействия атмосферных осадков. Отмостка у стены по оси В разрушилась. В результате под стену проникает вода, что могло привести к набуханию грунта и неравномерной осадке фундаментов.

4. Кирпичная кладка ниже уровня чистого пола, элементы фундаментов по периметру здания замочены из-за отсутствия гидроизоляции. Многолетние циклы оттаивания и замораживания приводят к снижению прочности кирпичной кладки (происходит деградация свойств материалов кладки).

5. Толщина стен по оси 4 превышает ширину фундаментных балок на 180 мм, что является нарушением п. 9.65 [10] (рис.3).

6. Участки стен расположенные выше фундамента не армированы сетками, что является нарушением п. 9.65 [10].

7. Ригели уложены на колонны с эксцентриситетами 120 мм от разбивочных осей (рис. 4). Согласно табл. 9.8 [11], смещение центральных осей кирпичных столбов от разбивочных осей не должно превышать 10 мм. В результате колонны испытывают внецентренное сжатие с двумя эксцентриситетами вместо сжатия с одним эксцентриситетом (изменение расчётной схемы).

8. Отсутствуют распределительные подушки в местах опирания ригелей на колонны и стены.

Отклонения элементов строительных конструкций от разбивочных и главных центральных осей в местах сопряжения, неточности их геометрических размеров, деградация свойств материалов во времени при эксплуатации привели к изменению расчётных схем и вызывали изменение напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.



Рисунок 3– Превышение ширины фундаментных балок на 180 мм.



Рисунок 4 – Смещение оси ригеля от разбивочных осей на 120мм.

Оставленные без внимания незначительные дефекты и повреждения, отклонения от проектной документации могут привести не только к серьёзным нарушениям целостности конструкций (например, появлению трещин в стенах), но даже к их авариям [3].

## **Выводы**

1. Геометрические размеры конструкций на стадии их монтажа и эксплуатации не должны отличаться от их проектных значений более чем на величину допусков, указанных в действующих нормативных документах.

2. На стадии монтажа контроль за соответствием фактических отклонений геометрических параметров конструкций от проектных допусков следует проводить в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

3. Контроль строительно-монтажных работ при возведении сооружений и при эксплуатации должен осуществляться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

4. Необходимо проводить оценку технического состояния строительных объектов в следующих случаях:

- по истечении расчетного срока службы объекта;
- при модернизации и реконструкции объекта, во время которой в существующую конструктивную систему добавляют новые элементы конструкции;
- при проверке возможности существующей конструкции выдерживать нагрузки, связанные с ожидаемыми эксплуатационными изменениями в использовании данного объекта;
- в случае любого вида ремонта (комплексного, капитального, текущего) зданий и конструкций, подвергшихся износу при длительной эксплуатации;
- при проверке эксплуатационной пригодности конструкций после аварийных воздействий (землетрясения, пожара, взрывных воздействий и т.п.).

## **Библиографический список:**

1. Шейн А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б., Зернов И.В. Нормативно-правовые документы и регламенты в обеспечении надёжности зданий и

сооружений // Региональная архитектура и строительство. 2017. №3 (32). С.94-98.

2. Шейн А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Восстановление работоспособности железобетонных карнизных плит в совмещенных крышах [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №4. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: [http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no4/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/4.16/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no4/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/4.16/at_download/file).

3. Федеральный закон РФ от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Принят Государственной Думой 23.12.2009 г.

4. Шейн А.И., Бакушев С.В., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт обследования зданий и сооружений // Моделирование и механика конструкций. 2017. №5. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: [http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitelnye-konstrukciizdaniya-i-sooruzheniya/5.16/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitelnye-konstrukciizdaniya-i-sooruzheniya/5.16/at_download/file)

5. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт использования запаса несущей способности стропильной фермы при реконструкции производственного цеха // Моделирование и механика конструкций. 2018. №7. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/7.20/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/7.20/at_download/file)

6. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Азимова Я.А. Поэтапное усиление строительных конструкций надземной части галереи подачи песка и щебня РБУ // Моделирование и механика конструкций. 2016. №3. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL: [http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.24/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no3/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.24/at_download/file)

7. Шейн, А.И. Влияние конструктивного и эксплуатационного отказов на долговечность строительных конструкций / А.И.Шейн, В.В.Зернов, М.Б.Зайцев // Региональная архитектура и строительство. 2017. №2. С.64-71

8. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Вариант замены несущих строительных конструкций при реновации здания ресторана "Бочка" в г. Пенза // Моделирование и механика конструкций. 2018. №8. Систем.требования: Adobe Acrobat Reader. URL:[http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no8/stroitelnye-konstrukciizdaniya-i-sooruzheniya/8.14/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no8/stroitelnye-konstrukciizdaniya-i-sooruzheniya/8.14/at_download/file)

9. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Гераськин В.И. Усиление железобетонных перекрытий с сосредоточенными нагрузками нагрузкой [Электронныйресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №1. Систем.требования: AdobeAcrobatReader. URL:<http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no1/stroitelnye-konstrukciizdaniya-i-sooruzheniya/usilenie-zhelezobetonnyh-perekrytii-s-sosredotochennyminagruzkami/view>.

10. СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*

11. СП 70.13330.2012 Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»