

Е.А. ШУВАЛОВА<sup>1</sup>, В.А. ЕРМАКОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,  
г. Москва, Россия

## ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РЕКЛАМНЫХ ЩИТОВ С УЧЕТОМ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ

***Аннотация.** В статье приведена классификация типов дефектов стальных конструкции, возникающих при эксплуатации. Подробно описаны конструкции одного из типовых проектов рекламного щита, для которого выполнены проверочные расчеты. Представлены результаты инженерно-технического обследования несущих стальных конструкций рекламных щитов в городе Москве, введенных в эксплуатацию в 2016-2018 гг. Анализ данных обследования выявил наиболее значимые дефекты, возникающие в процессе эксплуатации рекламных щитов: отклонение конструкции от вертикального проектного положения; отсутствие в узлах болтов крепления. В ходе расчетов проведена оценка напряженно-деформированного состояния конструкций, определены неблагоприятные сочетания нагрузок и наиболее нагруженные узлы. Для данных узлов была выполнена серия расчетов, в соответствии с СП 43.13330.2012, для определения несущей способности конструкции в зависимости от количества и площади болтов. В результате получена сводная таблица требуемых площадей, которая наглядно показывает минимальное необходимое количество болтов в проектном и наклонном положении конструкции.*

***Ключевые слова:** дефекты, повреждения, стальные конструкции, несущая способность, устойчивость, узлы крепления, отклонение от проектного положения*

E.A. SHUVALOVA<sup>1</sup>, V.A. ERMAKOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

## TYPE THE TITLE OF THE ARTICLE

***Abstract.** The article provides a classification of types of steel structure defects that occur during operation. The designs of one of the typical billboard projects for which verification calculations are performed are described in detail. The results of an engineering survey of the supporting steel structures of billboards in Moscow commissioned in 2016-2018 are presented. An analysis of the survey data revealed the most significant defects that arise during the operation of billboards: deviation of the structure from the vertical design position; lack of fastening bolts in the nodes. In the course of the calculations, the stress-strain state of the structures was assessed, adverse load combinations and the most loaded nodes were determined. For these nodes, a series of calculations was performed, in accordance with SP 43.13330.2012, to determine the bearing capacity of the structure depending on the number and area of bolts. As a result, a summary table of the required areas is obtained, which clearly shows the minimum required number of bolts in the design and inclined position of the structure.*

***Keywords** defects, damage, steel structures, bearing capacity, stability, fasteners, deviation from the design position*

### Введение

В течение эксплуатации все несущие конструкции подвергаются комплексу внешних воздействий, которые являются причиной возникновения различных дефектов и повреждений, влияющих на эксплуатационные характеристики здания или сооружения в целом [1-5]. В зависимости от условий эксплуатации и характера воздействий повреждения стальных конструкций можно разделить на несколько групп:

1) Силовые (механические): разрывы, трещины, ослабление соединений элементов, потеря устойчивости, отклонение от проектного положения, прогибы и пр. Как правило, повреждения от силовых воздействий возникают в результате несоответствия расчётных нагрузок и действительных условий работы конструкций.

2) Температурные: коробление, искривление, возникновение хрупких трещин, повреждение защитных покрытий. Одним из главных недостатков стальных конструкций является низкий предел огнестойкости. Под воздействием высоких температур стальные конструкции находятся в сложном напряжённом состоянии и меняют свои не только реологические, но и механические свойства (уменьшается прочность и повышается пластичность материала) [6, 7]. Повреждения от действия низких температур возникают, как правило, в открытых сооружениях и неотапливаемых зданиях. К таким повреждениям относятся хрупкие трещины в местах концентрации напряжений (сварные швы, места изменения сечений, фасонки ферм и т.д.).

3) Химические и электрохимические: коррозия металла, разрушение защитного покрытия. Коррозионное повреждение металла является одной из существенных причин снижения прочности и долговечности стальных конструкций. Согласно ГОСТ 5272-68 коррозией называется окислительно-восстановительный процесс разрушения металлов и сплавов в результате химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой, происходящий на поверхности раздела фаз. Основным фактором, влияющим на развитие коррозии, служит атмосферная среда. Показателями, определяющими степень агрессивности среды, являются относительная влажность воздуха, температурный режим, возможность образования конденсата, состав и концентрация газов и пыли. Коррозионное повреждение влечёт за собой охрупчивание стали и характеризуется потерей толщины сечения стального элемента, что ведёт к снижению прочности и несущей способности конструкции. Коррозия может образовываться как на поверхности, так и в узлах соединения стальных элементов (сварные швы, болтовые соединения), что является наиболее опасным. В настоящее время основным способом защиты металлоконструкций от коррозии является нанесение на поверхность специальных защитных составов [8].

Для обеспечения безопасной эксплуатации важную роль играет система мониторинга технического состояния несущих конструкций объектов, определение необходимости их усиления с учётом накопленных повреждений, изменившихся нагрузок и условий эксплуатации.

В статье представлены дефекты и повреждения наиболее характерные для стальных конструкций на примере рекламных щитов и их влияние на устойчивость, и несущую способность.

Актуальность исследования связана с общим ростом числа рекламных щитов в России и авариями в процессе их эксплуатации, что подтверждается работами последних лет в данной области [9-16].

Рекламные щиты выполнены в соответствии с типовыми проектами. В зависимости от типовой серии рекламные щиты различаются габаритными размерами фундаментного блока, конструктивными решениями верхнего и нижнего узлов крепления опорной стойки, а также её месторасположением относительно силовой рамы.

### **Модели и методы**

Сотрудниками НИУ МГСУ было проведено инженерно-техническое обследование рекламных конструкций в количестве двухсот штук с целью определения их фактического технического состояния. Месторасположение рекламных конструкций – город Москва. Введение объектов в эксплуатацию – 2016-2018 гг.

Работы проводились в соответствии с ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения, правила обследования и мониторинга технического состояния», ТСН 50-304-2001 г. Москвы (МГСН 2.07-01) «Основания, фундаменты и подземные сооружения», СП 16.13330.2017

«Стальные конструкции». При выполнении работ было проведено визуальное обследование строительных конструкций и выполнены необходимые поверочные расчёты.

Несущими конструкциями рекламного щита являются: фундаментный блок, стальная опора и силовая рама каркаса планшетов рекламного поля. Фундаментный блок с общими габаритными размерами  $3,5 \times 1,7 \times 0,55$  м выполнен из монолитного железобетона с установленными фундаментными шпильками М30. Опора – одиночная стойка из прямоугольной трубы сечением  $240 \times 160 \times 12$  мм, имеющая базу для крепления к фундаментному блоку и верхний узел крепления рамы для планшетов рекламных полей. Планшеты представляют собой плоскую конструкцию из прямоугольных труб сечением  $100 \times 50 \times 3$  мм, которые монтируются через опорную пластину к верхнему узлу опорной стойки при помощи болтов М24. Все монтажные соединения сборочных единиц выполнены на болтах, узловые – на сварке. Пространственная жёсткость конструкции обеспечена жёсткой заделкой опорной стойки к фундаментному блоку. Общий вид рекламной конструкции представлен на рисунке 1.

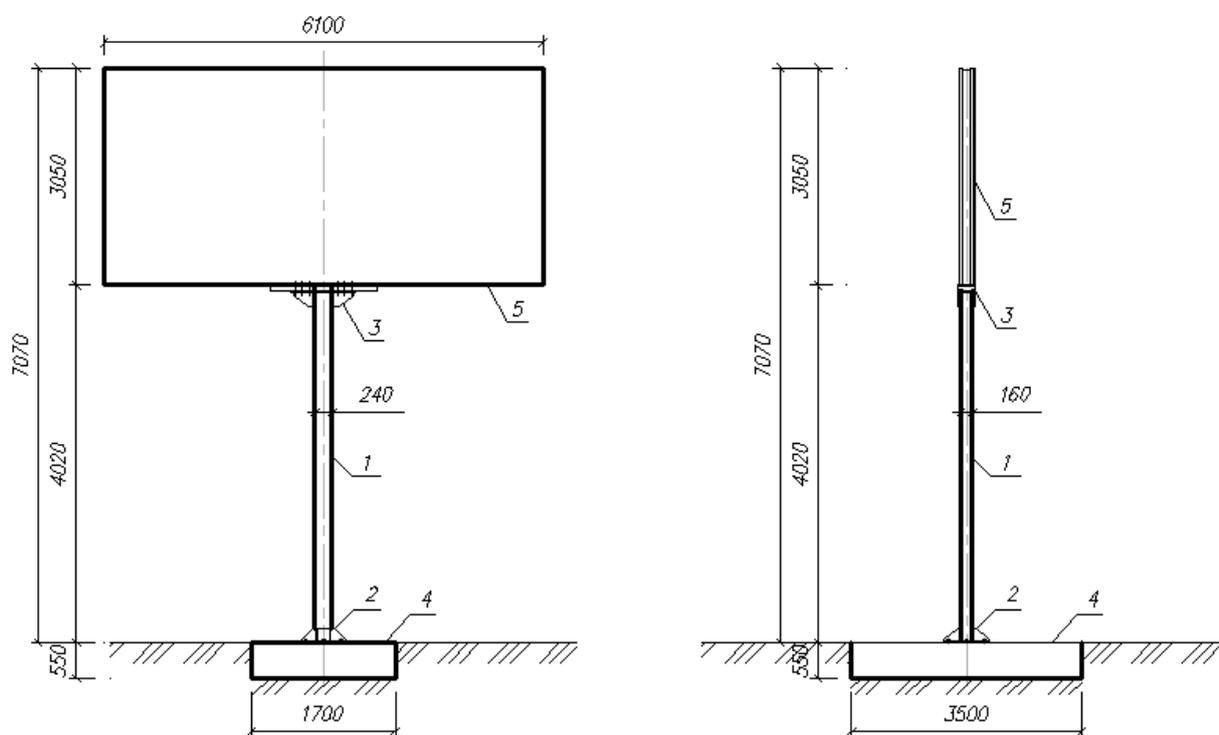


Рисунок 1 - Общий вид конструкции рекламного щита:

1 – опорная стойка; 2 – база опорной стойки; 3 – верхний опорный узел; 4 – фундаментный блок;  
5 – конструкция планшета рекламного поля

Моделирование работы несущих конструкций рекламного щита осуществлялось в расчётном комплексе ЛИРА-САПР. Целью расчёта являлась оценка напряжённо-деформированного состояния конструкций, находящихся:

- в проектном вертикальном положении;
- с учётом угла наклона равным  $15^0$  из плоскости планшета конструкции.

Расчётная схема конструкции представлена на рисунке 2.

В расчёте были приняты следующие основные сочетания нагрузок:

1. Расчётные величины нагрузки от собственного веса конструкций + расчётное значение ветровой нагрузки.
2. Расчётные величины нагрузки от собственного веса конструкций + динамическое пульсационное воздействие с модальным анализом.

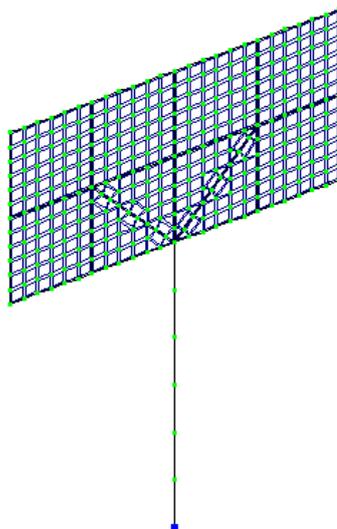


Рисунок 2 - Расчетная схема конструкции

Поверочными расчётами было определено необходимое и достаточное количество болтов в узлах верхнего и нижнего крепления опорной стойки рекламной конструкции при двух типах расчётной схемы:

- проектное вертикальное положение;
- с учётом угла наклона конструкций равным  $15^{\circ}$  из плоскости планшета конструкции.

Проверка правильности подбора необходимого количества болтов в узлах крепления опоры и каркаса осуществлялась по площади поперечного сечения болта (по резьбе) из условия прочности (Г.1 СП 43.13330.2012):

$$A_{sa} = \frac{k_0 P}{R_{ba}},$$

где  $k_0$  – коэффициент, зависящий от типа прикладываемой нагрузки (статический, динамический);

$R_{ba} = 185 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление металла болтов растяжению;

$P$  – величина расчетной нагрузки действующей на болт.

В свою очередь, величина нагрузки зависит от схемы установки болтов, внутренних усилий действующих в узле и определяется по формуле (Г.3 СП 43.13330.2012):

$$P = -\frac{N}{n} + \frac{My_1}{\sum y_i^2},$$

где  $N$  – расчетное продольное усилие;

$M$  – расчетный изгибающий момент;

$n$  – общее число болтов (в том числе, расположенные на оси поворота);

$y_1$  – расстояние от оси поворота до наиболее удаленного болта в растянутой зоне стыка;

$y_i$  – расстояние от оси поворота до  $i$ -го болта, при этом учитываются как растянутые, так и сжатые болты.

Схемы опорных узлов, используемых в конструкциях данного рекламного щита, представлены на рисунках 3, 4.

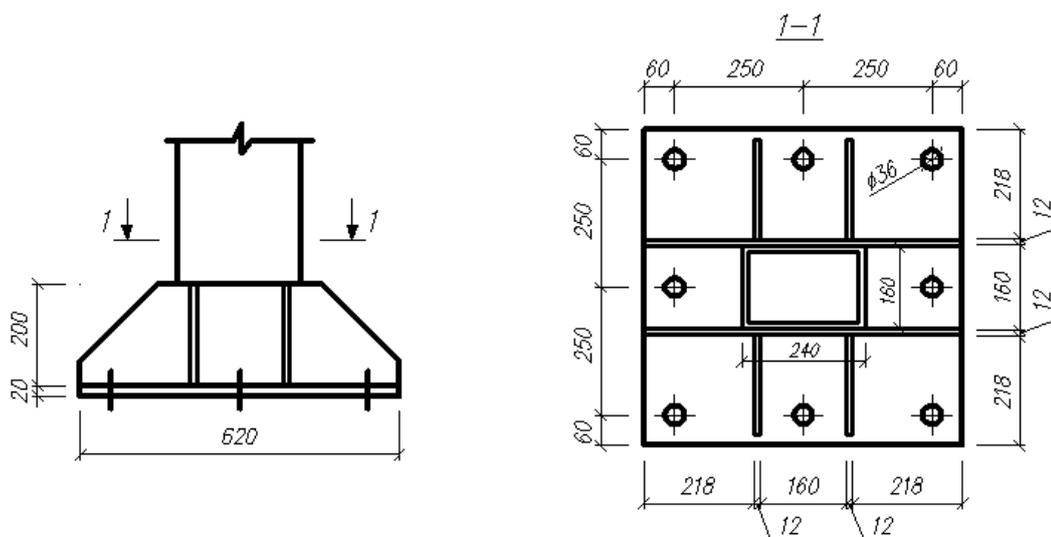


Рисунок 3 - Схема нижнего узла крепления опорной стойки к базе колонны

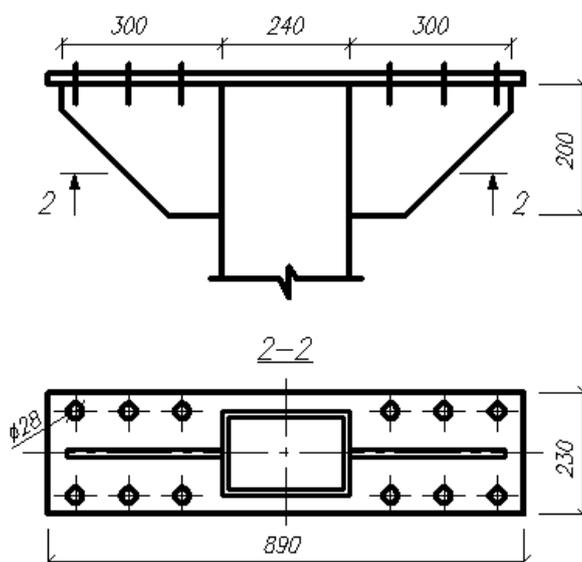


Рисунок 4 - Схема верхнего узла крепления опорной стойки к каркасу планшетов рекламного поля

### Результаты исследования и их анализ

В процессе визуального обследования были выявлены ряд характерных дефектов:

1. Отклонение конструкции рекламного щита от проектного положения, при котором угол наклона из плоскости планшета составляет до  $15^{\circ}$  (рисунок 5). В данном случае этот силовой тип повреждения связан с допущенными ошибками при проектировании: не были учтены особенности грунта основания, наличие вибрационных нагрузок от движения транспорта, что вызвало неравномерные осадки и развитие деформаций фундамента конструкции.

2. Ослабление узлов крепления (отсутствие крепёжных элементов, ослабление затяжки) (рисунок 6, 7). Это также силовой вид повреждений, причинами которого могут являться как несоблюдение технологии производства работ при возведении сооружений, так и воздействие вибрационных нагрузок от движения транспорта. Ослабление узлов крепления ведёт к нарушению целостности и потере устойчивости конструкций.

3. Коррозионное повреждение поверхности стальных элементов (траверс, крепёжных элементов, опорной пластины, опорной стойки), а также их узлов крепления (сварных швов и болтовых соединений) (рисунок 8, 9). Причиной возникновения данного

типа повреждений является взаимодействие с агрессивной средой (влажность, перепады температур, загрязнённость воздуха и пр.), а также отсутствие защитного покрытия. Данный вид коррозии называется поверхностным и характеризуется равномерным разрушением металла. Оценив скорость распространения коррозионного повреждения в данных условиях эксплуатации, можно определить срок службы стального элемента.

4. Разрушение защитного антикоррозионного покрытия по поверхности стальных элементов вследствие атмосферных воздействий, а также механических повреждений (рисунок 10). Это повреждение может является причиной возникновения преждевременной коррозии.



*Рисунок 5 - Отклонение конструкции рекламного щита от проектного положения*



*Рисунок 6 - Отсутствие крепежных элементов верхнего узла крепления опорной стойки*



*Рисунок 7 - Ослабление затяжки нижнего узла крепления опорной стойки*



*Рисунок 8 - Коррозионное повреждение стальных элементов базы опорной стойки*



*Рисунок 9 - Коррозионное повреждение стальных элементов верхнего узла крепления опорной стойки*



*Рисунок 10 - Разрушение защитного антикоррозионного покрытия по поверхности стальных элементов*

Характерные дефекты и повреждения стальных элементов на примере конструкций рекламных щитов, а также причины их возникновения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характерные дефекты и повреждения стальных конструкций рекламных щитов

№ п/п	Характерные дефекты	Наименование конструкции	% повреждения от общего количества обследованных конструкций	Причины возникновения
1	Отклонение от проектного положения (угол наклона до 15°)	Опорная стойка	8	- ошибки при проектировании
2	Ослабление узлов крепления (отсутствие крепёжных элементов, ослабление затяжки)	База опорной стойки	23	- несоблюдение технологии производства работ при возведении сооружений; - воздействие вибрационных нагрузок от движения транспорта
		Верхний узел опорной стойки	25	
3	Коррозионное повреждение поверхности стальных элементов	Опорная стойка	3	- взаимодействие с агрессивной средой (влажность, перепады температур, загрязнённость воздуха); - отсутствие антикоррозионного защитного покрытия
		База опорной стойки	65	
		Верхний узел опорной стойки	40	
		Силовая рама каркаса планшетов рекламного поля	38	
4	Разрушение защитного антикоррозионного покрытия по поверхности стальных элементов	Опорная стойка	81	- атмосферные воздействия; - механические повреждения
		База опорной стойки	85	
		Верхний узел опорной стойки	83	
		Силовая рама каркаса планшетов рекламного поля	83	

Проанализировав данные таблицы 1 можно отметить, что:

- в 8% случаев опорная стойка имеет отклонение от вертикали, что влечёт за собой потерю устойчивости конструкции рекламного щита;

- в более 20% случаев наблюдается ослабление узлов крепления стальных элементов опорной стойки по причине либо отсутствия крепёжных элементов, либо отсутствия их составляющих;

- в более 80% случаев наблюдается разрушение защитного покрытия по поверхности стальных элементов, что, в том числе, является причиной их коррозионного повреждения, процент которого составляет от 3 до 65 в зависимости от типа конструктивного элемента.

Для выполнения поверочных расчётов были определены наиболее значимые дефекты, влияющие на устойчивость рекламной конструкции:

- отклонение конструкции от проектного вертикального положения (при этом угол наклона из плоскости планшета конструкции был принят максимальным, что составляет 15°);

- отсутствие болтов крепления в верхнем и нижнем узлах опорной стойки.

На основании выполненных поверочных расчётов получены следующие результаты:

1. Максимальные напряжения возникают в уровне базы опорной стойки (сечение 1), а также в уровне крепления планшета рекламных полей к стойке (сечение 2) в результате воздействия расчетных нагрузок от собственного веса и ветра (рисунок 11).

Приложение пульсационных составляющих ветровой нагрузки с учетом полученных частот колебаний конструкций оказало меньшее влияние на несущую способность.

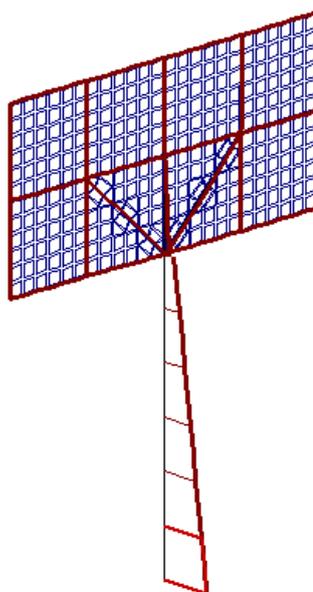


Рисунок 11 - Эпюры изгибающих моментов

Внутренние усилия, определяющие несущую способность (продольное усилие  $N$  и изгибающий момент  $M$ ) в сечениях конструкций в проектном вертикальном положении и с учётом отклонения их от вертикального положения при угле наклона  $15^{\circ}$  из плоскости планшета конструкции представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты расчёта напряжённо-деформированного состояния конструкций

Тип схемы	$N$ , т		$M$ , тм	
	Сечение 1	Сечение 2	Сечение 1	Сечение 2
Проектное вертикальное положение	0,946	0,9	10,535	2,431
Наклон конструкции на $15^{\circ}$	0,335	0,008	11,12	2,508

2. Определены необходимые площади болтов крепления с учётом наличия дефектов, отражающих отсутствие крепёжных элементов, находящихся на удалении от оси поворота и статического типа приложения нагрузки (таблица 3).

Таблица 3 - Требуемая площадь болтов,  $\text{см}^2$

Расположение		Количество болтов								
		12	11	10	9	8	7	6	5	4
Проектное вертикальное положение	Сеч. 1	-	-	-	-	3.92 (болтов по проекту)	4.71	<b>5.89</b>	<b>7.87</b>	<b>11.82</b>
	Сеч. 2	1.39 (болтов по проекту)	1.52	1.67	1.86	2.09	2.39	2.79	3.35	<b>4.18</b>
Наклон конструкции на $15^{\circ}$	Сеч. 1	-	-	-	-	4.18 (болтов по проекту)	5.02	<b>6.28</b>	<b>8.38</b>	<b>12.58</b>
	Сеч. 2	1.48 (болтов по проекту)	1.62	1.78	1.98	2.22	2.54	2.96	<b>3.56</b>	<b>4.45</b>

Примечание: по проекту в сеч.1 приняты шпильки М30 площадью  $A_{30} = 5,61 \text{ см}^2$ ; в сеч. 2 приняты болты М24 площадью  $A_{24} = 3,53 \text{ см}^2$ .

В таблице 3 представлены объединённые данные по требуемым площадям болтов крепления в верхнем и нижнем узлах соединения опорной стойки (рисунок 11) при двух типах расчётной схемы: проектное вертикальное положение; с учётом наклона опорной стойки на величину  $15^{\circ}$  из плоскости планшета конструкции. Цветом в таблице выделены требуемые площади болтов, которые превышают значения площадей болтов, используемых в проекте рекламного щита. То есть количества болтов, соответствующих данным площадям недостаточно для обеспечения несущей способности всей конструкции.

## Выводы

В результате инженерно-технического обследования установлено:

1. Основными причинами возникновения выявленных дефектов являются допущенные ошибки при проектировании, где не был учтён ряд факторов, отражающий реальный эксплуатационный характер нагрузок и воздействий, а также несоблюдение правил эксплуатации в части своевременного нанесения или замены антикоррозионного защитного покрытия на поверхность стальных элементов.
2. Наиболее значимыми дефектами, влияющими на устойчивость и несущую способность конструкции рекламного щита являются:
  - отклонение от проектного вертикального положения конструкции из плоскости;
  - локальное отсутствие в верхнем и нижнем узлах крепления опорной стойки болтов.
3. Результаты поверочных расчетов показали:
  - недостаток несущей способности нижнего узла крепления базы опорной стойки наблюдается даже при отсутствии 2-х болтов, что может привести к потере устойчивости всей конструкции;
  - верхний узел крепления стойки к раме планшета рекламных полей менее чувствителен к отсутствию болтов по причине возникновения значительно меньших внутренних усилий;
  - наклон конструкций на  $15^0$  из плоскости планшета дает увеличение изгибающего момента в нижнем узле крепления базы опорной стойки на 5,3 %. При этом недостаток несущей способности конструкции рекламного щита наблюдается при отсутствии одного болта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерёмин К.И., Махутов Н.А., Павлова Г.А., Шишкина Н.А. Реестр аварий зданий и сооружений 2001-2010 годов. Магнитогорск. Магнитогорский дом печати, 2011. 320 с.
2. Kai Qian, Bing Li, Jia-Xing Ma Load-Carrying Mechanism to Resist Progressive Collapse of RC Buildings // *Journal of Structural Engineering* / Vol. 141 Issue 2 – February 2015. doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001046
3. UFC 4-023-03. «Unified facilities criteria (UFC) Design of buildings to resist progressive Collapse». Department of Defense USA, 2016. 245 p.
4. Wahab S.N.A., Hamid M.Y. A Review Factors Affecting Building Defects of Structural Steel Construction. Case Study: Student Accommodation in UiTM Perak. *Procedia Engineering*. 2011. Vol. 20 Pp: 174-179. doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.153
5. Махутов Н.А., Лобов О.И., Ерёмин К.И. Безопасность России. Безопасность строительного комплекса. М.: МГОФ «Знание», 2012. 798 с.
6. Горпинченко В.М. Обеспечение пожарной безопасности при применении стального проката в несущих конструкциях высотных многофункциональных зданий // *Материалы XIX НПК, часть 3*, М.: ВНИИПО, 2005. 214с.
7. Шонов К.Л., Кузьмичева К.А., Кисилев В.В. К вопросу влияния факторов температуры и времени нагрева на прочностные свойства металлоконструкций // Сб. матер. Межвузовского научно-практического семинара (21 апреля 2011 г.) Ивановского ИГПС МЧС России. Иваново: ООНИИВ ИГПС. С. 2011–195.
8. Козлов Д.Ю. Антикоррозионная защита. Екатеринбург: ООО «ИД «Оригами», 2013. 440 с.
9. Сорокина О.А. Расчет опорной конструкции свободно стоящего рекламного щита в ПК ЛИРА 10.4 // *Достижения вузовской науки: от теории к практике. Сборник материалов II Всероссийской конференции с международным участием*. Кумертау: ООО «Кумертауская городская типография», 2019. С. 170-174.
10. Шарапов Р.В. Оценка ветровой нагрузки на рекламные щиты // *Сборник трудов ИТНТ-2019*. Муром: Изд.: Новая техника, 2019. С. 131-138.
11. Хусаинов Д.М., Дымоглазов М.А., Пеньковцев С.А. Расчёт несущих элементов конструкций рекламных конструкций с использованием методов теории надёжности // *Известия КГАСУ*. 2014 № 4 (30). С. 183-187.
12. Васильев В.В., Мустафин Ф.М., Алёхин А. Расчёт на прочность рекламных конструкций и обеспечение их безопасности с использованием системы APM CIVIL ENGINEERING // *САПР И ГРАФИКА*. 2015. № 3 (221). С. 86-88.

13. Козлов М.В. Совершенствование методики расчёта рекламных сооружений на ветровую нагрузку: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.23.01) / Козлов Максим Владимирович. Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. Казань, 2009.
14. Le Thuy Nguyen, Hong Son Nguyen, Van Quan Tran, Quang Hung Nguyen Impact of Wind Load on Large Plate Billboards in Vietnam. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. 2019. Vol. 8. No. 8. Pp. 3076-3081. doi: 10.35940/ijitee.J9510.0881019
15. Хусайнов Д.М., Пеньковцев С.А., Шагиева Г.Р. Совершенствование инженерной методики расчета на устойчивость рекламных конструкций // Известия КГАСУ. 2013. № 4 (26). С. 135-138.
16. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций. М.: Из-во АСВ, 2008. 168 с.

## REFERENCES

1. Eremin K.I., Makhutov N.A., Pavlova G.A., Shishkina N.A. Reestr avariyy zdaniy i sooruzheniy 2001-2010 godov [Register of accidents of buildings and structures 2001-2010]. Magnitogorsk. Magnitogorsk house press, 2011. - 320 p. (rus).
2. Kai Qian, Bing Li, Jia-Xing Ma Load-Carrying Mechanism to Resist Progressive Collapse of RC Buildings // *Journal of Structural Engineering* / Volume 141 Issue 2 – February 2015. doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001046.
3. UFC 4-023-03. «Unified facilities criteria (UFC) Design of buildings to resist progressive Collapse». Department of Defense USA, 2016. 245 p.
4. Wahab S.N.A., Hamid M.Y. A Review Factors Affecting Building Defects of Structural Steel Construction. Case Study: Student Accommodation in UiTM Perak. *Procedia Engineering*. 2011. Vol. 20 Pp: 174-179. doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.153.
5. Makhutov N.A., Lobov O.I., Eremin K.I. Bezopasnost' Rossii. Bezopasnost' stroitel'nogo kompleksa [Security of Russia. The safety of the construction industry]. Moscow, MGOF Knowledge, 2012. 798 p. (rus).
6. Gorpichenko V.M. Obespecheniye pozhar'noy bezopasnosti pri primeneniі stal'nogo prokata v nesushchikh konstruktivnykh vysoznykh mnogofunktsional'nykh zdaniy [Ensuring fire safety when using rolled steel in the supporting structures of high-rise multifunctional buildings] Materialy XIX NPK [Materials XIX NPK]. Moscow: VNIPO. 2005. Part 3. P. 214. (rus).
7. Shonov K.L., Kuz'micheva K.A., Kisilev V.V. K voprosu vliyaniya faktorov temperatury i vremeni nagreva na prochnostnyye svoystva metallokonstruktsiy [On the issue of the influence of temperature and heating time factors on the strength properties of metal structures] Sb. mater. Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminar Ivanovskogo IGPS MCHS Rossii [Sat. Mater. Interuniversity Scientific and Practical Seminar Ivanovo IGPS EMERCOM of Russia]. Ivanovo: UNIII IGPS.2011. P. 195 p. (rus).
8. Kozlov D.YU. Antikorrozionnaya zashchita [Corrosion protection]. Ekaterinburg: Publishing House Origami LLC, 2013. 440 p. (rus).
9. Sorokina O.A. Raschet opornoj konstrukcii svobodno stoyashchego reklamnogo shchita v PK LIRA 10.4 [Calculation of the supporting structure of a free-standing billboard in LIRA 10.4 PC] Dostizheniya vuzovskoy nauki: ot teorii k praktike. Sbornik materialov II Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Achievements of university science: from theory to practice. Collection of materials of the II All-Russian Conference with international participation]. Kumertau: OOO «Kumertauskaya gorodskaya tipografiya», 2019. Pp. 170-174 (rus).
10. Sharapov R.V. Ocenka vetrovoj nagruzki na reklamnye shchity [Assessment of the wind load on billboards] Sbornik trudov ITNT-2019 [Proceedings of ITNT-2019]. Murom: Publishing House New Technique, 2019. Pp. 131-138 (rus).
11. Khusainov D.M., Dymoglavov M.A., Pen'kovtsev S.A. Raschet nesushchikh elementov konstruktsiy reklamnykh konstruktsiy s ispol'zovaniyem metodov teorii nadozhnosti [Calculation of load-bearing structural elements of advertising structures using methods of the theory of reliability]. *Izvestiya KGASU*. 2014. Vol. 30. No. 4. Pp. 183-187. (rus).
12. Vasil'yev V.V., Mustafin F.M., Alokhin A. Raschet na prochnost' reklamnykh konstruktsiy i obespecheniye ikh bezopasnosti s ispol'zovaniyem sistemy APM CIVIL ENGINEERING [Calculation of the strength of advertising structures and ensuring their safety using the APM CIVIL ENGINEERING system]. *CAD and GRAPHICS*. 2015. Vol. 221. No. 3. Pp. 86-88. (rus).
13. Kozlov M.V. Sovershenstvovanie metodiki raschyota reklamnykh sooruzhenij na vetrovuyu nagruzku [Improving the methodology for calculating advertising structures for wind load] avtoref. dis. na soisk. учен. степ. kand. tekhn. nauk (05.23.01) [author. dis. for a job. scientist step. Cand. tech. Sciences (05.23.01)] Kozlov Maksim Vladimirovich; Kазan. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. - Kазan', 2009. (rus).
14. Le Thuy Nguyen, Hong Son Nguyen, Van Quan Tran, Quang Hung Nguyen Impact of Wind Load on Large Plate Billboards in Vietnam. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. 2019. Vol. 8. No. 8. Pp. 3076-3081. doi: 10.35940/ijitee.J9510.0881019

15. Khusainov D.M., Pen'kovtsev S.A., Shaġiyeva G.R. Sovershenstvovaniye inzhenernoy metodiki rascheta na ustoychivost' reklamnykh konstruksiy [Improving the engineering methodology for calculating the stability of advertising structures]. *Izvestiya KGASU*. 2013, Vol. 26, No. 4. Pp. 135-138. (rus).

16. Lychev A.S. Nadezhnost' stroitel'nykh konstruksiy [Reliability of building structures]. Moscow: Publishing House ASV. 2008. 168 p. (rus).

**Информация об авторах:**

**Шувалова Елена Александровна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия,

ст. преподаватель кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов.

E-mail: [Sh.Elena@list.ru](mailto:Sh.Elena@list.ru)

**Ермаков Валентин Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия,

кандидат технических наук, доцент научно-образовательного центра испытания сооружений.

E-mail: [ermakov@mgsu.ru](mailto:ermakov@mgsu.ru)

**Information about authors:**

**Shuvalova Elena A.**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, senior lecturer, department of cementing and concrete technology.

E-mail: [Sh.Elena@list.ru](mailto:Sh.Elena@list.ru)

**Ermakov Valentin A.**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,

candidate of technical sciences, associate professor of the scientific and educational center for testing structures.

E-mail: [ermakov@mgsu.ru](mailto:ermakov@mgsu.ru)